

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**VULNERABILIDADE E ADAPTAÇÃO DA VIDA ÀS SECAS:
DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE RURAL FAMILIAR NOS
SEMIÁRIDOS NORDESTINOS**

Diego Pereira Lindoso

Orientador: Saulo Rodrigues Pereira Filho

Tese de Doutorado

Brasília – DF

Outubro de 2013

Lindoso, Diego

Vulnerabilidade e Adaptação da Vida às Secas: desafios à sustentabilidade rural familiar nos semiáridos nordestinos/ Diego Pereira Lindoso

Brasília, 2013.

519 p.: il.

Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.

1. Mudanças Climáticas. 2. Agricultura Familiar
3. Sustentabilidade. 4. Semiárido.

I. Universidade de Brasília. CDS.

II. Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Tese e emprestar ou vender tais cópias, somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta Tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Diego Pereira Lindoso

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

“Vulnerabilidade e Adaptação da Vida às Secas: desafios à sustentabilidade rural familiar nos Semiáridos nordestinos

Diego Pereira Lindoso

Tese de doutoramento submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovado por:

Saulo Rodrigues Pereira Filho, Doutor (CDS-UnB)
(Orientador)

Fabiano Toni, Doutor (CDS-UnB)
(Examinador Interno)

Carlos Saito, Doutor (Instituto de Biologia - UnB)
(Examinador Externo)

Carlos Henke, Doutor (Instituto de Biologia - UnB)
(Examinador Externo)

Paulo Nobre, Doutor (INPE - MCTI)
(Examinador Externo)

Brasília – DF, 05 de outubro de 2013.

Dedicatória

A todos que acreditam que conviver com dignidade no Semiárido é possível e trabalham diariamente para que a possibilidade se torne realidade. Espero que este trabalho seja uma pequena gota de reflexão em um oceano de pessoas que dá voz a este universo do Brasil tão rico, poético e mágico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho só foi possível porque inúmeras pessoas deram apoio à pesquisa ao longo desse três anos e meio. Apesar do espaço não permitir citar nominalmente a todos, fica o eterno agradecimento a cada um que participou de alguma forma deste processo, especialmente:

Aos meus pais, Luis e Thereza, e à minha irmã, Larissa, família amada, meu esteio, minha morada. Obrigado pelo apoio incondicional a cada etapa dessa caminhada de vida e pela ajuda inestimável nos últimos dias de Tese. Sem vocês, nada disso teria sido possível

À Joana Araújo Maria, minha companheira, minha amiga, meu amor, por sempre estar a meu lado com palavras de carinho e incentivo, do início ao fim deste trabalho.

Ao meu orientador, Saulo Rodrigues Filho, pela amizade, pela confiança e pela parceria nesses anos de intenso trabalho em conjunto. Se houver algum mérito no presente trabalho, é compartilhado com ele.

Às dezenas de doutores do Sertão, agricultores que tiraram do seu dia um tempo para compartilhar comigo o muito de seu saber e transformaram este acadêmico em um eterno admirador da cultura sertaneja, que na sua sinceridade e generosidade, recebem um estranho para um café, uma prosa e até mesmo para um pernoite. O que aprendi com estes professores durante os meses de intensa convivência não cabe em uma Tese. Meu muito obrigado, em especial, ao Cícero da Barra, Heversom da Serra dos Badegas, ao Sinhozinho de Santarém, ao Gilmar do mel e ao Francisco da Bulandeira dos Dias.

Aos inúmeros atores institucionais da Embrapa, secretarias de agricultura municipais e Emateres, sindicatos rurais, cooperativas, BNB, ONGs (SASOP, IRPAA, Chapada, e Caatinga), universidades, defesa civil, colônia de pescadores, entre outras tantas instituições pela cooperação e disponibilidade. Agradecimentos especiais ao Jorge Murilo, ao Yarlei Brito, ao Silvio Santana, ao Pedro Gama, à Luiza Brito, ao Sérgio Azevedo, à Francislene Angelloti, ao Iêdo Bezerra Sá e ao Luis Antonio Alves.

À equipe da sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional da Rede Clima, pelo privilégio de trabalhar ao lado de tantas mentes brilhantes e pela oportunidade de exercitar a interdisciplinaridade dentro e fora de campo, em especial à Izabel Ibiapina, à Gabriela Litre, ao Nathan Debortoli, ao Vicent Nédélec, à Deusilene Amaral, à Patrícia Mesquita, ao Carlos Saito, ao Carlos Henke, à Raquel Fetter, à Maria Odete, à Carolina Joana, à Catherine Garcez e à Melissa Curi.

À Jane Simoni, à Juliana Rocha, à Andrea Azevedo e à Cristine Viana, pela generosidade e competência com que me ensinaram os bastidores da condução de uma pesquisa científica e que confiaram a mim responsabilidades de vital importância para minha formação acadêmica. Meu muito obrigado.

À Stéphanie Nausuti, minha eterna gratidão, pela inestimável ajuda em diversos pontos deste trabalho e pelas tantas trocas e contribuições ao longo dos últimos meses de Tese.

Ao amigo Flávio Eiró, sertanejo de fé, grande companhia de campo e de conversas, irmão de profissão. Obrigado pela parceria e por mostrar a este incorrigível biólogo que a vida nas ciências sociais também é pulsante e instigante.

Aos professores, aos inúmeros colegas de mestrado e doutorado, e ao corpo administrativo do CDS. Minha gratidão pelo rico ambiente acadêmico e de trabalho que me levou para as terras de além mar das fronteiras disciplinares

Aos membros da banca de pré-defesa, Marcel Bursztyn, Frédéric Mertens e aos da defesa, Paulo Nobre, Carlos Henke, Carlos Saito e Fabiano Toni, pelas preciosas considerações e sugestões

A toda equipe do Leaders da Universidade Federal do Cariri, em especial à professora Suely Chacon, ao Gledson Rocha, ao Diego Coelho, ao Gildo Araújo e ao Ives Tavares, pela amizade e parceria dentro e fora de campo. À Simony Reis (UEFS), à Viviane Martins (Nepam/Unicamp) e aos colegas da UNEB, Diego Albuquerque, Pérola Gama, Karine Nascimento, Marta Borges e Edmerson Reis, pelo apoio fundamental no campo da Bahia.

To Dr. James Ford, my supervisor during the one-year-internship at McGill University (Montreal/Canada). Thank you so much for the teachings and key support. To all researches and friends from Climate Change Adaptation research group at Geography Department, McGill University. In particular to Michelle Maillet, Will Vanderbilt, Sara Statham, Alexandra Lesnikowski, Ana Bunce and Diana King. You are awesome guys!

Aux amies québécoises, François Marcotte, Julie Crockett, Alex Mandich, Maude Beaumier, Mathieu Pelissier, Ludmila Stelckberg, mes remerciements pour l'amitié et pour m'avoir accueilli dans votre merveilleuse ville qu'est Montréal. Merci beaucoup!

Ao amigo "Pedrrô", grande parceiro em Montreal. Obrigado pela companhia e amizade nesses meses em latitudes boreais.

Aos queridos amigos: Mariana Vitali, Bruno Rosa, Igor Vinhal, Ana Luisa, André Terra, Caio Almeida, Zione Rego, Rafael Ajuz, Rodrigo Lofrano, Nadini Sousa e tantos outros que, de formas diferentes, contribuíram e estiveram presentes nessa caminhada

Ao CNPq, ao Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) da CAPES e ao Banco do Nordeste do Brasil, pelo apoio na realização dessa pesquisa.

A seca

“Quem já viu uma seca no Nordeste
já conhece o retrato da tristeza,
Até parece que o Senhor Celeste
deu desprezo ao primor da natureza (...)

Tudo é triste bem triste de pasmar
o sol quente, queimando a terra dura
muitas aves, voando sem parar
de alimento também vão à procura

Cada qual sofre *padicer* atroz
Procura a vida pelo rumo incerto,
Obedecendo do vaqueiro a voz,
muge a boiada no sertão deserto” (Patativa do Assaré)

“O otimista é um tolo. O pessimista, um chato. Bom mesmo é ser um realista esperançoso” (Ariano
Suassuna)

“O cientista é um *deslumbrador* de mundo” (Lindomar Correa)

RESUMO

Este trabalho consiste na reinterpretação de velhos problemas a partir de novas abordagens político-científicas. Os velhos problemas são os efeitos adversos da seca no Semiárido brasileiro. As novas agendas políticas são: a *adaptação à mudança climática*, o *desenvolvimento sustentável* e a *convivência com o Semiárido*. As novas abordagens científicas são as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência socioecológica. O objeto de estudo é a vulnerabilidade e adaptação da produção rural familiar no Semiárido. O objetivo central é compreender como os sistemas rurais familiares são afetados e respondem à variabilidade climática e a eventos extremos de seca. Cerca de 290 questionários foram aplicados junto a produtores familiares em dois estudos de caso. Um, no submédio baiano, composto dos municípios de Remanso, Uauá, Casa Nova e Juazeiro. Foi realizado em julho de 2011, ano considerado de chuvas regulares. O outro, localizado no Cariri cearense, é composto pelo município de Salitre. Foi realizado em janeiro de 2013, um ano considerado de seca extrema. Entrevistas institucionais também foram aplicadas nestes municípios e em outros municípios vizinhos no Ceará (Mauriti, Missão Velha, Araripe, Juazeiro do Norte, Crato) e Pernambuco (Araripina, Ouricuri, Petrolina). Os resultados mostram que a vulnerabilidade é multiescalar e se manifesta por meio de cadeias causais e ciclos de retroalimentação. As adaptações consistiram de ações pontuais nessas cadeias, moderando sensibilidades, fortaleceram capacidade adaptativa, acomodaram ou recuperaram de impactos. Observou-se também que a adaptação ocorre em escala de paisagem, composta pelos sistemas produtivos, familiares e paisagem político-institucional na qual o produtor e sua família se inserem. Estas são as unidades adaptativas mais amplas. Esta perspectiva explica porque a seca de 2012, apesar de severa do ponto de vista pluviométrico, afetou relativamente pouco os sistemas humanos, mas trouxe fortes impactos para os sistemas produtivos. As conclusões mostram que isso se deve a rede de segurança mostrada pelos programas emergenciais e de seguridade social associados a deficiências na governança da vulnerabilidade dos sistemas produtivos.

Palavras-chave: produção rural familiar, adaptação, vulnerabilidade, mudança climática, desenvolvimento sustentável, Semiárido

ABSTRACT

The present work is a reinterpretation of an old issue from new scientific approaches and political agendas. The old issue is the adverse impact of drought events within Brazilian Semi-Arid region. The new scientific approaches are vulnerability and resilience sciences. The new political agendas are three: *adaption to climate change*, *sustainable development* and *coping with Semi-arid conditions*. The *dissertation's* focus is smallholder farming's vulnerability within Brazilian Semi-Arid region. The general goals are two: to understand how farmers are affected by and how they respond to climate variability and to drought. Surveys were undertaken in two case studies, totalizing about 290 interviews. The first case study was in Bahia state, covering four municipalities: Remanso, Uauá, Casa Nova e Juazeiro. It occurred in July 2011, a rainy year. The other case study was held in Ceará state (Cariri region) and covers one municipality: Salitre. The field research was undertaken in January 2013, the year after one of the most intense drought events in the last 50 years. Institutional interviews were also applied in these municipalities, as well as in other municipalities in Ceará and Pernambuco states. The results point out that vulnerability is a context, determined by causal chains and feed back cycles across the scales of smallholder farmers' systems. Adaptations are specific actions in these chains and cycles that moderate sensitivities, foster adaptive capacity, accommodate and recover from climate impacts. Additionally, adaptation occurs in landscape scales, covering the family systems, agriculture systems and the political and institutional framework on smallholder farming. The landscape perspective allows explaining the reason why the impacts on family systems were relatively low in 2012, even though the drought event was severe and had had a huge impact on agricultural systems. The conclusions show that the safety net provided by welfare and emergences policies were paramount to reduce impacts in food security and water security, In contrast, the fragilities of institutional and policy framework on farming support explain why the farmers were unable to prevent and accommodate impacts in their agricultural systems.

Key-words: smallholder farming, adaptation, vulnerability, climate change, sustainable development, Semi-Arid

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa da Tese	30
Figura 2 Representação da mudança entre dois domínios de estabilidade	47
Figura 3 (A) Tendência de queda na insolação de verão nos últimos 9.000 anos; (B) mudança de regime (área sombreada) entre estados alternativos de estabilidade vegetado e deserto para o ecossistema do Norte da África.....	48
Figura 4 Representação de uma paisagem de estabilidade	49
Figura 5 Sistema socioecológico a partir da perspectiva da gestão de recursos de uso comum.....	53
Figura 6 Transição entre estados de passividade e ação coletiva	54
Figura 7 Ciclos Adaptativos e suas relações através das escalas (panarquia).....	57
Figura 8 Questão de escala na pesquisa em vulnerabilidade.	59
Figura 9 Representação gráfica do conceito de coping range.....	62
Figura 10 Diagrama teórico-conceitual da pesquisa sobre <i>impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças ambientais globais</i>	68
Figura 11 Arcabouço analítico da vulnerabilidade na ciência da sustentabilidade proposto	94
Figura 12 Relação entre pilares da sustentabilidade e o arcabouço teórico-conceitual sobre adaptação e vulnerabilidade	95
Figura 13 Desenvolvimento Sustentável como um campo discursivo	99
Figura 14 Convergência das agendas políticas e epistêmicas	134
Figura 15 Organograma de etapas da construção da amostra	142
Figura 16 Universo dos 17 municípios pesquisados.....	153
Figura 17 . Pluviosidade média das 13 Áreas Homogêneas do Cariri cearense.....	158
Figura 18 Análise de tendências pluviométrica anual a partir teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ - tau)	167
Figura 19 Análise de tendências a partir teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ - tau) para os meses de abril, junho, outubro e novembro.	169
Figura 20 Diagrama com a fonte da diversidade genética encontrada nos roçados da amostra de Salitre (n=38).....	211
Figura 21 Diagrama do impacto de secas extremas na disponibilidade de sementes.	225
Figura 22 Diferentes técnicas de captura de água <i>in situ</i> desenvolvidos para o Semiárido.....	229
Figura 23 Vista aérea e corte longitudinal de uma barragem subterrânea	234
Figura 24 Diagrama ciclo da água no sistema produtivo.....	241
Figura 25 Organograma cadeia de impactos do clima na pecuária familiar de Salitre em um ano de inverno regular e na seca de 2012.....	292
Figura 26 Organograma fontes de renda familiar identificadas em campo	294
Figura 27 Cadeia de relações de oportunidade ou prejuízo agrícola durante uma seca.....	308
Figura 28 Impactos e adaptações à seca do subsistema renda agropecuária para uma atividade genérica.....	314
Figura 29 Organograma cadeia de impactos climáticos da seca de 2012 na segurança alimentar humana no município de Salitre	330
Figura 30 Contexto de vulnerabilidade ao estresse hídrico e cadeia de impactos climáticos de uma cultura agrícola.	362
Figura 31 ilustração da cadeia de impactos da produção rural familiar.....	364
Figura 32 Dimensão temporal da vulnerabilidade da safra de milho	365
Figura 33 . Atividades dentro de um estabelecimento típico no município de Salitre, segundo o grau de sofisticação do sistema produtivo.....	370
Figura 34 Layout do Radar da vulnerabilidade.	423
Figura 35 Método convencional de integração de indicadores no cálculo da vulnerabilidade.	424
Figura 36 Método hierarquizado de integração de indicadores proposto pelo Radar no cálculo do índice de vulnerabilidade.....	425

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Os sete campos de concentração cearenses criados pelo governo durante a Grande Seca de 1932.....	125
Tabela 2 - Dados sobre população afetada e inscrita nas frentes de trabalho nos anos de 1970, 1979, 1980, 1993 e 1998.....	128
Tabela 3 - Distribuição dos estabelecimentos rurais familiares por município e distribuição da amostra no estudo de caso da Bahia.....	142
Tabela 4 - Distribuição dos estabelecimentos rurais familiares por municípios e distribuição da amostra no estudo de caso do Ceará.....	142
Tabela 5 - Frequência de entrevistados homens e mulheres nas amostras da Bahia e Ceará (Salitre).....	148
Tabela 6 - Principais relatos e registros de secas severas que assolaram o Semiárido nordestino nos últimos três séculos.....	155
Tabela 7 - Valores do SPI e classificação dos eventos de anomalias de chuva.....	160
Tabela 8 - Anos assinalados como marco inicial da mudança na frequência de anos seco.....	166
Tabela 9 - Relato de alguns produtores de Salitre (CE) sobre mudanças no início e fim das chuvas em ordem decrescente de idade do entrevistado.....	168
Tabela 10 - Relato de alguns produtores sobre mudanças na temperatura segundo a idade.....	170
Tabela 11 - Tamanho e proporção de fugas (%) dos enxames de 6 produtores entrevistados.....	182
Tabela 12 - Exemplo de queda na produção de mel de dois apicultores de Salitre.....	182
Tabela 13 - Comparação do balanço custo/retorno de um apicultor de Salitre.....	184
Tabela 14 - Dados sobre os estabelecimentos agropecuários nos municípios de Casa Nova, Juazeiro, Remanso, Uauá e Salitre.....	188
Tabela 15 - Comparação do custo de implementação e vazão hídrica (L/s/ha) entre os métodos de irrigação observados em campo.....	192
Tabela 16 - Avaliação da anomalia da produtividade para mandioca, milho, feijão e fava no município de Salitre (1990-2011).....	203
Tabela 17 - Anomalias negativas da produtividade maiores que 50% para mandioca, milho, feijão e fava no município de Salitre (1990-2011).....	203
Tabela 18 - Produtividade média inicial (esperada), em 2012 para o feijão e milho (Kg/ha) em cada um dos três distritos de Salitre: Caldeirão, Lagoa dos Crioulos e Salitre.....	206
Tabela 19 - . Rendimento médio em <i>inverno</i> bom e em 2012 (kg/ha); perda de produtividade (%) em 2012 em relação a produtividade em anos considerados de invernos bons pelos produtores da amostra.....	207
Tabela 20 - Origem das sementes/estaca para os principais cultivos familiares de Salitre.....	208
Tabela 21 - Diversificação das fontes de sementes para a amostra de Salitre (n=38).....	210
Tabela 22 - Frequência de respostas quanto à credibilidade das previsões meteorológicas trazidas pela TV na amostra de Salitre (n=38).....	214
Tabela 23 - Média de idade daqueles que informaram usar experiências de inverno.....	217
Tabela 24 - Variação do preço da maniva e grãos entre 2011 e janeiro de 2013 dos principais cultivos familiares em Salitre (CE).....	224
Tabela 25 - Comparação da perda de água devido ao escoamento superficial em diferentes estratégias de preparação do solo e captação de água <i>in situ</i> para o cultivo de milho.....	230
Tabela 26 - Comparação da perda de água por escoamento do solo entre as principais técnicas de preparo do solo no Nordeste.....	230
Tabela 27 - Efetivo animal e número médio de animais por estabelecimento rural por município considerados nos estudos de caso da Bahia e Ceará.....	244
Tabela 28 - Comparação entre a frequência de bovinocultores e caprinocultores nos estabelecimentos das amostras colhidas na pesquisa de campo e a frequência trazida pelo IBGE.....	245
Tabela 29 - Tamanho médio, mediana, máximo e mínimo dos rebanhos das amostras dos estudos de caso da Bahia e Ceará.....	246
Tabela 30 - Número de pecuaristas que participam de associação de fundo do pasto nas sub-amostras municipais e na amostra total de pecuaristas no campo da Bahia.....	255
Tabela 31 - Frequência de pecuaristas familiares que usam pastagem de vazante nas amostras municipais e na amostra total no estudo de caso Bahia.....	262
Tabela 32 - Uso de cactáceas como forragem entre os pecuaristas dos estudos de caso da Bahia (n=193) e Ceará (n=14).....	269

Tabela 33 - Frequência de adoção da Palma forrageira entre os pecuaristas familiares de sequeiro nas amostras Bahia (n=175) e Ceará (Salitre) (n=14)	270
Tabela 34 - Tamanho dos rebanhos animais no início de 2012, a porcentagem de mortes e venda ao longo da seca de 2012 e a redução dos rebanhos daqueles produtores pecuaristas que relataram perdas (n= 11).....	277
Tabela 35 - Impacto na produtividade de leite (L/cabeça/animal) e respostas adaptativas em Salitre (CE).	278
Tabela 36 - Janela de colheita dos principais gêneros agrícolas no estudo de caso de Salitre (n=38).	299
Tabela 37 - Lucro de quatro bovinocultores de leite de Salitre em dois cenários de preço.....	302
Tabela 38 - Produtividade e renda líquida potencial em anos de chuvas regulares e na seca de 2012 em Salitre	303
Tabela 39 - Preços pago pelos principais gêneros agrícolas cultivados em Salitre na safra de 2011 e de 2012.....	305
Tabela 40 - Tipologias de impacto observada na seca extrema de 2012 para milho, feijão e fava no município de Salitre	305
Tabela 41 - Parâmetros agrícolas e econômicos de um feijicultor familiar de grande porte de área de Sertão de Salitre na safra de 2011 e de 2012.....	306
Tabela 42 - Comparação do valor da renda bruta obtida com a venda da produção na safra de 2012 e na safra de 2011 para 9 feijicultores	307
Tabela 43 - Lucro, rentabilidade e lucratividade da mangicultura irrigada em perímetros de irrigação no município de Juazeiro/BA.....	308
Tabela 44 - Produção de mel, renda bruta e renda líquida de dez apicultores entrevistados no Ceará e na Bahia.	309
Tabela 45 - Frequência de produtores na amostra que receberam garantia safra em 2012 e o número de produtores cadastrados no garantia safra no sistema da Ematerce para a safra 2012/2013	314
Tabela 46 - Destino dos familiares migrantes segundo os entrevistados no estudo de caso da Bahia (n=92)	319
Tabela 47 - Frequência (%) dos tipos de renda externa ao estabelecimento na sub-amostra "renda interna maior que a externa" no estudo de caso da Bahia	323
Tabela 48 - Preço de alguns componentes da cesta básica antes da quebra de safra de 2012 e no início de 2013.	329
Tabela 49 - Impacto da seca de 2012 nos reservatórios de água das cisternas em comparação a anos de chuvas regulares no município de Salitre	342
Tabela 50 - Número de pipas e estimativa de pessoas beneficiadas por mês com a Operação Pipa do Exército em municípios do Ceará e Bahia	344
Tabela 51 - Frequência do tamanho dos estabelecimento rurais nas amostras da Bahia (n=67) e de Salitre/CE (n=30).	387
Tabela 52 - Frequência de produtores que recebem assistência técnica nas amostras/universo municipal da Bahia e do Ceará	400

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perguntas-guia da pesquisa e metodologias utilizadas para respondê-las.	29
Quadro 2 - Arcabouço analítico da vulnerabilidade	45
Quadro 3 - Informações gerais sobre os fundos de adaptação sob o guarda chuva da CQNUMC ...	112
Quadro 4 - Etapas da pesquisa empírica utilizada em ambos os estudos de caso.....	138
Quadro 5 - Critérios de seleção dos município no estudo de caso da Bahia	140
Quadro 6 - Aspectos climáticos que orientaram a seleção dos municípios do estudo de caso do Ceará.....	141
Quadro 7 - Critérios de seleção dos município no estudo de caso do Ceará.....	141
Quadro 8 - Critérios utilizados na seleção das comunidades a serem visitadas	143
Quadro 9 - Fontes secundárias e instrumentos de coleta de dados primários utilizados na pesquisa	144
Quadro 10 - Número de estações meteorológicas e série histórica utilizada pelo GT 2 nas análises climáticas empreendidas	145
Quadro 11 - Comparação entre os questionários aplicados no estudo de caso do Ceará e no da Bahia	146
Quadro 12 - Lista de instituições e número de atores entrevistados por instituição nos estudos de caso da Bahia e Ceará.....	150
Quadro 13 - Amostras quantitativas da Bahia e Ceará.....	151
Quadro 14 - Safras apícolas de inverno identificadas em Salitre.	178
Quadro 15 - Migrações sazonais da apicultura em Salitre.	183
Quadro 16 - Tipos e descrição do preparo de rações líquidas e sólidas relatadas pelos apicultores de Salitre	185
Quadro 17 - Cadeia de impactos da variabilidade climática e eventos extremos.....	186
Quadro 18 - Adaptações da apicultura familiar observados em Salitre/CE	187
Quadro 19 - Projetos de irrigação no município de Juazeiro, segundo distribuição da área entre agricultura familiar e empresarial, principais culturas e ano de criação	189
Quadro 20 - Vulnerabilidade do fornecimento de água pela irrigação segundo a fonte de água.	195
Quadro 21 - Vetores, impactos e medidas adaptativas à salinização identificadas em campo.....	195
Quadro 22 - Sensibilidade biológica das principais culturas familiares identificadas em campo.....	199
Quadro 23 - Metodologia usada para calcular a anomalia de produtividade das principais culturas familiares (mandioca, feijão, milho e fava) no município de Salitre para a série histórica 1990-2011.....	200
Quadro 24 - Relação entre agroambiente/tipo de solo e presença/área dos principais cultivos observados (mandioca, milho, feijão e fava) na amostra de Salitre (n=38)	204
Quadro 25 - Duração dos ciclos das variedades ligeiras e tardias de mandioca, feijão e milho no estudo de caso de Salitre	208
Quadro 26 - Principais estratégias adaptativas no calendário de plantio das culturas de sequeiro observadas em Salitre.....	213
Quadro 27 - Alguns dos indicadores ambientais utilizados pelos produtores para prever o tempo e o comportamento da estação chuvosa segundo informantes da Bahia e Ceará.	216
Quadro 28 - Dias santos e as respectivas observações indicativas da qualidade do inverno.....	217
Quadro 29 - Resiliência das principais culturas após o impacto de uma seca extrema	224
Quadro 30 - Tipos de água usadas na agricultura	226
Quadro 31 - Gradiente de armazenamento hídrico para as diferentes categorias de solo identificadas em Salitre.	227
Quadro 32 - Experimento realizado no município de Petrolina para avaliar a viabilidade da irrigação de salvação a partir de uma cisterna de produção.....	233
Quadro 33 - Custos e exigências ambientais de três tecnologias de captação de água azul.	235
Quadro 34 - Cotas máximas e mínimas (%) do lago Sobradinho entre 1997 e 2002.....	239
Quadro 35 - Principais vetores de exposição, impactos (diretos e indiretos) e adaptações observadas para agricultura familiar de sequeiro	240
Quadro 36 - Comparação da demanda hídrica e alimentar entre caprinos, ovinos e bovinos.	247
Quadro 37 - Características dos animais SRD e das principais raças de caprinos identificados durante os estudos de caso.....	248
Quadro 38 - Características dos animais SRD e das principais raças de ovinos identificados durante os estudos de caso.....	248

Quadro 39 - Sistemas pecuários de caprinovinocultura e as genéticas de rebanho mais adequadas visto as condições adversas.....	250
Quadro 40 - Tipos de alimento segundo as qualidades nutricionais usados na pecuária familiar	251
Quadro 41 - Espécies forrageiras nativas da caatinga mencionadas espontaneamente, pelo menos uma vez, durante as entrevistas.....	253
Quadro 42 - Descrição e comparação da capacidade suporte (CA) da caatinga não manejada e três práticas de manejo.	257
Quadro 43 - Exemplo de pecuária semi-intensiva baseada no uso combinado de caatinga e capim irrigado no distrito de Pinhões (Juazeiro/BA)	261
Quadro 44 - Potencial adaptativo e barreiras adaptativas do uso de pastagens irrigadas.....	261
Quadro 45 - Principais tipos de ração compradas durante a estação seca pelos pecuaristas familiares da amostra do Ceará e Bahia.....	266
Quadro 46 - Proteína Bruta (PB) e usos múltiplos da gliricídia e leucena.	267
Quadro 47 - Proteína bruta, usos múltiplos, fenologia das folhas e período no qual serve de pastagem natural para os rebanhos de quatro espécies nativas da caatinga.	268
Quadro 48 - Impactos da seca de 2012 na autonomia alimentar dos rebanhos segundo os produtores do Ceará.....	273
Quadro 49 - Impactos diretos e indiretos da seca de 2012 no subsistema nutricional da pecuária familiar	275
Quadro 50 - Diferença de preços entre dezembro de 2011 (antes da seca) e janeiro de 2013 (durante a seca) de duas das principais rações compradas pelos pecuaristas	276
Quadro 51 - Custos mensais com ração em 2012 de três produtores entrevistados em Salitre/CE..	276
Quadro 52 - Comparação entre a disponibilidade hídrica entre os agroambientes Serra e Sertão no município de Salitre.	284
Quadro 53 - Disponibilidade hídrica mensal dos açudes e barreiros em anos normais e em 2012 segundo os pecuaristas entrevistados em Salitre	286
Quadro 54 - Estimativa do custo da construção de um poço artesiano na comunidade segundo um produtor da Serra dos Badegas (Juazeiro/BA).....	287
Quadro 55 - Vetores de exposição, impactos diretos, indiretos e adaptações da pecuária familiar observados nos estudos de caso	290
Quadro 56 - Valor adaptativo e limitações dos principais reservatórios construídos utilizados para dessedentação animal.....	291
Quadro 57 - Principais atividades agropecuárias identificadas nos estabelecimentos familiares pesquisados	295
Quadro 58 - Calendário das safras de mel (estudo de caso de Salitre) e do Uumbu (estudo de caso da Bahia) e pesca (estudo de caso da Bahia).....	298
Quadro 59 - Sazonalidade e Regularidade da renda segundo o tipo de atividade rural familiar.....	300
Quadro 60 - Custos de operação da agricultura familiar de sequeiro.....	304
Quadro 61 - Descrição dos custos, preço médio, peso médio e valor de venda por cabeça para caprinovinocultura no estudo de caso da Bahia.....	310
Quadro 62 - Renda mensal e anual permitida pelos principais benefícios governamentais identificados em campo.....	322
Quadro 63 - Impactos e respostas à seca de 2012 em 5 casas de farinha industriais da sede municipal de Salitre.	324
Quadro 64 - Vulnerabilidade climática das diferentes fontes de renda das famílias rurais identificadas nos estudos de caso da Bahia e Ceará.....	325
Quadro 65 - Principais caças mencionadas nos estudos de caso da Bahia e Ceará.....	327
Quadro 66 - Medidas adaptativas da segurança alimentar humana durante a seca de 2012 identificadas em Salitre	333
Quadro 67 - Comparação entre os objetivos da concepção original do P1MC e do Operação Pipa do Exército com a realidade das respectivas execuções observadas em campo.	348
Quadro 68 - Percepção de uma das gestoras do projeto SISAR sobre o funcionamento do Sistema na região do Cariri cearense	350
Quadro 69 - Respostas adaptativas alimentares comuns nas grandes secas passadas (século XIX e XX).....	355
Quadro 70 - Vetor de exposição climático segundo a escala temporal e suas implicações para as atividades rurais familiares	361
Quadro 71 - Proposta de arcabouço analítico da vulnerabilidade	366
Quadro 72 - Impacto climático e vetores não-climáticos que resultam em alguns dos contextos de vulnerabilidade multi-vetoriais identificados	368

Quadro 73 - Comparação entre o modelo empresarial e o modelo tradicional da produção rural familiar.....	368
Quadro 74 - Tipologias de vetores de exposição climáticos para produção rural familiar identificadas em campo.....	372
Quadro 75 - Proposta de tipologias de contextos de vulnerabilidade/impactos para produção rural familiar.....	372
Quadro 76 - Proposta de tipologias de adaptação, segundo a natureza e ao mecanismo da adaptação.....	373
Quadro 77 - Proposta de tipologias de adaptação segundo o objetivo da gestão de risco.....	375
Quadro 78 - Principais políticas, programas e ações federais estaduais e empreendidas por organizações da Sociedade Civil relevantes para a capacidade adaptativa da produção rural familiar.....	392
Quadro 79 - Comparação da paisagem política adaptativa da produção rural familiar durante grandes secas pretéritas e a seca de 2012.....	398
Quadro 80 - Razão entre técnicos e produtores rurais ideal e em três municípios visitados segundo informações dos próprios extensionista das Emateres locais.....	401
Quadro 81 - Barreiras institucionais de algumas das principais políticas observadas em campo.....	404
Quadro 82 - Mudanças Climáticas projetadas para o final do século XXI para a região Nordeste.	409
Quadro 83 - Principais vetores e tendências observados para a produção rural familiar e cuja interação irá moldar o setor ao longo do século XXI.....	419
Quadro 84 - Indicadores de sistemas de avaliação contextuais.....	420
Quadro 85 - Indicadores de sistemas de avaliação de impacto.....	421
Quadro 86 - Indicadores de avaliação da capacidade adaptativa político institucional. Algumas políticas e instituições são avaliadas.....	421

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Pluviosidade média diária para os meses do ano na série histórica de 1963 a 2010 na área de estudo.....	157
Gráfico 2- Pluviosidade média diária (mm) ao longo da série histórica de 1963 a 2010 na área de estudo.....	157
Gráfico 3- Valores de SPI mensais para a região do Cariri	159
Gráfico 4- Anomalia das precipitações (mm) da quadrante chuvosa (novembro-maio) entre 2003 e 2012 para a estação meteorológica de Salitre	161
Gráfico 5- Perfil das respostas das percepção dos produtores entrevistados quanto à natureza da mudança das chuvas em Salitre (n=39).....	165
Gráfico 6- Porcentagem das respostas quanto à percepção de mudanças no início (gráfico da esquerda) e final (gráfico da direita) da quadra invernos.....	168
Gráfico 7- Percepção dos produtores que notaram mudança nas temperaturas quanto duração da estação quente; mudança nas temperaturas; mudança no início da estação quente	170
Gráfico 8- Proporção dos produtores irrigantes segundo o método de irrigação utilizado	192
Gráfico 9- Anomalia da produtividade anual da mandioca em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre.....	200
Gráfico 10- Anomalia da produtividade anual do milho em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre	201
Gráfico 11- Anomalia da produtividade anual do feijão em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre	201
Gráfico 12- Anomalia da produtividade anual da fava em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre.....	202
Gráfico 13- Calendário de plantio da mandioca, milho e feijão segundo os produtores de Salitre (n=38)	212
Gráfico 14- Precipitação média diária dos meses de inverno no Cariri cearense (série histórica 1963-2010)	212
Gráfico 15- Conhecimento e uso de experiências de inverno entre os produtores de Salitre (n=38).....	215
Gráfico 16- <i>Coping Range</i> de um cultivo hipotético às oscilações das precipitações ao longo do tempo	219
Gráfico 17- Evolução da área plantada de mandioca em Salitre entre 1990-2011.	223
Gráfico 18- Evolução da área plantada de milho, feijão e fava em Salitre entre 1990-2011.....	223
Gráfico 19- Porcentagem dos produtores entrevistados em Remanso (n=53), Casa Nova (n=57), Juazeiro (n=47) e Uauá (n=76) que relataram realizar agropecuária de sequeiro e/ou de vazante	238
Gráfico 20- Evolução da área colhida (ha) de milho em Casa Nova, Juazeiro, Remanso e Uauá entre 1990 e 2007.....	238
Gráfico 21- - Evolução da área colhida (ha) de feijão em Casa Nova, Juazeiro, Remanso e Uauá entre 1990 e 2007.....	239
Gráfico 22- Produtores que realizam pecuária no estudo de caso da Bahia (n=250) e Ceará (n=38).	244
Gráfico 23- Frequência de rebanhos exclusivamente bovinos, exclusivamente caprinos e mistos (bovinos e caprino/ovinos) nos estudos de caso.....	245
Gráfico 24- Composição genética dos rebanhos familiares de caprinos e ovinos na sub-amostra válida de pecuaristas da Bahia (n=163).	249
Gráfico 25- Calendário alimentar da pecuária familiar no estudo de caso da Bahia (acima) e no Ceará (abaixo).....	252
Gráfico 26- Principais culturas agrícolas utilizadas como forragem animal segundo a frequência entre os pecuaristas familiares entrevistados (respostas válidas) no estudo de caso da Bahia (n=175) e Ceará (n=14)	258
Gráfico 27- Anomalia das precipitações em relação à média para o período 1990-2010 obtida a partir da estação agrometeorológica de Mandacaru	263
Gráfico 28- Evolução do efetivo bovino em Remanso e Uauá entre 1990 e 2007	264
Gráfico 29- Evolução do efetivo caprinos em Remanso e Uauá entre 1990 e 2007	264
Gráfico 30- Frequências no uso de diferentes forragens plantadas na sub-amostra de pecuaristas de Salitre (n=14), em anos de chuvas regulares e na seca de 2012	273
Gráfico 31- Frequências do uso de diferentes forragens comprada/nativa na sub-amostra pecuaristas de Salitre (n=14), em anos de chuvas regulares e na seca de 2012	274

Gráfico 32- Frequência dos tipos de fontes de água usadas na pecuária no estudo de caso <i>Bahia</i> (n=193)	282
Gráfico 33- Fontes hídricas usadas na pecuária no estudo de caso de Salitre/CE (n=14)	283
Gráfico 34- Número de fontes hídricas disponível por produtor na sub-amostra <i>pecuaristas</i> da Bahia (n=164) e do Ceará (n=14).....	285
Gráfico 35- Porcentagem dos pecuaristas dos estudos de caso da Bahia (n=193) e Ceará (n=14) que contrataram carro pipa para dessedentação animal em 2011 (chuvas regulares) e na seca de 2012.....	288
Gráfico 36- Frequência da comercialização dos principais produtos da produção rural familiar no estudo de caso de Salitre (CE).....	296
Gráfico 37- Frequência da comercialização dos principais produtos da produção rural familiar nas amostras do estudo de caso da Bahia	296
Gráfico 38- Tipos de impacto da seca de 2012 na venda da produção de feijão no município de Salitre, segundo a área cultivada	306
Gráfico 39- Porcentagens de estabelecimentos familiares da amostra Bahia (n=250) e Ceará (Salitre) (n=38) que relataram ter pelo menos uma fonte de renda externa ao estabelecimento agropecuário.....	315
Gráfico 40- Motivação para migração (temporária e definitiva), segundo os entrevistados com familiares migrantes no estudo de caso da Bahia (n=92)	318
Gráfico 41- Grau de parentesco do migrante com o entrevistado, segundo aqueles do estudo de caso da Bahia que relaram ter parentes migrantes (n=92).....	318
Gráfico 42- Frequência de fontes de rendas externas ao estabelecimento segundo os produtores entrevistados em Salitre (n=38) e Bahia (n= 250).....	321
Gráfico 43- Balanço entre renda externa e interna ao estabelecimento, segundo os produtores do estudo de caso da Bahia (n=114)	321
Gráfico 44- Principal fonte de renda dentre aqueles que afirmaram ser a renda externa maior que a obtida com as atividades internas ao estabelecimento no estudo de caso da Bahia (n=99).....	322
Gráfico 45- Atividades essencialmente de subsistências identificadas no estudo de caso da Bahia (n=250)	326
Gráfico 46- Percepção dos entrevistados beneficiados pelo bolsa família quanto ao impacto do programa na alimentação familiar	328
Gráfico 47- Resultados da pesquisa sobre segurança alimentar no município de Salitre (n=38)	331
Gráfico 48- Saneamento básico na zona rural de Salitre (n=2.735).....	335
Gráfico 49- Frequência de estabelecimentos com cisternas de placas para consumo humano nas amostras da Bahia (n=250) e Ceará (n=38).....	337
Gráfico 50- Frequência de recarga das cisternas de placas pelas chuvas entre os produtores que relataram possuir cisterna no estudo de caso da Bahia (n=164)	339
Gráfico 51- Tamanho familiar dos domicílios que relataram ter cisternas de captação de água da chuva nos estudos de caso da Bahia (n=164) e Ceará (n=28)	340
Gráfico 52- Perenidade da água estocada nas cisternas de placa segundo os entrevistados de Salitre (n=12).....	341
Gráfico 53- De onde vem a água quando a cisterna não é recarregada totalmente pela chuva ou quando a água acaba no estudo de caso da Bahia (n=102).....	345
Gráfico 54- Volume do Açude de Poço da Pedra entre agosto de 2011 e julho de 2013.....	347
Gráfico 55- . Frequência do uso de fontes hídricas para beber e cozinhar nas amostras da Bahia (n=241) e Ceará (n=38).....	352
Gráfico 56- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2010/2011 registrada pela estação meteorológica de Salitre	358
Gráfico 57- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2003/2004 registrada pela estação meteorológica de Salitre	359
Gráfico 58- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2009/2010 registrada pela estação meteorológica de Salitre	359
Gráfico 59- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2011/2012 registrada pela estação meteorológica de Salitre	360
Gráfico 60- Frequência das tipologias de vetores de exposição no repertório de adaptação da produção rural familiar (n=64)	379
Gráfico 61- Frequência das tipologias <i>momento da adaptação em relação ao evento de exposição</i> no repertório de adaptação do sistema rural familiar (n=64).....	380
Gráfico 62- Frequência das tipologias de <i>contexto de vulnerabilidade/impacto</i> no repertório de adaptação do sistema rural familiar (n=64)	380

Gráfico 63- Frequência das tipologias de <i>vetores de exposição</i> climática no repertório de adaptação do sistema agrícola (n=17).....	381
Gráfico 64- Frequência das tipologias de <i>contextos de vulnerabilidade/impacto</i> no repertório de adaptação do sistema agrícola (n=17).....	381
Gráfico 65- Frequência das tipologias de <i>vetores de exposição do repertório</i> de adaptação do sistema pecuário (n=21).....	381
Gráfico 66- Frequência das tipologias de contextos de vulnerabilidade/impacto do repertório de adaptação do sistema pecuário (n=21).....	382
Gráfico 67- Frequência das tipologias de <i>vetores de exposição</i> no repertório de adaptação do sistema familiar (n=23).....	382
Gráfico 68- Frequência das tipologias de <i>contextos de vulnerabilidade/impacto</i> no repertório de adaptação do sistema familiar (n=23).....	382
Gráfico 69- Frequência das tipologias de mecanismos adaptativos no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64).....	383
Gráfico 70- Frequência das tipologias de natureza adaptativa no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64).....	384
Gráfico 71- Frequência das tipologias objetivo da adaptação no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64).....	384
Gráfico 72- Frequência das opções adaptativas entre os pecuaristas familiares segundo os custos e potencial adaptativo.....	388
Gráfico 73- Frequência das opções adaptativas segundo custos e potencial adaptativo para três contextos de capacidade adaptativa.....	390
Gráfico 74- Classificação das políticas adaptativas, segundo à natureza.....	394
Gráfico 75- Repertório político adaptativo segundo a dimensão dos sistemas rurais familiares no qual ocorre a intervenção.....	395
Gráfico 76- Repertório político adaptativo segundo o mecanismo adaptativo da política.....	395
Gráfico 77- Frequência das principais políticas governamentais voltadas para produção rural familiar na amostra de Salitre (n=38).....	396
Gráfico 78- Frequência dos produtores que não recebem assistência técnica e que recebem assistência técnica segundo a instituição extensionista, nos estudos de caso da Bahia (n=210) e do Ceará (n=38).....	401
Gráfico 79- Escolaridade dos produtores entrevistados nas amostras do Ceará (n=38) e Bahia (n=241).....	405
Gráfico 80- População rural (decimal) nos municípios estudados na Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá) e Ceará (Salitre).....	412
Gráfico 81- Evolução da população rural (nº de habitantes) dos quatro municípios estudados entre 1970 e 2010.....	413
Gráfico 82- Evolução do numero de estabelecimentos rurais no Nordeste e no Ceará entre 1970 e 2006.....	413
Gráfico 83- Intensificação da produção rural familiar do Semiárido dentro do paradigma da modernização ao molde da revolução verde e da convivência com Semiárido.....	416

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

AH – Área Homogênea
ANA – Agência Nacional de Águas
AR4 – *Fourth Assessment Report* (sigla em inglês)
ASA - Articulação do Semiárido
ATER – Assistência Técnica e Extensão Rural
BNB - Banco do Nordeste do Brasil
CA – Capacidade Adaptativa
CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
COP – Conferência das Partes
COPPERCUC - Cooperativa de Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá
CPT – Comissão Pastoral da Terra
CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
DS – Desenvolvimento Sustentável
EBDA – Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola
EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FNMC – Fundo Nacional sobre Mudança do Clima
FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEE – Gases de Efeito Estufa
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas
ICID - *International Conference: Climate, Sustainability and Development in Semi-arid Regions* (sigla em inglês)
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (sigla em inglês)
IRPAA – Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada
MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social
MI – Ministério da Integração
MMA - Ministério do Meio Ambiente
MRE – Ministério das Relações Exteriores
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

P1 + 2 - Programa 1 Terra, 2 águas
P1MC - Programa 1 Milhão de Cisternas
PAA - Programa de Aquisição de Alimentos
PBMC – Painel Brasileiro sobre Mudança do Clima
Plano NMC - Plano Nacional de Mudança do Clima
PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNAF -Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais
Política NMC – Política Nacional de Mudança do Clima
PRONAF – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RADAR - Rápida Avaliação e Diagnóstico da Adaptação Rural
SASOP – Serviço de Assessoria a Organizações Sociais Populares
SISAR - Sistema Integrado de Saneamento Rural
SOHIDRA – Superintendência de Obras Hidráulicas
SPI - *Standardized Precipitation Index* (sigla em inglês)
SRD – Sem Raça Definida
SSE – Sistema Socioecológico
STTR – Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais
SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TAR – Third Assessment Report (sigla em inglês)
UNCCD - UN Convention on Combating Desertification and the Effects of Droughts (sigla em inglês)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1. MARCO TEÓRICO-CONCEITUAL	37
1.1 ABORDAGENS DA VULNERABILIDADE E DA RESILIÊNCIA NA PESQUISA EM SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS.....	37
1.1.1 Sistema socioecológico.....	39
1.1.2 Abordagem da Vulnerabilidade.....	40
1.1.3 Resiliência socioecológica.....	45
1.1.4 A questão das escalas nas abordagens da resiliência e da vulnerabilidade.....	55
1.1.5 Vulnerabilidade e Resiliência: convergência conceitual, divergência metodológica.....	60
1.1.6 Vulnerabilidade e resiliência na pesquisa sobre adaptação à Mudança Climática.....	63
1.1.7 Considerações finais sobre abordagens teóricas.....	65
1.2 ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA: A EMERGÊNCIA DE UMA AGENDA DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR E ORIENTADA PARA POLÍTICA.....	69
1.2.1 Construção de uma agenda.....	72
1.2.2 Adaptação à mudança climática: breve revisão sobre conceitos, definições e tipologias.....	77
1.2.3 Tornando ciência relevante a tomada de decisão.....	79
1.2.4 Comunicação científica: pedagogia da mudança climática.....	84
1.2.5 Considerações Finais.....	88
1.3 ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONVERGINDO AGENDAS.....	89
1.3.1 Desenvolvimento Sustentável.....	89
1.3.2 Adaptação e desenvolvimento sustentável.....	94
1.3.3 Normalização da adaptação na agenda de desenvolvimento.....	96
1.3.4 Desenvolvimento adaptativo e adaptação sustentável: integrando o discurso político.....	100
1.3.5 Considerações Finais.....	102
2. MARCO POLÍTICO	104
2.1 EVOLUÇÃO DA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA NA AGENDA DA ONU: VINTE ANOS DE AVANÇOS E DESCAMINHOS.....	104
2.1.1 Evolução da adaptação na pauta da Convenção-Clima: institucionalização ..	105
2.1.2 Breves considerações sobre mecanismos de financiamento da CQNUMC....	110
2.1.3 Considerações Finais Sobre Processo da Adaptação na CQNUMC.....	113
2.2 TRAJETÓRIA DA ADAPTAÇÃO NA AGENDA CLIMÁTICA BRASILEIRA.....	113
2.2.1 Construção da agenda: 1994-2008.....	114
2.2.2 Consolidando a agenda: 2008-2013.....	118
2.2.3 Considerações Finais.....	121
2.3 ESTADO, SECA E SEMIÁRIDO: DO COMBATE À SECA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO.....	121
2.3.1 Solidariedade excludente: o Estado paternalista e as soluções hidráulicas ...	122
2.3.2 O Estado desenvolvimentista.....	126
2.3.3 O Paradigma da convivência com o Semiárido: Estado e sociedade civil.....	128
2.3.4 Desenvolvimento territorial e institucionalização da produção familiar rural: para além do clima.....	131
2.3.5 Velhos problemas, novas agendas: convergindo DS, adaptação à mudança climática e convivência com Semiárido.....	132
2.3.6 Considerações Finais.....	134
3. METODOLOGIA DA PARTE II: RESULTADOS E DISCUSSÃO	136
3.1 METODOLOGIAS PARTICIPATIVA E ESPECIALISTA.....	136
3.2 ETAPAS DA PESQUISA EMPÍRICA.....	137

3.3	SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO	138
3.3.1	Estudo de caso Bahia – Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá	139
3.3.2	Estudo de caso do Ceará – Salitre, Mauriti, Missão Velha e Altaneira	140
3.4	SELEÇÃO DA AMOSTRA	141
3.5	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS PRIMÁRIOS E FONTES SECUNDÁRIAS	144
3.5.1	Dados secundários	144
3.5.2	Instrumento de coleta de dados primários: questionários e entrevistas qualitativas	145
3.6	COLETA DOS DADOS PRIMÁRIOS	147
3.6.1	Aplicação dos questionários	147
3.6.2	Aplicação das entrevistas institucionais	149
3.6.3	Observação e vivências de campo	150
3.7	PÓS-CAMPO: ANÁLISE DOS DADOS	151
3.7.1	Análise quantitativa: questionários	151
3.7.2	Análise qualitativa	152
3.8	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A METODOLOGIA	152
4.	EXPOSIÇÃO CLIMÁTICA: CONSIDERAÇÕES SOBRE VARIABILIDADE CLIMÁTICA, SECAS E PERCEPÇÃO DO CLIMA EM SALITRE	154
4.1	CLIMATOLOGIA DO ESTUDO DE CASO: DO CARIRI A SALITRE	156
4.2	PERCEPÇÃO CLIMÁTICA	160
4.2.1	Percepção climática: extremos de seca e chuva	161
4.2.2	Percepção climática: variabilidade e mudança do clima	165
4.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171
5.	VULNERABILIDADE DO SISTEMA APÍCOLA E AGRÍCOLA	174
5.1	APICULTURA	174
5.1.1	Elemento Produtivo: <i>abelhas e colmeias</i>	175
5.1.2	Modelos de produção: extrativismo, <i>ranchos de pedra e caixas</i>	176
5.1.3	Produção de mel: pastagem apícola e <i>a sazonalidade climática</i>	177
5.1.4	Variabilidade climática e a apicultura	180
5.1.5	Eventos extremos e apicultura: a seca de 2012	181
5.1.6	Adaptação da apicultura em Salitre	183
5.1.7	Conclusões sobre vulnerabilidade e adaptação da apicultura familiar	186
5.2	VULNERABILIDADE CLIMÁTICA E ADAPTAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR RURAL	187
5.2.1	Sistemas Irrigados	188
5.2.2	Sistemas Sequeiro	196
5.2.3	Agricultura de vazante	236
5.2.4	Conclusões sobre vulnerabilidade climática dos sistemas agrícolas familiares de sequeiro e vazante	240
6.	PECUÁRIA FAMILIAR E SISTEMA FAMILIAR	242
6.1	VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SUBSISTEMA BIOLÓGICO ANIMAL	246
6.1.1	Sensibilidade biológica: espécies animais	246
6.1.2	Adaptação: inovação e gestão dos recursos genéticos dos rebanhos	247
6.1.3	Resiliência: recuperação dos rebanhos pós-impacto	250
6.2	VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SUBSISTEMA NUTRICIONAL ANIMAL	250
6.2.1	Adaptações e capacidade adaptativa: ajustes no sistema alimentar pecuário	253
6.2.2	Impactos da seca de 2012 no sistema nutricional pecuário	272
6.2.3	Intervenção do Estado e capacidade adaptativa da pecuária familiar durante a seca de 2012	279
6.3	SUBSISTEMA HÍDRICO ANIMAL	280
6.3.1	Vulnerabilidade do Subsistema Hídrico animal	281
6.3.2	Impactos da seca 2012 – Estudo de caso Salitre	286
6.4	CONCLUSÕES SOBRE A VULNERABILIDADE DO SISTEMA PECUÁRIO FAMILIAR	290

7. VULNERABILIDADE DO SISTEMA FAMILIAR	294
7.1 SUBSISTEMA RENDA.....	294
7.1.1 Subsistema renda agropecuária.....	295
7.1.2 Renda externa ao estabelecimento rural.....	315
7.1.3 Vulnerabilidade da Renda Familiar: considerações finais	324
7.2 SISTEMA ALIMENTAR HUMANO	326
7.2.1 Adaptação e capacidade adaptativa: a seca de 2012.....	331
7.3 VULNERABILIDADE DO SUBSISTEMA HÍDRICO HUMANO	333
7.3.1 Adaptação e capacidade adaptativa: cisternas de placas.....	336
7.3.2 Adaptação e capacidade adaptativa: pipas.....	342
7.3.3 Impacto da seca de 2012 no consumo hídrico humano - estudo de caso Salitre	345
7.3.4 Gestão adaptativa: P1MC e Operação Pipa como oportunidades de	
aprendizado político.....	347
7.3.5 Adaptação e Capacidade adaptativa: outras fontes de água para consumo	
Humano	349
7.3.6 Considerações finais sobre a vulnerabilidade do subsistema hídrico humano	351
7.4 ANALOGIAS ADAPTATIVAS: AS SECAS DE ONTEM E DE HOJE	352
8. ARCABOUÇO TEÓRICO-ANALÍTICO	357
8.1 A SECA É UM VETOR DE EXPOSIÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL COMPLEXO E	
HETEROGÊNEO.....	357
8.2 A VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DA PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR PODE SER	
COMPREENDIDO A PARTIR DE UM ARCABOUÇO ANALÍTICO HIERÁRQUICO	362
8.3 A VULNERABILIDADE É MULTI-VETORIAL. O CLIMA É APENAS UM DOS	
FATORES DE ESTRESSE.....	367
8.4 O MODELO DE PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR TRADICIONAL É UM MODELO	
RESILIENTE AO CONTEXTO AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO .	368
8.5 ADAPTAÇÃO PODE SER VISTA COMO UMA CONDIÇÃO, UMA AÇÃO E UM	
PROCESSO	370
8.6 A ADAPTAÇÃO PODE SER CLASSIFICADA: ARCABOUÇO ANALÍTICO	371
8.6.1 Adaptação ao que?.....	372
8.6.2 Momento da adaptação em relação ao evento	373
8.6.3 Mecanismo e Natureza da adaptação	373
8.6.4 . Objetivos (resultados esperados) da adaptação	375
9. CAPACIDADE ADAPTATIVA E SUBSÍDIOS PARA AVALIAÇÃO	386
9.1 CAPACIDADE ADAPTATIVA DO PRODUTOR: CUSTOS DA ADAPTAÇÃO.....	386
9.2 CAPACIDADE ADAPTATIVA POLÍTICA: O PAPEL DO ESTADO E DA	
SOCIEDADE CIVIL.....	391
9.2.1 Modos da intervenção adaptativa do Estado.....	393
9.3 BARREIRAS INSTITUCIONAIS À ADAPTAÇÃO	399
9.4 BARREIRAS INFORMACIONAIS E COGNITIVAS: A DIMENSÃO SUBJETIVA DA	
ADAPTAÇÃO.....	404
9.5 ADAPTAÇÃO E SUSTENTABILIDADE	406
9.6 PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR, DESENVOLVIMENTO E MUDANÇAS	
CLIMÁTICAS: O QUE AGUARDA O FUTURO?	409
9.6.1 Mudanças Climáticas Futuras	409
9.6.2 Cenários Demográficos e Fundiários	411
9.6.3 A manutenção da produção rural familiar é desejável.....	414
9.6.4 Caminhos para o futuro: entre a catástrofe e a esperança	415
9.6.5 Considerações finais sobre o futuro da produção rural familiar	417
9.7 SUBSÍDIOS PARA SISTEMAS DE AVALIAÇÃO.....	419
CONCLUSÕES E RELEXÕES PARA AGENDA POLÍTICA DA ADAPTAÇÃO	428
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	441
APÊNDICE A – Questionário Aplicado no Estudo de Caso da Bahia	468
APÊNDICE B – Questionário Aplicado no Estudo de Caso do Ceará	477

APÊNDICE C – Roteiros Institucionais	495
APÊNDICE D – Formulário De Informação E Consentimento	500
APÊNDICE E – Tipologias de adaptação observadas nos estudos de caso	502
APÊNDICE F – RADAR da vulnerabilidade aplicada à apicultura	507

INTRODUÇÃO

Em essência, este trabalho consiste na reinterpretação de velhos problemas a partir de novas abordagens político-científicas. Os velhos problemas são os efeitos adversos da seca no Semiárido brasileiro. As novas agendas políticas são a *adaptação à mudança climática*, o *desenvolvimento sustentável* e a *convivência com o Semiárido*, que vêm ganhando corpo desde a década de 1990. As novas abordagens científicas são as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência socioecológica. Este contexto de “novidades”, debruçado sobre “velhos problemas”, deu origem a novos territórios epistêmicos na fronteira da pesquisa interdisciplinar orientada para política.

MOTIVAÇÃO E PROCESSO INTELLECTUAL

O presente trabalho se insere na pesquisa da sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional, da Rede Clima (INPE/MCTI)¹. Mais especificamente, toma por base dois estudos de caso do projeto *Mudanças climáticas, produção e sustentabilidade: vulnerabilidade e adaptação em territórios do Semiárido*, financiado pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e executada pela equipe da sub-rede. Entretanto, as reflexões contidas na Tese devem ser vistas dentro de um processo de pesquisa e intelectual mais antigo, que se iniciou em julho de 2010, quando o autor teve a oportunidade de participar do primeiro campo da sub-rede, realizado nos municípios de Monte Alegre e Santarém, no Pará. Ainda em 2010 (agosto), participou de outro campo, realizado na região de Confresa e Porto Alegre do Norte (nordeste mato-grossense).

Ambos os estudos de caso foram o primeiro contato pessoal com o universo da produção rural familiar, servindo para desenvolver abordagens de campo, assim como amadurecer perguntas de pesquisa e o olhar analítico. Observou-se que a vulnerabilidade e a adaptação são local-específicas. Porém, há aspectos socioeconômicos e institucionais da vulnerabilidade que transcendem o local e são compartilhados pelos produtores em geral. Ademais, verificou-se que as adaptações são respostas a contextos ambientais locais, influenciados, mas não determinados, pelo clima. Por exemplo, pecuaristas nas margens do rio Amazonas compartilhavam algumas das adaptações climáticas apresentadas pelos pecuaristas em pastagens de cerrado no Mato Grosso. Constatou-se também que os impactos climáticos não são diretos, mas se manifestam por meio de uma cadeia complexa de impactos através das escalas. Por fim, ficou claro que a adaptação ocorre em um contexto mais amplo de desenvolvimento e que, sem compreender a lógica, anseios e

¹ A Rede Clima é uma rede de pesquisa permanente, formada por 15 sub-redes temáticas. Criada em 2007 no âmbito do MCTI, a Rede Clima é um instrumento da Política Nacional sobre Mudança Climática e tem por atribuição produzir conhecimento científico que sirva de subsídio à formulação de políticas públicas e decisões governamentais no que tange à mudança climática.

perspectivas dos produtores na formulação de políticas, não era possível pensar em intervenção adaptativa eficiente.

Assim, estes primeiros campos serviram para consolidar metodologias e instrumentos de coleta de dados, compreender melhor a dinâmica da produção rural familiar e levantar questões e problemas de pesquisa. Ao mesmo tempo, o autor vinha trabalhando no desenvolvimento de sistemas de avaliação da vulnerabilidade climática, tomando por base uma ampla revisão da literatura e alguns conhecimentos gerais sobre a realidade da produção rural familiar. O aporte das experiências empíricas dos campos na Amazônia durante esse processo levou o autor a concluir que, antes de prosseguir no desenvolvimento dos sistemas de avaliação, era necessária uma profunda compreensão de como a produção familiar é afetada e como ela responde a eventos climáticos. Para tanto, a fonte de informação deveria vir de observações sistemáticas de campo sobre a relação agropecuária familiar e clima, assim como contar com a percepção dos produtores sobre suas realidades. Em conjunto, elas forneceriam bases mais sólidas para pensar em sistemas de avaliação da vulnerabilidade.

Não menos importante, foi o trabalho paralelo de revisão teórica-conceitual no âmbito da sub-rede. Diferentemente das áreas disciplinares tradicionais, nas quais as bases epistêmicas e linhas teóricas estão consolidadas, a epistemologia da adaptação à mudança climática é recente e de contornos indefinidos, especialmente devido a sua natureza interdisciplinar. Estabelecer um marco teórico neste contexto agrega, por um lado, um desafio a mais à pesquisa, mas por outro, fornece uma oportunidade instigante para exercitar a interdisciplinaridade e experimentar em fronteiras na qual ciências sociais e naturais iniciam um diálogo ainda incipiente. Soma-se a isso, uma relativa escassez de trabalhos na literatura especializada que vão além das reflexões teóricas abstratas e dão o próximo passo: aplicar um arcabouço teórico-conceitual em processos adaptativos locais (SMIT; WANDEL, 2006).

Portanto, foi da percepção da necessidade de compreender a “anatomia” da vulnerabilidade e da adaptação a partir da pesquisa empírica, acompanhada de uma intensa reflexão teórica, que surge a motivação e, conseqüentemente, a proposta da Tese. As experiências de campo na Amazônia serviram de base para planejar os campos no nordeste. A pesquisa da sub-rede no Semiárido foi a oportunidade para realizar a parte empírica. O período de um ano como bolsista sanduíche da Capes na *McGill University* (Montreal, Canadá) foi a oportunidade para amadurecer a base teórica e dialogar a empiria com o arcabouço teórico-analítico. O resultado encontra-se nas próximas páginas.

OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo da Tese é a vulnerabilidade e a adaptação dos sistemas rurais familiares à variabilidade climática e aos eventos extremos de seca no Semiárido brasileiro.

Aqui é necessário esclarecer alguns conceitos, dentre eles o de agricultura familiar, que é, ao mesmo tempo, uma categoria social e política (NEVES, 2002). Como conceito, possui diversas interpretações e definições na literatura especializada (MORTON, 2007). Campesinato, pequena produção, agricultura familiar, agricultura de subsistência e produção familiar rural têm sido usados como termos equivalentes, apesar de diferirem ligeiramente pelo momento político no qual foram utilizados e pelos aspectos que pretendem enfatizar (SCHMITZ; MOTA, 2010a).

O termo adotado neste trabalho é o de produção rural familiar, uma vez que, no contexto brasileiro, a população que se enquadra nessa categoria frequentemente pratica outras atividades que não apenas a agricultura (ex.: pecuária, apicultura, extrativismo, pesca, caça, artesanato etc). Quanto à definição, adota-se aquela apresentada pela *Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais* (PNAF - Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006). Segundo seu artigo 3º, um agricultor familiar/empreendedor familiar rural é aquele que atende, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

I - Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais²;

II - Utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

III - Tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

IV - Dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família;

A escolha pela aceção política trazida pela PNAF justifica-se pelo fato da pesquisa situar o produtor familiar rural dentro do seu contexto político-institucional. Portanto, a Tese não se propõe a adentrar no debate do conceito de produção familiar rural sob outras perspectivas, como o de entidade antropológica ou categoria social no desenvolvimento rural brasileiro, apesar de reconhecer a relevância científica desses olhares.

Outro conceito chave neste trabalho é o de mudança climática (MC), que é definido como qualquer alteração no clima, seja ela de origem antrópica ou natural. Isso implica que a variabilidade climática - dentro da qual a seca de 2012 insere-se como um evento extremo - também é considerada como mudança do clima. Apesar deste trabalho não entrar no mérito das causas da mudança do clima, ele parte do pressuposto que as atividades humanas pós-revolução industrial vêm influenciando a variabilidade climática para além de sua dinâmica natural e que as consequências serão sentidas na forma de alterações nas

² O tamanho de um módulo fiscal varia entre os municípios brasileiros (entre 5ha e 100ha)

normais de precipitação e temperatura, assim como na frequência e magnitude de eventos climáticos extremos.

PROBLEMAS

A Tese aborda três problemas gerais. O primeiro tem sido investigado por diferentes linhas teóricas da geografia, ciências sociais, economia e antropologia desde meados do século XX: Quais as causas da elevada vulnerabilidade da produção rural familiar à seca no Semiárido Nordeste? Como eles respondem? Qual o papel do Governo neste processo? A novidade da pesquisa é que ela analisa este problema a partir da ótica da pesquisa sobre adaptação à mudança climática. A variabilidade climática e um evento extremo de seca (seca de 2012) são tomados como referência.

O segundo problema é de cunho teórico-conceitual. Desde 1990, avanços foram feitos na construção de arcabouços teóricos, conceituais e analíticos na agenda de pesquisa sobre adaptação à mudança climática. Todavia, como já mencionado, há um déficit de trabalhos empíricos que reflitam e dialoguem com o marco teórico disponível. Os conceitos geralmente são tomados de forma abstrata e descritiva, pouco articulados com realidades locais. Neste sentido, este trabalho também aborda as questões: como as abordagens da resiliência e vulnerabilidade podem ser aplicadas a estudos de caso no Semiárido brasileiro? A pesquisa empírica pode fornecer subsídios e reflexões para avanços no arcabouço teórico-conceitual em construção sobre adaptação à mudança climática, inclusive para a aproximação entre abordagens naturais e sociais?

O terceiro problema relaciona-se ao papel da ciência no suporte à tomada de decisão. A Tese busca contribuir nesse sentido, atacando alguns problemas centrais: Como operacionalizar conceitos teóricos abstratos em conceitos analíticos palatáveis à tomada de decisão? Quais são os determinantes da vulnerabilidade climática no Semiárido e quais pontos de entrada para intervenção política adaptativa? Como avaliar a vulnerabilidade? Como os processos de adaptação e desenvolvimento convergem ou divergem? Como as políticas públicas voltadas para a agricultura familiar influenciam a paisagem adaptativa rural do Semiárido? A resposta para estas perguntas podem, potencialmente, dar suporte a formulação de políticas públicas e intervenções adaptativas mais eficientes e eficazes.

Tendo em vista os problemas elencados acima, algumas questões mais específicas foram colocadas como guias para pesquisa (Quadro 1)

Perguntas-Guia	Metodologias
Quais são as principais abordagens teórico-conceituais da pesquisa sobre adaptação dos sistemas socioecológicos às mudanças climáticas?	Revisão da literatura científica e política
As abordagens da resiliência socioecológica e da vulnerabilidade podem ser integradas em uma única abordagem científica?	
De que forma as agendas da adaptação à mudança climática, do desenvolvimento sustentável e da convivência com o Semiárido dialogam?	
Como a produção rural familiar do Semiárido é afetada e responde à variabilidade climática?	Revisão da Literatura Análise qualitativa e quantitativa de dados primários e secundários coletados durante pesquisa de campo em estudos de caso no Semiárido nordestino entre 2011 e 2013
Como a produção rural familiar do Semiárido foi afetada e respondeu à seca extrema de 2012?	
Quais são os determinantes da vulnerabilidade climática da produção rural familiar no Semiárido?	
Quais são os determinantes do processo adaptativo da produção rural familiar no Semiárido?	
Como a intervenção do Estado influencia na paisagem adaptativa da produção rural familiar do Semiárido em anos de seca extrema?	
Quais as diferenças nos impactos e na paisagem adaptativa durante secas pretéritas e durante a seca de 2012?	Analogia*

Quadro 1 - Perguntas-guia da pesquisa e metodologias utilizadas para respondê-las. * vide Ford *et al*, 2010a

ESTUDOS DE CASO

Para responder as perguntas, a pesquisa adotou dois estudos de caso. O primeiro foi realizado na Bahia, entre junho e julho de 2011. Ele se localiza no submédio São Francisco baiano, abrangendo quatro municípios: Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá. A pesquisa foi empreendida em um ano considerado de chuvas regulares e durante os primeiros meses da estação seca, quando a represa de Sobradinho começa a diminuir de volume, a colheita do milho é realizada e as forragens nativas da caatinga perdem suas folhas.

O segundo estudo de caso foi realizado no Cariri cearense, um contexto ímpar no Semiárido devido às terras altas e úmidas da Chapada do Araripe. A pesquisa ocorreu durante uma das secas mais severas dos últimos 50 anos, segundo o relato dos próprios produtores e atores institucionais. Esta foi uma oportunidade científica rara de observar *in loco* os efeitos de um evento extremo durante a sua ocorrência. Este campo foi dividido em dois momentos. O primeiro, em novembro de 2012, no auge da estiagem, quando os recursos hídricos e alimentares estão no limite. O segundo momento, em janeiro de 2013, foi no início da estação chuvosa, quando o plantio inicia-se e os recursos naturais começam a recuperação dos estoques. Quatro municípios foram visitados (Salitre, Mauriti, Missão Velha e Araripe), apesar da ênfase ser dada no município de Salitre, onde o autor despendeu mais tempo e pode aplicar questionários que serviram de base para as análises quantitativas.

Entrevistas adicionais, aplicadas a atores institucionais e produtores familiares, assim como vivências de campo, foram realizadas em outros municípios do Semiárido durante e entre os campos dos estudos de caso, somando ao universo de análise, visitas pontuais e

pesquisas mais aprofundadas em Juazeiro do Norte (CE), Crato (CE), Campos Sales (CE), Petrolina (PE), Araripina (PE), Ouricuri (PE), Exu (PE), Pilão Arcado (BA) e Sobradinho (BA).

ESTRUTURA DA TESE

A tese é dividida em três partes: Mapa (ou marco teórico), Trajeto (ou resultado e discussões) e Destino (ou reflexão teórica-empírica). A primeira parte, **Mapa**, como o próprio nome indica, tem por objetivo localizar o estudo dentro de uma paisagem epistêmica e política. É composta de dois capítulos. O primeiro, fornece as referências teórico-conceituais. O segundo, contextualiza a pesquisa dentro das agendas políticas da adaptação à mudança climática, da agricultura familiar e da convivência com o Semiárido (Figura 1). A metodologia desta parte (revisão da literatura) é descrita mais adiante na introdução.

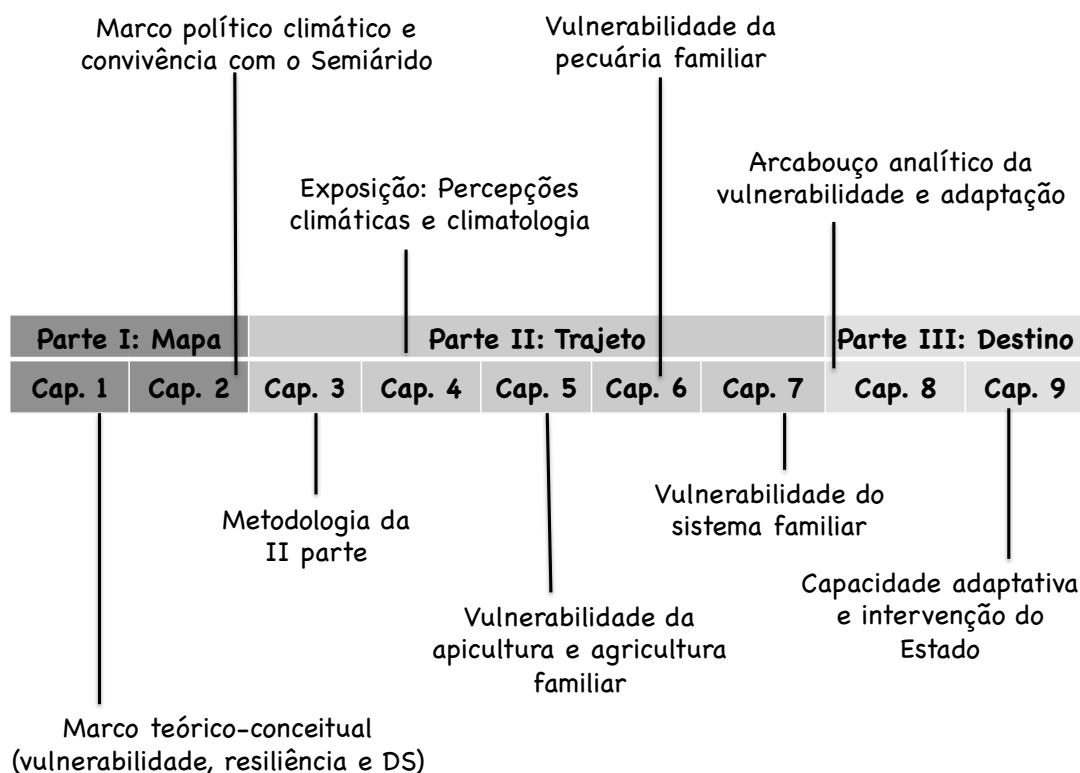


Figura 1 Mapa da Tese, indicando as três partes (Mapa, Trajeto, Destino), os capítulos e uma síntese dos temas tratados em cada um deles
Fonte: elaborado pelo autor

A segunda parte, **Trajeto**, consiste em cinco capítulos de resultados e discussões. Nestes, a metodologia adotada na pesquisa de campo é apresentada (cap. 3), os vetores de exposição climática são analisados a partir de dados climatológicos e da percepção dos produtores rurais familiares (cap. 4) e as vulnerabilidades, nos diferentes sistemas da

produção rural familiar, são analisadas: sistema apícola e agrícola (cap. 5); sistema pecuário (cap. 6); sistema familiar (cap. 7). A terceira e última parte, **Destino**, dedica-se a fazer o diálogo entre a pesquisa empírica e teórica, utilizando os resultados observados em campo na construção de arcabouços analíticos de vulnerabilidade e de adaptação (cap. 8). Também expande a reflexão teórico-empírico para a análise da capacidade adaptativa, paisagem político-institucional e sistemas de avaliação, assim como faz algumas considerações sobre cenários futuros para a produção rural familiar (cap. 9).

Os resultados apontam para sistemas familiares historicamente resilientes, porém altamente sensíveis à variabilidade climática e a eventos extremos de seca. A partir da análise da seca de 2012 e analogias com outras secas, propõem-se o conceito de paisagem adaptativa para explicar como, nesta última seca, os impactos nos sistemas humanos (segurança hídrica, segurança alimentar e renda) foram mais amenos quando comparados aqueles de eventos semelhantes pretéritos, enquanto continuam elevados nos subsistemas agropecuários. O papel de políticas públicas e assistenciais mostraram-se as principais responsáveis por este contexto de menor vulnerabilidade, apesar de levantar questões e críticas quanto a pertinência deste modelo de resposta governamental tendo em vista os objetivos da sustentabilidade e autonomia adaptativa dos produtores.

Chama-se a atenção do leitor que este trabalho não se insere, nem defende qualquer corrente política ou ideológica. Leituras fragmentadas do trabalho podem levar a apropriações distorcidas ou interpretações equivocadas que sejam, eventualmente, usadas para justificar ou refutar agendas particulares. Este risco é inevitável, visto a complexidade do tema e a histórica politização da relação entre produção rural familiar, seca e Semiárido brasileiro. Neste sentido, a Tese deve ser compreendida em sua totalidade: um diagnóstico da realidade em sua complexidade guiado por perguntas científicas específicas.

Este alerta não significa que os resultados e discussões não tenham, potencialmente, implicações políticas no sentido estrito da palavra. A pesquisa científica é um elemento importante na consolidação de perspectivas políticas. A Tese, como pesquisa exploratória, contribui ao reunir evidências substanciais à favor da viabilidade de sistemas rurais dentro do paradigma da convivência com o Semiárido, mesmo diante dos cenários de mudança climática projetados para o século XXI. Esta conclusão contrasta com outras perspectivas políticas que defendem o abandono da agropecuária rural familiar e transição para modelos não agrícolas como caminho para lidar com a mudança climática. A adoção de uma ou de outra destas perspectivas pelos atores políticos será a diferença no grau de prioridade que a produção rural familiar irá receber na agenda política nas próximas décadas, o que, no caso do Semiárido, envolve, direta e indiretamente, milhões de pessoas.

É necessário ponderar e aprender com alternativas e possibilidades bem sucedidas e mal sucedidas empiricamente. Foge-se assim de duas armadilhas políticas. Por um lado, da

defesa ingênua da imutabilidade da cultura tradicional sertaneja e da fixação do homem no campo como objetivo último. Por outro, evita precipitar a extinção de um sistema cultural secular sem que suas sustentabilidade futura seja realmente compreendida diante do risco climático e ponderada dentro dos anseios das populações diretamente envolvidas e dos cenários de desenvolvimento mais amplos, que comportam, inclusive outras possibilidades econômicas complementares, porém não excludentes, às agropecuárias.

METODOLOGIA DA PARTE I: MAPA

A primeira parte da Tese, dedicada ao marco teórico-conceitual, foi construída usando a metodologia da revisão da literatura. Enquanto pesquisas disciplinares - e algumas áreas interdisciplinares - costumam ter autores e linhas teóricas clássicos em relação aos quais os trabalhos acadêmicos são referenciados, a pesquisa sobre *impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática* ainda carece de um marco consolidado. Essa ausência é própria de um campo novo que ainda está em processo de construção. Diante disso, um dos principais desafios da Tese foi estabelecer um marco teórico-conceitual que pudesse orientar a pesquisa.

Assim, desde 2009, uma ampla revisão da literatura vem sendo empreendida no intuito de mapear as principais correntes epistêmicas que fundamentam a pesquisa em adaptação à mudança climática, suas características, vantagens e limitações tendo em vista os objetivos da Tese. O ponto de partida foi a síntese da literatura produzida pelo Grupo de Trabalho II do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (*Intergovernmental Pannel on Climate Change – IPCC*), em seu 4º relatório (2007). A partir dele, foi feita uma primeira triagem de temas, artigos e autores, constituindo uma base inicial para buscas mais detalhadas no portal de periódicos da CAPES e Google Acadêmicos (o qual se revelou uma excelente ferramenta de busca, apesar do escopo limitado). Os resultados permitiram identificar duas principais abordagens na agenda de pesquisa (da vulnerabilidade e da resiliência), autores-chave e centros de pesquisa de referência.

Box 1 – *Wikipedia e pesquisa científica*

O site do *Wikipedia* em língua inglesa também foi usado como ferramenta auxiliar. Neste caso, cabe clarificar que em nenhum momento o *Wikipedia* foi fonte primária da Tese, visto que é uma enciclopédia livre, baseada no modelo de edição aberta, no qual qualquer usuário pode adicionar ou modificar informações. Isso implica que está sujeita a equívocos. Todavia, sua versão em inglês traz sínteses razoáveis sobre temas específicos, citando fontes primárias ao longo do texto, muitas das

quais artigos publicados em periódicos *peer review* conceituados. As referências eram então usadas nos portais de busca científica mencionados acima (portal da CAPES e Google Acadêmicos) . Ao final da tese, já com uma bagagem mais sólida sobre o marco teórico e a histórica das ciências da mudança climática, o autor revisitou algumas das páginas e verificou que, de fato, o conteúdo era, em sua essência, confiável. Talvez a relevância que o tema ganhou nos últimos anos, ou mesmo os embates entre céticos e cientistas da mudança climática, tenham levando especialistas no assunto a estarem sempre monitorando e atualizando os artigos referentes ao tema na enciclopédia virtual.

O objetivo dessa breve discussão não é defender o *Wikipedia* inglesa como fonte acadêmica. O autor está ciente das ressalvas que o uso dessa ferramenta tem na prática científica. Contudo, optou por trazê-la nessa breve discussão, porque se surpreendeu com a qualidade da informação encontrada e, assim sendo, julgou relevante trazer a reflexão para a Tese. No seu entender, o *Wikipedia* em língua inglesa pode ser uma ferramenta interessante a contextualizações rápidas sobre um tema no cotidiano da pesquisa sobre Mudança Climática e como ferramenta pedagógica no ensino acadêmico e escolar como uma aproximação ou introdução do tema, desde que as informações sejam checadas antes por um especialista.

Apesar de um panorama geral sobre a epistemologia da pesquisa em adaptação à mudança climática ter sido realizada nesta primeira etapa de revisão da literatura (2009-2011), ela também revelou um vasto mosaico de perspectivas, olhares e concepções teórico-conceituais, cuja articulação não estava clara. Em 2011, o autor participou do Programa Institucional de Bolsas de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), permanecendo um ano (09/11-09/12) como *visiting researcher* no *Climate Change Adaptation Research group*, vinculado ao Departamento de Geografia da McGill University (Montreal, Canadá). O grupo - liderado pelo professor James Ford - desenvolve pesquisa sobre vulnerabilidade e adaptação à mudança climática de populações indígenas (inuítas) no Ártico canadense.

O objetivo geral do estágio-sanduíche era consolidar o marco-teórico da Tese. Neste contexto, a escolha da McGill justifica-se: **(1º)** pela pesquisa em adaptação à mudança climática ter na escola canadense as raízes históricas da abordagem da vulnerabilidade **(2º)** pelo fato do professor James Ford ser membro dessa escola e ser uma referência da nova geração de pesquisadores nesse campo de pesquisa, possuindo experiência tanto teórica quanto prática. Sob a orientação dele, o autor realizou uma revisão-guiada da literatura

teórica-conceitual sobre o tema. Ao mesmo tempo, em diversas ocasiões, o autor teve a oportunidade de discutir as leituras como o professor Ford e outros colegas, de modo que dúvidas foram esclarecidas e ideias consolidadas.

Como resultado, foi possível estabelecer um mapa satisfatório do território epistêmico e das agendas de pesquisa científica e da política internacional sobre adaptação à mudança climática, fechando as lacunas e permitindo um olhar mais seguro sobre o campo epistêmico. Os dois primeiros capítulos dessa tese são produtos diretos desse esforço, sendo escritos, em grande parte, durante o estágio-sanduíche. Eles não esgotam a literatura nem abrange todas as nuances que caracterizam o campo de pesquisa, mas dão uma base epistêmica razoável sobre o qual a Tese pode caminhar.

Apesar do contexto de atuação do grupo da McGill ser muito distinto do semiárido, a abordagem teórico-metodológica e os objetivos de pesquisa adotados pelo grupo canadense iam ao encontro da pesquisa realizada nessa Tese e da investigação pela sub-rede da qual o autor faz parte. Assim, além da revisão da literatura, outros *insights* importantes foram fruto dessa vivência no exterior. O diálogo com os colegas que realizavam trabalhos semelhantes no Ártico permitiram ter contato com metodologias e abordagens de campo e amadurecer o arcabouço analítico.

Ademais, uma nova ferramenta de pesquisa relevante foi apreendida neste processo: a Revisão Sistemática da Literatura (*Systematic Review of Literature* - SRL). Esta ferramenta permite uma revisão mais aprofundada e ampla da literatura quando comparada aos métodos tradicionais. A SRL é guiada por uma pergunta e possui critérios específicos de inclusão e exclusão de artigos (BERRANG-FORD *et al*, 2011). A ferramenta foi aplicada aos objetivos da tese, tendo como pergunta-guia: como os produtores familiares rurais são afetados e respondem a variabilidade climática e a mudança climática nos países do Sul não-insulares? Um conjunto de palavras-chave foram selecionadas e a pesquisa realizada utilizando a ferramenta ISI Web of Knowledge compreendendo o período entre 2001 e 2011. Foram encontrados 1.426 artigos. A inclusão foi feita com base nos resumos segundo os critérios pré-definidos: ser estudo de caso e descrever como os produtores rurais familiares são afetados e respondem à variabilidade e mudança climática.

Após triagem feita, restaram 170 artigos, incluídos para leitura integral e classificação segundo um esquema (*coding scheme*) elaborado durante a estadia na *McGill University*. Diante do esforço de pesquisa envolvido em uma revisão deste fôlego, e do tempo disponível para a realização da Tese, a revisão sistemática da literatura não compõem a metodologia da tese. Por si só, a SRL poderia compor uma dissertação de mestrado ou mesmo uma Tese de doutorado independente. Entretanto, a revisão sistemática continua avançando em paralelo no âmbito da sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento

Regional. Seus resultados parciais foram usados para validar os resultados e metodologias empregadas nesta Tese.

PARTE I – MAPA (OU MARCO TEÓRICO-POLÍTICO)-

1. MARCO TEÓRICO-CONCEITUAL³⁴

O presente capítulo é a base de toda a pesquisa que se segue, estabelecendo as referências teórico-conceituais e analíticas da Tese. Porém, vai além disso: não se restringe a uma revisão ampla da literatura, mas busca refletir questões da fronteira epistemológica da pesquisa sobre adaptação à Mudança Climática. O resultado em si é uma novidade trazida pela Tese, visto a escassez de revisões equivalentes em língua portuguesa e de uma epistemologia ainda em consolidação na comunidade científica internacional em alguns dos pontos tratados.

Na elaboração deste capítulo, uma abordagem histórica foi adotada. Esta opção se justifica pelo fato do arcabouço teórico-conceitual ser interdisciplinar, composto por termos, conceitos e teoria que evoluíram de raízes em ciências disciplinares diversas, mas cujos galhos e frutos encontram-se em um espaço interdisciplinar complexo.

O capítulo dialoga diretamente com a segunda parte (cap. 3-7) e terceira parte (cap. 8-9) do trabalho. Nestas, a literatura não será novamente explorada, a não ser quando for imprescindível para a compreensão do conteúdo. Assim, chama-se a atenção do leitor para que, ao se debruçar sobre os próximos capítulos, tenha o presente sempre como referência.

1.1 ABORDAGENS DA VULNERABILIDADE E DA RESILIÊNCIA NA PESQUISA EM SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS

A demanda por conhecimento científico na interface homem-natureza relevante à tomada de decisão é uma necessidade premente e cada vez mais urgente frente ao risco representado pelas mudanças ambientais globais. No cerne dessa demanda encontram-se duas perguntas:

- *Como os sistemas acoplados homem-natureza são afetados por perturbações externas?*

- *Como eles respondem?*

A busca por respostas conduzem a pesquisa em um território interdisciplinar, cuja topografia é explorada por várias tradições das ciências humanas e naturais. Esse território epistêmico será chamado neste trabalho de pesquisa em sistemas socioecológicos. As

³ Este capítulo serviu de subsídio para a apresentação na mesa redonda BURSZTYN, M. ; SIMONI, J. ; HENKE, C. ; LITRE, G. ; LINDOSO, D. P. . Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional. VI ENANPAS, Setembro de 2012.

⁴ Este capítulo serviu de subsídio para a apresentação oral: LINDOSO, D. P. ; FONSECA, I. . Análise dos conceitos de vulnerabilidade, adaptação e resiliência no contexto das mudanças climáticas, V ENANPAS, Florianópolis, setembro de 2010

correntes que nele transitam serão agrupadas sob o “guarda-chuva” de duas grandes abordagens teóricas: a abordagem da vulnerabilidade e a abordagem da resiliência.

Mudanças Climáticas e Sustentabilidade são dois dos domínios científicos ou nichos temáticos em relação aos quais as abordagens orientam perguntas específicas e o recorte dado à interface homem-natureza. Quando a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (CQUNMC) foi criada, em 1992, a adaptação foi colocada como resposta complementar e sinérgica à mitigação no enfrentamento do risco representando pelas mudanças climáticas globais (FORD *et al*, 2010a). Contudo, na prática política e discursiva, a mitigação assumiu o protagonismo, enquanto adaptação ocupou um papel marginal (SCHIPPER, 2006). Um dos principais fatores apontados como responsáveis pela morosidade da incorporação da adaptação, de forma efetiva, na agenda política foram as lacunas científicas sobre os impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática (ADGER *et al*, 2009).

Neste contexto, o arcabouço teórico-conceitual ainda era incipiente e a academia foi chamada para suprir o conhecimento científico capaz de dar suporte à construção de uma agenda de adaptação. Tanto a abordagem da vulnerabilidade, quanto a da resiliência, se apresentaram para esse esforço. Na primeira, adaptação é entendida como redução de vulnerabilidade, seja ao moderar sensibilidades, seja no fortalecimento da capacidade adaptativa. Na segunda, adaptação é entendida como construção de resiliência.

A primeira parte desta seção explora a pesquisa sobre sistemas socioecológicos, a partir das abordagens da resiliência e da vulnerabilidade, assim como as implicações para a pesquisa sobre adaptação à mudança climática. Primeiramente, o paradigma do sistema socioecológico será brevemente apresentado, seguido da descrição detalhada sobre as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência. O objetivo é contextualizar essas duas tradições em suas raízes científicas (geografia e ecologia, respectivamente), assim como caracterizar os respectivos marcos teórico-conceituais e arcabouços analíticos.

Esse exercício revela algo interessante: a observação científica da realidade levou, de forma independente, ao surgimento de inquietações e perguntas semelhantes em campos do conhecimento que tradicionalmente são separados pelas barreiras disciplinares. Por fim, a percepção dessas semelhanças e o processo de aproximação entre a pesquisa em vulnerabilidade e em resiliência, a partir de meados da década de 1970, será debatido.

Como será visto, há um movimento de convergência entre os arcabouços teórico-conceituais da resiliência e vulnerabilidade, o que resulta em um léxico científico rico, porém confuso em sua diversidade de conceitos e interpretações para um mesmo conjunto de termos e noções. As divergências e incongruências teórico-metodológicas entre resiliência e vulnerabilidade, inerentes a naturezas tão distintas das respectivas ciências de origem, também serão discutidas. Por fim, será brevemente apresentada a inserção das abordagens

da vulnerabilidade e da resiliência no desenvolvendo da pesquisa sobre sustentabilidade e sobre mudança climática.

1.1.1 Sistema socioecológico

Há um crescente reconhecimento de que para compreender e antecipar o comportamento de sistemas sociais e ecológicos é necessário levar em conta a dinâmica que emerge na interações entre ambos (GALLOPÍN, 2006; YOUNG *et al*, 2006). Na literatura, o reconhecimento de uma natureza empiricamente indissociável entre homem e natureza é expresso nos termos *sistemas socioecológicos*, *sistemas acoplados homem-ambiente* (ou *sistemas acoplados homem-natureza*), usados como sinônimos para se referir a sistemas dessa natureza (TURNER *et al*, 2003).

Neste trabalho, o termo adotado é sistema socioecológico (SSE). Tal escolha se justifica por dois motivos. Primeiro, porque traz explícito na grafia a natureza híbrida homem-natureza dos sistemas analisados, facilitando a comunicação entre o autor e o seu leitor. Segundo, porque é um termo amplamente utilizado na produção científica sobre resiliência, vulnerabilidade e sustentabilidade. Entretanto, aqui cabe uma ressalva. Na literatura da vulnerabilidade, o emprego de *sistema socioecológico* não implica em compromissos teóricos. Apenas destaca que as condições e os processos observados são produtos da interação entre subsistemas humanos e naturais. Em contrapartida, na abordagem da resiliência, o emprego do termo vai além: assume uma série de premissas teóricas quanto ao comportamento do sistema analisado, como será discutido na seção 1.1.3 e 1.1.4.

O paradigma do sistemas socioecológicos é uma ferramenta analítica útil para a investigação científica relevante à tomada de decisão, na qual pode-se identificar três componentes: o subsistema ecológico, o subsistema social e o sistema acoplado em si. Todavia, se por um lado o paradigma tem a virtude de aproximar as dimensões ambiental e humana, a concepção do SSE será sempre uma construção social, não podendo ser confundido com a realidade em si (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Em outras palavras, o recorte é centrado naquelas relações homem-natureza que são relevantes da perspectiva humana. Neste contexto, há inúmeras formas de conceber um SSE; cada qual diferindo na ênfase dada ao comportamento humano, relações sociais, processos biofísicos/ecológicos, processos econômicos etc (ANDERIES; NORBERG, 2008). Como será discutido a seguir, os recortes dados aos SSE pelas abordagens da vulnerabilidade e resiliência apesar de distintos, são em grande medida complementares.

1.1.2 Abordagem da Vulnerabilidade

A abordagem da vulnerabilidade tem suas raízes na escola risco-perigo (*risk-hazard*), desenvolvida durante a primeira metade do século XX no âmbito da Geografia Física norte-americana, da qual a pesquisa sobre *Desastres Naturais* é herdeira direta (ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006; FÜSSEL, 2007; MARANDOLA; HOGAN, 2004). O termo perigo (*hazard*) refere-se ao distúrbio natural de forma hipotética ou abstrata: uma ameaça em potencial aos sistemas humanos; o termo *risco* reflete a probabilidade de ocorrência do fenômeno (CARDONA, 2008). Já o termo desastre natural é empregado quando o distúrbio natural se manifesta, resultando em impactos e perdas para os sistemas humanos.

Os primeiros trabalhos da escola risco-perigo surgiram por demanda do governo dos EUA, com o objetivo de dar suporte científico a intervenções políticas de gestão de riscos e mitigar impactos causados por desastres naturais (MARANDOLA; HOGAN, 2004).

A pesquisa em desastres naturais já nasce orientada para política (*policy-driven*) e é, em essência, antropocêntrica (só há desastre natural quando o estímulo ambiental representa um problema a sistemas humanos). Marcante nessa escola é o fato de entender a construção do risco como resultado e proporcional à magnitude e à natureza do estímulo ambiental. Fatores humanos tem importância menor ou são ignorados como determinantes do risco.

A partir da década de 1970, elementos da ecologia política e da economia política influenciam a pesquisa em desastres naturais (ALCANTÁRA-AYLA, 2002). Nesse período, cresce entre os cientistas a percepção de que a ocorrência de desastres naturais eram sobremaneira determinados por processos e condições socioeconômicas e político-institucionais internos aos sistemas humanos. É dessa percepção e diálogo interdisciplinares que se encontra a gênese do que hoje é chamada de abordagem da vulnerabilidade (GALLOPÍN, 2006; EAKIN; LUERS, 2006; FÜSSEL, 2007). É interessante observar que esta perspectiva desafia o próprio termo “natural” do desastre, evidenciando que o homem é, em grande parte, responsável pelas catástrofes vistas, originalmente na escola *risco-perigo*, como de causas naturais e externas aos sistemas humanos.

Durante as décadas de 1980 e 1990, a vulnerabilidade - como linha teórica - consolida-se. Seus fundamentos teórico-conceituais-metodológicos são estabelecidos a partir de tradições da geografia e ciências sociais (TIMMERMAN, 1981; SUSMAN *et al* 1984; KATES, 1985, BOGARD, 1988; DOW, 1992). Adger (2006) chama a atenção para contribuições relevantes da pesquisa em *entitlement* na trajetória da abordagem da vulnerabilidade, agregando à reflexão questões distributivas de poder na predisposição de sistemas humanos a impactos e na sua capacidade de resposta. O modelo *pressure-release*, proposto por Blaikie *et al* (1994) também figura como um marco importante na

consolidação da abordagem da vulnerabilidade, estabelecendo uma ponte entre a ecologia humana e a pesquisa em desastres naturais (ADGER, 2006). Porém, é na pesquisa em mudanças ambientais globais, especialmente no campo da mudança climática, que a abordagem da vulnerabilidade encontra campo fértil para desenvolver sua epistemologia (vide seção 1.1.6).

Marco teórico-conceitual da vulnerabilidade

A pesquisa em vulnerabilidade, antes de compor uma linha teórica coesa, comporta um conjunto de perspectivas que transitam entre abordagens mais sociais e abordagens mais biofísicas. As primeiras, agrupadas sob o escopo da *vulnerabilidade social*, abordam a vulnerabilidade como uma construção social: de raízes históricas e causas econômicas, políticas e culturais que reduzem a capacidade dos sistemas em prevenir ou responder de forma satisfatória a impactos externos (CUTTER, 1996; ADGER; KELLY, 1999). Assume que a vulnerabilidade pode ser estudada independente do vetor de distúrbio ambiental, ou seja, é produto das características socioeconômicas e políticas internas ao sistema humano. Trabalhos que adotam a perspectiva da vulnerabilidade social refletem influência predominante da economia ecológica, da economia política e da pesquisa em *entitlement*. Análises recorrentes da vulnerabilidade social abrangem as causas sociais estruturantes que subjazem em temas como insegurança alimentar, pobreza, grande fomes etc (DERCON; KHRISNAN, 2000; LIGON; SCHECTHER, 2003).

No outro extremo, encontra-se a *vulnerabilidade biofísica*, para a qual o distúrbio natural ou biofísico é central. Nela, a construção da vulnerabilidade é resultado da interação de um lugar/população com um fator de exposição específico (e.g. inundação, seca, avalanche, terremoto) (BURTON, 1997; SMITHERS; SMIT, 1997). Trabalhos dessa abordagem estão sob o raio de influência da tradição *risco-perigo*, explícita no léxico utilizado: *risco*, *perigo natural*, *desastre natural*, *álea*, entre outros. Por fim, abordagens híbridas, nas quais a vulnerabilidade social e biofísica são integradas, vem se proliferando na pesquisa sobre mudanças ambientais globais (e.g. BLAIKIE *et al*, 1994; CUTTER, 1996; FÜSSEL, 2007). O presente trabalho orienta sua análise nesta perspectiva híbrida, que reconhece a vulnerabilidade climática como resultado de ambos: características internas ao sistema, alheio ao estímulo ambiental, e às características do distúrbio climático externo.

Na literatura sobre mudança climática, vulnerabilidade é definida como *o grau em que um sistema é suscetível aos ou incapaz de lidar com os efeitos adversos da mudança climática*, incluindo variabilidade climática e extremos climáticos (SMIT *et al*, 2001). É apresentada como função de três atributos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa (ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006; LINDOSO *et al*, 2011; O'BRIEN *et al*, 2004). A

exposição diz respeito à fonte de perturbação, sendo, portanto, elemento externo ao sistema sob análise (FÜSSEL; KLEIN, 2006; IPCC, 1995). Frequentemente *exposição* é caracterizada segundo sua natureza, duração, magnitude e frequência do estímulo (SMITHERS; SMIT, 1997). Já *Sensibilidade* refere-se às características internas do sistema, que o tornam mais ou menos susceptível a um determinado estímulo. Pode ser entendida como a propensão do sistema em ser modificado/afetado, sofrer impactos, danos ou perdas quando exposto a um distúrbio (ADGER, 2006; GALLOPÍN, 2006; O'BRIEN *et al*, 2004). O impacto não é necessariamente negativo. O IPCC (1995), por exemplo, relaciona sensibilidade tanto a modificações adversas, quanto benéficas, de modo que neste último caso alta sensibilidade é uma característica positiva.

Diferentes interpretações para a relação entre sensibilidade, *exposição* e vulnerabilidade são encontradas na literatura, refletindo que a dicotomia entre vulnerabilidade social e biofísica ainda está presente. Alguns autores consideram *exposição* como parte integrante da vulnerabilidade e indissociável da sensibilidade (O'BRIEN *et al*, 2004; SMIT; WANDEL, 2006). Brooks (2003) argumenta que um sistema só é vulnerável se houver um fator de *exposição* como referência. Ford *et al* (2006) também entendem que a vulnerabilidade tem sempre como referência um vetor de *exposição*. Com o objetivo de ressaltar essa relação, os autores integram *exposição e sensibilidade* em um único termo, de modo que sempre sejam analisados em conjunto.

Entretanto, outros autores, como Gallopín (2006), abordam *exposição* como elemento independente da sensibilidade e externa à vulnerabilidade. Para ele, vulnerabilidade é uma propriedade pré-existente do sistema, determinada apenas por suas propriedades internas: sensibilidade e capacidade adaptativa. Para desenvolver sua ideia, o autor considera como aspectos da *exposição*, fatores que normalmente são tomados por sensibilidades pelos trabalhos da *vulnerabilidade biofísica*, como a localização do sistema humano no terreno. Por exemplo, a construção de uma casa em uma encosta é um aspecto da sensibilidade a deslizamento de terras para vários autores, enquanto na proposta de Gallopín este seria um fator de *exposição*. Este defende sua perspectiva argumentando que externalizar a *exposição* da vulnerabilidade é um artifício útil para a tomada de decisão, uma vez facilita a intervenção política em aspectos gerais da vulnerabilidade em vez de elaborar uma política específica para cada contexto de *exposição*.

Por fim, *capacidade adaptativa* é uma propriedade dos sistemas socioecológicos, pré-existente ao distúrbio, determinada por fatores internos e externos (GALLOPÍN, 2006; FÜSSEL, 2007). Pode ser definida como a habilidade de administrar, acomodar e recuperar-se de distúrbios ambientais (SMIT; WANDEL, 2006). De acordo com Smit *et al* (2001), capacidade adaptativa reflete o grau em que ajustes em processos, estruturas e práticas podem moderar danos ou reduzir impactos da mudança climática. Já para Klein *et al* (2003),

capacidade adaptativa está relacionada a habilidade de planejar e se preparar para uma ameaça, assim como implementar medidas técnicas antes, durante e depois do distúrbio. Em alguns trabalhos sobre vulnerabilidade, capacidade adaptativa é associada a noção de direitos (*entitlements*), empregado para fazer referência a disponibilidade de opções (recursos) e condições de acesso a estas opções por meio de arranjos institucionais e/ou recursos individuais (ADGER, 1999; ADGER; KELLY, 1999; ADGER, 2006; SEN, 1984).

Sistemas socioecológicos na abordagem da vulnerabilidade

Na abordagem da vulnerabilidade, as relações homem-natureza dos sistemas socioecológicos são enfatizadas a partir das interações que determinam sensibilidades ou influenciam a capacidade adaptativa. Algumas das perguntas-guia de pesquisa são (FÜSSEL, 2007):

- *Quem e O que é vulnerável?*
- *Quando e Ao que é vulnerável?*
- *Como é vulnerável?*

O subsistema social do sistema socioecológico costuma ser a unidade-referência: aquela que está sujeita a impactos e é simultaneamente agente e alvo de ações adaptativas. É referida como *unidade de exposição* ou *unidade adaptativa*. Ela pode ser populações, grupos sociais, lugares, setores, regiões geográficas ou unidades político-administrativas (KASPERSON *et al*, 2005; LINDOSO *et al* 2011; MARENGO, 2007; O'BRIEN *et al*, 2004; O'BRIEN; LEICHENKO, 2000; SMIT; SKINNER, 2002). Outros trabalhos adotam ecossistemas e/ou da biodiversidade como *unidade expositiva* (MARENGO, 2007; JOHNSON *et al*, 2007; KLAUSMEYER *et al*, 2011).

Já o subsistema ecológico costuma ser pano de fundo na relação homem-natureza. Na literatura sobre vulnerabilidade, os fatores ambientais são, geralmente, tomados como causa ou condição *a priori* na análise, de modo que os processos ecológicos nos quais se inserem ou dos quais são dependentes são ignorados ou explorados superficialmente (TURNER, 2010).

A forma mais comum de considerar o subsistema ecológico (ou ambiental) na análise da vulnerabilidade é como vetor de exposição: fonte de distúrbio e estresse para o subsistema humano. Na literatura, os principais *vetores de exposição* são distúrbios naturais, como os climáticos (e.g. tornados, secas, mudança climática). Contudo, vetores de exposição também podem ser fatores biológicos (e.g. pestes, doenças), fatores tecnológicos (e.g. acidentes nucleares e industriais), fatores sociais (e.g. conflitos locais, guerras) ou mesmo vetores complexos (e.g. desertificação, fome, degradação do solo) (WHITE *et al*, 2001). Estresses econômicos também vem sendo apontados como vetores relevantes, somando forças aos impactos trazidos pelas mudanças ambientais globais. Nesse sentido,

O'Brien & Leichenko (2000) propõem o conceito de dupla-exposição (*double-exposure*) para expressar a ação combinada da mudança climática e da globalização sobre populações, grupos sociais e setores.

O subsistema ecológico também entra na análise da vulnerabilidade como fator de sensibilidade. É o caso de características do solo e topografia, aspectos ambientais que interagem de forma particular com cada vetor de exposição, produzindo sensibilidades distintas (KITUTU *et al*, 2011). Por exemplo, O'Hare e Rivas (2005) observaram que populações pobres, alocadas em áreas próximas às encostas na cidade de La Paz (Bolívia) são especialmente sensíveis a deslizamento de terras decorrentes de tempestades intensas, enquanto populações de classe média e média-alta, moradores de regiões de menor declividade, apresentam baixa sensibilidade a este vetor de exposição. Todavia, estas últimas estão assentadas em áreas de depósitos fluviais e glaciares antigos, sendo mais sensíveis a outras formas de deslocamento de terra (*soil creep*).

Sensibilidades também resultam da interação entre características socioeconômicas da *unidade expositiva* com o vetor de exposição, externo ao sistema. Nesse sentido, Huynen *et al* (2001), ao analisar uma amostra da população holandesa entre 1979-97, concluíram que características etárias da população resultavam em diferentes vulnerabilidades a eventos extremos de temperatura. Os autores observaram que os idosos apresentaram sensibilidade substancialmente maior a ondas de calor do que estratos mais novos da população. Do ponto de vista econômico, Lindoso *et al* (2011) argumentam que famílias rurais cuja renda é majoritariamente dependente de atividades agroprodutivas são mais sensíveis a eventos de seca do que aquelas famílias que tem parcela maior da sua renda dependente de atividades não-agrícolas.

A abordagem da vulnerabilidade não se restringe a caracterizar distúrbios e propensões a impactos. Busca também compreender condições e relações que levam a adaptação. Aqui, elementos do subsistema humano e ecológico são analisados em conjunto como determinantes da capacidade adaptativa sob a luz de perguntas como:

- *Como, Quando e Por que os sistemas socioecológicos respondem a distúrbios?*
- *Se respondem: Quais os fatores que determinam a adaptação?*
- *Se não respondem: Quais as barreiras que impediram a adaptação?*

Na busca por respostas a tais perguntas, o subsistema ecológico pode ser analisados como fonte de opções/alternativas adaptativas (recursos naturais). Ibnouf (2011), por exemplo, observou em comunidades rurais do Sudão o uso da água estocada no tronco dos baobás (*Adansonia sp*) é uma opção adaptativa utilizada pelas mulheres para garantir a segurança hídrica de suas famílias.

Já o subsistema social é visto tanto como fonte de opções/alternativas adaptativas (e.g. tecnológicas e comportamentais) quanto analisado como meio (e.g. econômico e

político-institucional) que viabiliza o acesso às opções adaptativas (O'BRIEN *et al*, 2004; FALCO *et al*, 2011). Sanches-Cortés e Chavero (2011) observando comunidades agrícolas tradicionais no México, descreveram o acesso a terras em diferentes gradientes de altitude como fundamental para a adaptação à variabilidade climática. No caso, as terras altas e baixas são vistas como alternativas adaptativa de natureza ecológica, enquanto o acesso a elas depende de aspectos sociais, como padrão de herança das propriedades e recursos financeiros para compra ou aluguel de terras.

Em síntese, a abordagem da vulnerabilidade compreende os sistemas socioecológicos como composto de uma *unidade de exposição* (*quem* e o *que* é afetado e se adapta) e um vetor ou conjunto de vetores de distúrbio, externos a *unidade de exposição*, cuja natureza pode ser natural, humana ou ambas. Características ambientais e sociais, internos a unidade de exposição, interagem com o vetor de exposição na construção de sensibilidades. Adicionalmente, elementos ambientais e características socioeconômicas e político-institucionais, internos e externos a unidade de exposição, determinam respostas adaptativas *ex-ante* e *ex-post*. Visto em conjunto, este constitui o arcabouço analítico da vulnerabilidade (Quadro 2).

Quadro 2 - Arcabouço analítico da vulnerabilidade

	Sistema Socioecológico	
	Subsistema Ecológico	Subsistema Social
Exposição Vetores <u>externos</u> à unidade expositiva provocam estresse ou impactos	<i>Climáticos</i> (e.g. secas, ondas de calor), <i>Tectônicos</i> (e.g. terremotos, tsunamis), <i>Biológicos</i> (doenças)	Econômicos (e.g. globalização); Social (e.g. guerras); Tecnológico (e.g. energia nuclear)
Sensibilidade Características <u>internas</u> à unidade de exposição que determinam a propensão a ser afetada pelo vetor de exposição	Topografia, tipo de solo	Idade, gênero
Capacidade Adaptativa Conjunto de opções adaptativas e meios para transitar entre as opções	Recursos naturais (e.g. fonte de água, fonte de alimento silvestres)	Institucional (e.g. organização social), Informacional (e.g. educação, meios de comunicação); Tecnológica

Fonte: elaborado pelo autor

1.1.3 Resiliência socioecológica

O termo resiliência foi originalmente empregado à Física do século XIX para descrever a propriedade de certos materiais de retornar ao estado de equilíbrio após sofrer um distúrbio (FOLKE, 2006). Na ecologia, o responsável por trazer a noção de resiliência foi Crawford Holling, o qual lança mão do termo para descrever a propriedade dos sistemas ecológicos em persistir em suas relações fundamentais por meio da mudança quando sujeitos a distúrbios (HOLLING, 1973). A proposta de Holling é um contraponto ao

paradigma até então hegemônico na ecologia: o paradigma da estabilidade, segundo o qual a natureza tenderia ao equilíbrio. De certa forma, essa perspectiva ainda ressoa em discursos políticos e no senso comum do início do século XXI. Em contraste, a teoria da resiliência ecológica defende a existência de multiestados de equilíbrio. Dependendo da magnitude do distúrbio, um ecossistema poderia ser levado a uma nova configuração de equilíbrio (ou *domínio da estabilidade*), com estrutura e funções ecológicas distintas.

Nas décadas seguintes, a teoria da resiliência ecológica desenvolveu-se em um corpo teórico robusto, estabelecendo-se como paradigma central da ecologia de ecossistemas (CARPENTER, 2002; O'NEILL, 2001). A noção de resiliência também rompe as fronteiras da ecologia, apropriada em trabalhos da antropologia (VAYDA; MCCAY, 1975), psicologia ambiental (LAMSON, 1986), geografia humana (ZIMMERER, 1994), ciências políticas (HANNA *et al*, 1996), entre outros. Nas ciências sociais, passa a ser conceito explicativo de dinâmicas humanas. Adger (2000), por exemplo, lança mão do termo resiliência social para descrever a habilidade de grupos e comunidades em lidar com estresse externo e distúrbios resultantes de mudanças ambientais, sociais e políticas. Nas ciências políticas, a noção de resiliência encontrou grande sintonia com a literatura sobre *gestão de recursos de uso comum*, para a qual contribuiu e por ela foi beneficiada (DIETZ *et al*, 2003). Essa grande capilaridade é explicada pelo fato da resiliência ecológica trazer, desde seu nascedouro, uma produção científica orientada para política do manejo humano de recursos ecossistêmicos.

Em seu trabalho seminal, Holling (1973) já fazia uma forte crítica à gestão ambiental convencional, baseada no controle e otimização do uso dos recursos e serviços naturais. Sua crítica veio acompanhada da proposta de um modelo de gestão orientada pelo reconhecimento que decisões e escolhas tinham que ser feitas em um contexto de surpresa e imprevisibilidade ambiental, sintetizada na literatura sobre gestão ambiental adaptativa (HOLLING; MEFFE, 1996). Desse diálogo entre ciências humanas e naturais, emerge o conceito de resiliência socioecológica, central na teoria dos sistemas complexos adaptativos (NORBERG; CUMMING, 2008a) e paradigma-chave da emergente “ciência da sustentabilidade” (TURNER, 2010; KATES, 2011).

Redes de pesquisa internacionais dedicadas ao estudo da resiliência vem sendo configuradas desde meados da década de 1990 (JANSSEN *et al*, 2006). Destaque para a *Resilience Alliance*, criada em 1999, e para o *Centro de Resiliência de Estocolmo*, criado em 2006 (WALKER *et al*, 2006). Ambas abrigam os principais experts mundiais no tema. Resiliência também constitui noção chave em trabalhos com forte interface política produzidos no âmbito da ONU, como o *Millenium Ecosystem Assessment* (KASPERSON *et al*, 2005) e os relatórios do *Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática* (IPCC) (SMIT *et al*, 2001).

Marco teórico-conceitual da resiliência

A teoria científica sobre resiliência é baseada em um conjunto de premissas sobre o comportamento dos sistemas socioecológicos. Primeiro, a premissa dos multiestados de estabilidade: o sistema - seja ele natural, humano ou socioecológico - pode existir em diferentes configurações (*domínios de estabilidade ou estados alternativos de estabilidade*), cada qual caracterizado por estruturas e relações de retroalimentação específicas entre os componentes do sistema (FOLKE, 2006). Segundo, a posição do sistema no domínio de estabilidade pode ser mensurado por meio de *variáveis de estado*: parâmetros que oscilam em resposta a distúrbios. Terceiro: caso perturbações externas empurrem as variáveis de estado para limiares específicos (*thresholds* ou *tiping points*), ele passa por um processo de mudança catastrófica (*catastrophic shift*), também chamado de mudança de regime (*regime shift*), transitando para um novo domínio ou estado de estabilidade (Figura 2) (SCHEFFER *et al*, 2001). Neste novo domínio, os componentes do sistema podem até permanecer os mesmos, mas uma nova estrutura, relações e retroalimentações são estabelecidas (LAMBIN, 2005; BRAND, 2009; GALLOPÍN, 2006). Quarto, para que os sistema retorne ao domínio de estabilidade anterior, não basta restabelecer as condições imediatamente antes à mudança de regime; é necessário retornar as variáveis de estado a valores anteriores mais extremos, atingindo novos limiares (*thresholds*), resultando em uma nova mudança de regime e o novo domínio de estabilidade precedente seja estabelecido (Figura 2). A esse padrão no qual a transição do domínio de estabilidade A para B ocorre em condições diferentes da transição de B para A dá-se o nome de *histerese* (SCHEFFER *et al*, 2001).

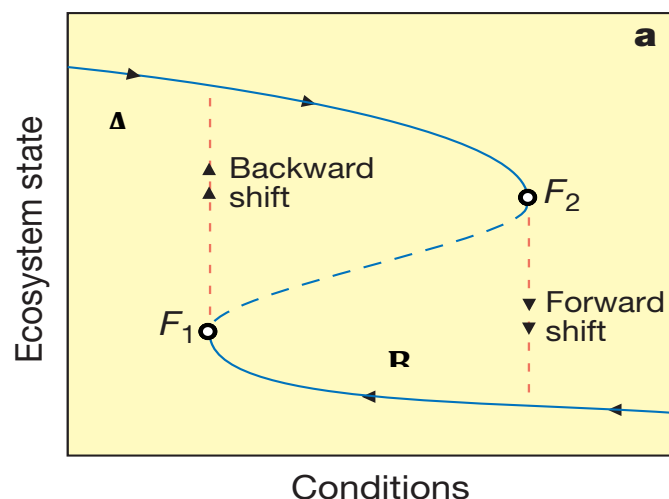


Figura 2 Representação da mudança entre dois domínios de estabilidade A e B de um ecossistema. As setas pretas representam a direção das variações nas condições ambientais. Quando estas atingem os limiares (*thresholds*) F1 ou F2, o sistema transita do domínio de estabilidade A para o B (*forward shift*) ou do B para A (*backward shift*), respectivamente. Linha tracejada representa a zona de instabilidade durante a mudança de regime

Fonte: Scheffer *et al*, 2001.

Um exemplo interessante de mudança de regime é a transição entre o estado de deserto e de ecossistema vegetado no norte Africano. Hoje, onde se localiza a região do Sahel e Saara foi no passado uma área mais úmida, que comportava lagos, brejos e ecossistemas arbustivos. Há cerca de 5.000 anos, a transição para o estado alternativo de estabilidade *deserto* ocorreu de forma abrupta. Isso provavelmente ocorreu devido a lenta redução da insolação que, ao atingir níveis críticos (*thresholds*) catalisou a mudança de regime do estado vegetado para o estado deserto (SCHEFFER *et al*, 2001). A figura 3 explicita que a mudança de regime ocorreu quando a insolação de verão (distúrbio) atingiu cerca de 460 W.m⁻² há cerca de 5.000 anos antes do presente.

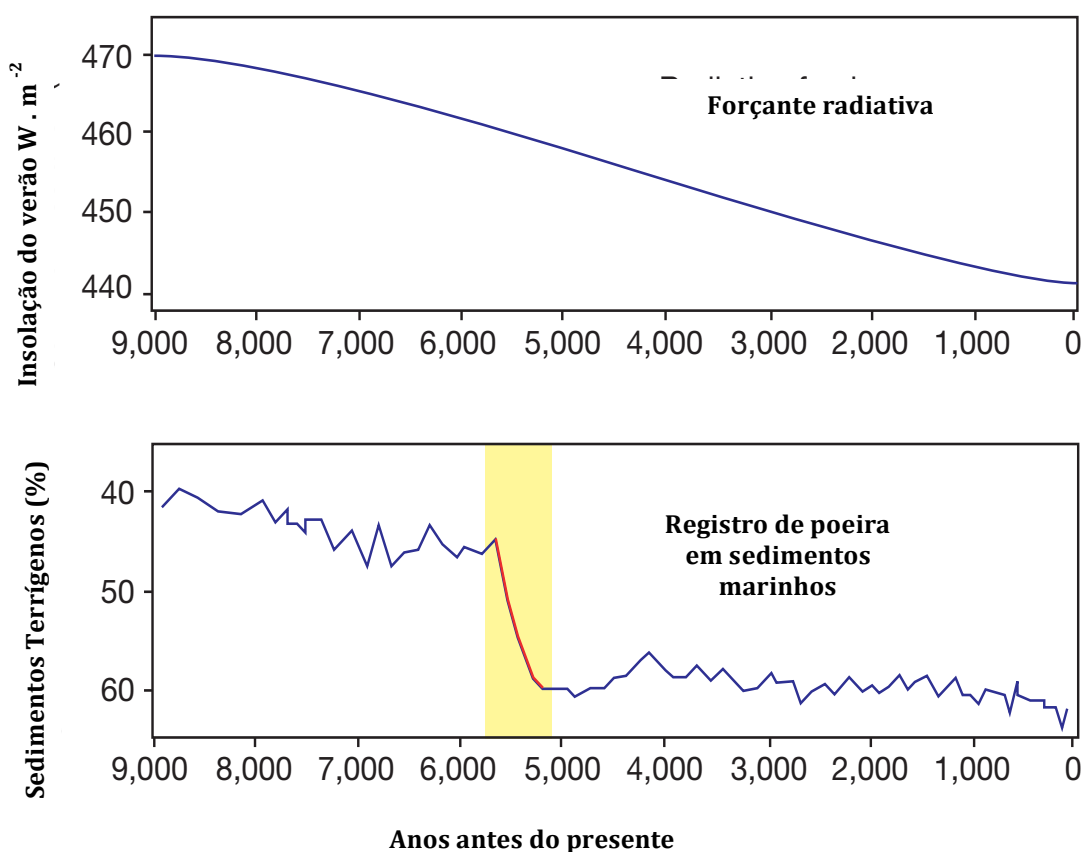


Figura 3 (A) Tendência de queda na insolação de verão nos últimos 9.000 anos; **(B)** mudança de regime (área sombreada) entre estados alternativos de estabilidade vegetado e deserto para o ecossistema do Norte da África. Fonte: adaptado de Scheffer *et al*, 2001.

Neste contexto, resiliência é descrita como a capacidade do sistema em tolerar distúrbios e ainda assim permanecerem no mesmo domínio de estabilidade (NORBERG; CUMMING, 2008b). Também relaciona-se à capacidade de auto-organização, de aprendizado e de adaptação durante e após o distúrbio (CARPENTER *et al*, 2001; ENGLE; LEMOS, 2010).

Na pesquisa em sistemas socioecológicos, Walker *et al* (2006) definem resiliência como a *capacidade do sistema em absorver distúrbio e se organizar enquanto passa por*

mudança de modo a manter essencialmente as mesmas funções, estrutura, identidade e retroalimentações. Os autores identificam quatro aspectos da resiliência: (i) *latitude*, referente ao quanto o sistema pode ser mudado antes de perder sua habilidade de se recuperar; (ii) *resistência*, a facilidade ou dificuldade em mudar o sistema; (iii) *precariedade*, relativo ao quão perto o estado do sistema está do *threshold*; (iv) *panarquia* (ciclos de retroalimentação através das escalas) que será discutida na secção seguinte.

Esses quatro aspectos são relacionados no *modelo das bacias*, metáfora usada pela sua semelhança à configuração espacial de bacias hidrográficas. O modelo das bacias, por sua vez, é definido pelo: *espaço de estado*, *bacias de atração* e *paisagens de estabilidade*. *Espaço de estado* é caracterizado pelo conjunto de variáveis de estado que compõem um sistema. Caracteriza-se como um espaço tridimensional que comporta todas as combinações possíveis das variáveis de estado (YAN, 2010). Já *bacia de atração* (ou domínio de estabilidade) é a região do espaço de estado para qual o sistema é atraído. Contudo, no mundo real, distúrbios, acaso e escolhas afastam constantemente o sistema do atrator. Desse modo, é mais correto pensar que o sistema se move ao longo de uma bacia de atração sem, necessariamente, tender a um equilíbrio definido pelo atrator (WALKER *et al*, 2004). Ademais, para um dado sistema, pode haver mais de uma bacia de atração na qual ele pode se localizar. As várias bacias e seus limites são chamadas em conjunto de paisagem de estabilidade (YAN, 2010). A figura 4 resume o modelo das bacias e sua relação com resiliência (latitude, resistência e precariedade).

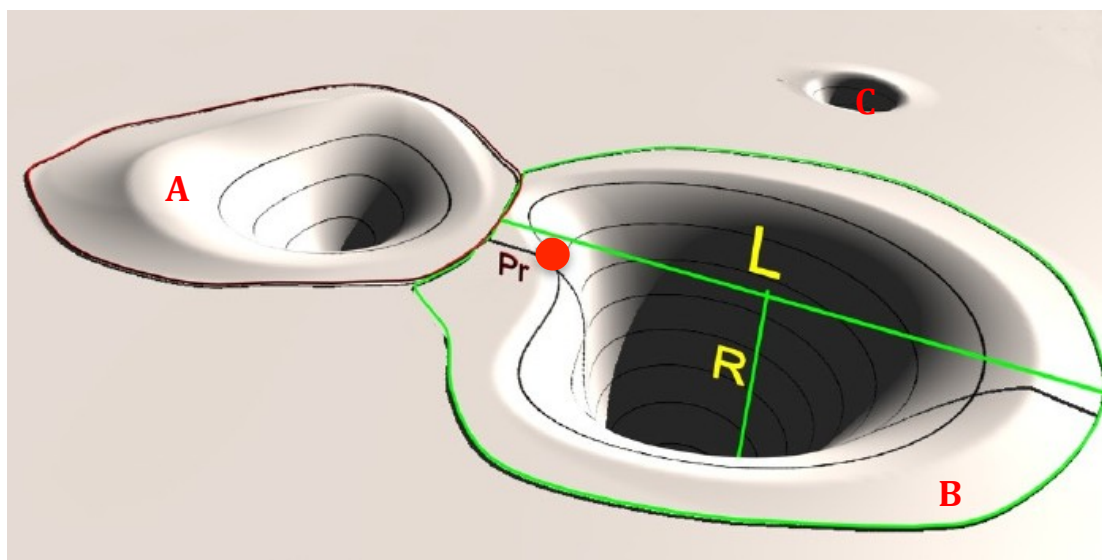


Figura 4 Representação de uma paisagem de estabilidade formada por três bacias de atração (A, B e C); A resiliência do sistema na bacia de atração B é representada segundo seus componentes: *Latitude* (L), *Resistência* (R) e *Precariedade* (Pr). O estado no qual o sistema se encontra é representado pelo círculo vermelho.

Fonte: adaptado de Walker *et al*, 2004

Para se referir a capacidade do sistema em transitar entre domínios de estabilidade quando desejável, lança-se mão do termo *transformabilidade* (FOLKE, 2006; WALKER *et al*,

2006). Já a habilidade dos sistemas em mover-se dentro de um domínio de estabilidade é chamada de *capacidade adaptativa* (ANDERIES; NORBERG; 2008). Walker *et al* (2004) emprega termo *adaptabilidade* de forma semelhante, definindo-a como a capacidade dos atores de um sistema em influenciar a resiliência.

Norberg & Cumming (2008b) apresentam capacidade adaptativa de sistemas socioecológicos como função: (i) do conjunto de opções adaptativas disponíveis e (ii) da capacidade do sistema em transitar entre as opções. Na literatura, capacidade adaptativa é relacionada à diversidade, aprendizado, inovação, reorganização e desenvolvimento (ANDERIES; NORBERG, 2008; CARPENTER *et al*, 2001; LAMBIN, 2005; FOLKE, 2006; BRAND, 2009). Esses processos podem influenciar a resiliência por meio de modificações na latitude (aumentando ou reduzindo *thresholds*), na precariedade (movendo o sistema para próximo ou longe dos *thresholds*) ou na resistência (tornando mais difícil ou fácil para o sistema atingir os *thresholds*) (WALKER *et al*, 2004).

Sistemas socioecológicos na abordagem da resiliência

A análise da resiliência pode parecer confusa em um primeiro momento. Em um olhar superficial, a resiliência é uma propriedade do sistema. Todavia, uma análise mais detida aponta que não é o sistema que é resiliente (apesar de frequentemente assim ser dito), mas sim o domínio de estabilidade (uma determinada configuração de funções, estrutura e relações). Não é o lago que é resiliente, mas sim o estado de água límpida que é resiliente ou, visto do outro extremo, o estado de água turva que é resiliente.

Na abordagem da resiliência, a interface homem-natureza é vista a partir das relações de retroalimentação que caracterizam o sistema. Também é analisada a partir dos processos de rearranjo estrutural e auto-organização pelos quais passam o sistema socioecológico em resposta a perturbações. Fundamental à abordagem é a perspectiva de que processos ecológicos, sociais e econômicos são autônomos em suas regras de funcionamento, porém interdependentes no tempo e espaço. Não há hierarquia de importância entre o subsistema humano e o subsistema ecológico, ao contrário da abordagem da vulnerabilidade que dá destaque ao subsistema humano. A profundidade que cada subsistema recebe na análise depende da natureza, interesses e objetivos do grupo de pesquisa que empreende a investigação.

Em linhas gerais, o arcabouço analítico da resiliência parte da existência de uma unidade adaptativa confrontada com um ambiente em ininterrupta mutação, fonte de distúrbios que levam o sistema a estar constantemente respondendo e ajustando-se ao seu meio. O impacto do distúrbio é mensurado na variação de uma variável de estado ou pequeno conjunto de variáveis de estado. Quando a resposta não é capaz de evitar que

oscilações nessas variáveis rompem determinados limiares (*thresholds*), ocorre uma mudança de regime e o sistema assume uma nova configuração interna.

Abaixo, algumas das perguntas que orientam a investigação são apresentadas e, em seguida, respondidas usando exemplos de sistemas socioecológicos nos quais ora o subsistema de referencia é o ecológico, ora o humano.

- *Qual a unidade adaptativa de referência?*
- *Quais são os estados de equilíbrio possíveis? Se pertinente, quais são desejáveis?*
- *Quais as variáveis de estado relevantes? Que tipo de distúrbio afeta essas variáveis e como as afeta?*
- *Quais os limiares (thresholds) que delimitam as mudanças abruptas de regime?*
- *Como o sistema responde ao distúrbio?*
- *Quais os processos e condicionantes associados a resposta?*

Diante das raízes na biologia, grande parte da produção científica sobre resiliência traz sistemas ecológicos como mote da pesquisa (SCHEFFER *et al*, 2001; CARPENTER *et al*, 2003). Tomemos caso um lago em clima Temperado para observar como o arcabouço analítico da resiliência é aplicado a ecossistemas. O lago pode assumir dois estados de equilíbrio: *água límpida* ou *turva (eutrofizada)*, cada qual caracterizado por comunidades biológicas e relações interespecíficas particulares (CARPENTER *et al*, 2001). Observou-se, também, que variações na concentração de fósforo, carreado de sistemas agrícolas adjacentes, podem atingir valores limites e levar a transição abrupta do sistema do estado de água límpida para o de água turva (FOLKE *et al*, 2002a).

Nesse caso, a paisagem de estabilidade composta por duas bacias de atração e seus limites: *água límpida* e *água turva*. A unidade resiliente é o ecossistema aquático. A variável de referência é a *concentração de fósforo* e o distúrbio ou estresse é representado pelas modificações nessa variável. A interface homem-natureza mais evidente se manifesta na gênese do distúrbio: uso de fertilizantes fosfatados na agricultura (carreados posteriormente para o ecossistema lacustre). A capacidade adaptativa será definida por características endógenas do ecossistema, como diversidade e redundância de grupos funcionais, assim como da diversidade de respostas entre os grupos funcionais (FOLKE *et al*, 2002a).

A análise acima toma por foco o subsistema ecológico, considerando o subsistema humano apenas como fonte de perturbação externa. Trabalhos como esse são comuns na pesquisa em resiliência ecológica. Contudo, a interface homem-natureza vai além. Também é observada na influência humana como ator da capacidade adaptativa, tanto regulando o aporte de fósforo usado na agricultura quanto interferindo na comunidade biológica do lago (e.g. acrescentando espécies exóticas ou eliminando espécies nativas). Nesse caso, processos sociais e econômicos podem ser incorporados na análise da resiliência do lago, tanto como fontes de construção quanto de erosão da resiliência (FOLKE *et al*, 2004). Entretanto, **do ponto de vista estritamente ecológico**, chama-se a atenção para a

ausência de juízo de valor. Deste ponto de vista, não há preferências quanto aos estados de *água límpida* e *água turva*. Ambos são estados naturalmente possíveis, nem melhor, nem pior. Essa ideia é expressa por O'Neil (2001), que afirma que nenhum ecossistema é eterno dado o tempo necessário; a sucessão de configurações ecológicas é inexorável à dinâmica da natureza.

A colocação acima pode gerar um impacto negativo no leitor não familiarizado com a literatura da ecologia, uma vez que considerar *água-turva* e *água-límpida* de forma neutra vai de encontro ao bom senso, o qual, naturalmente, leva a repudiar um estado de *água-turva* (de baixa biodiversidade e contaminada), e considera desejável o estado de *água-límpida* (elevada biodiversidade e potabilidade). Assim, é necessário fazer um esclarecimento. Esse posicionamento amoral não é a opinião do autor nem a premissa adotada neste trabalho sobre como considerar a noção de resiliência. Todavia, como este capítulo se propõe a trazer a trajetória epistêmica da abordagem da resiliência, faz parte dessa descrição apontar suas origens ecológicas e como ela é entendida nesse domínio do conhecimento. Nas linhas abaixo, a discussão vai além e mostra a relativização que a noção de resiliência ganha à medida que é aplicada na pesquisa socioambiental.

A escolha entre estados desejáveis e indesejáveis segundo critérios humanos marca a transição da abordagem neutra e amoral da resiliência ecológica para a abordagem moral e política da resiliência socioecológica. Tomemos como exemplo o caso acima. Suponhamos que o lago fosse um reservatório de água potável para abastecimento humano. Logo, a manutenção do estado *água límpida* seria crucial para a manutenção da qualidade do reservatório. Nesse caso, a unidade resiliente é a segurança hídrica humana, cuja resiliência, por sua vez, depende, mas não se resume à resiliência do lago em seu estado *água-límpida*. A análise então expande as fronteiras do sistema socioecológico, abarcando novas interfaces homem-natureza, *thresholds* (e.g. nível do reservatório a partir do qual há escassez de água) e estados de equilíbrio (e.g. segurança x insegurança hídrica). Essa abordagem também cria outros dilemas subjetivos: a regulação do uso de fertilizantes em sistemas agrícolas visando a segurança hídrica tem implicações para a produtividade agropecuária da região. Caso não haja técnicas alternativas de manejo, o impacto econômico e social do controle de fertilizantes pode ser negativo, implicando em *trade-offs* socioambientais nem sempre simples de equacionar.

A “moralização” da abordagem da resiliência foi passo importante para que ela rompesse os limites da ecologia e passasse a ser relevante na pesquisa das humanidades. Nesse diálogo emerge a visão de que os ecossistemas são provedores de serviços ambientais e que a interação homem-natureza abrange uma série de *trade-offs* que devem ser considerados nas decisões tomadas pelos subsistemas sociais (CONSTANZA, 1997; TURNER, 2010). É nesse contexto que a abordagem da resiliência socioecológica se

desdobrou (sem se desvincular) do olhar ecológico e se aproximou - do ponto de vista analítico - da abordagem da vulnerabilidade.

É possível identificar três frentes de pesquisa sobre resiliência socioecológica: (i) gestão ambiental adaptativa; (ii) gestão dos recursos de uso comum; (iii) tomada de decisão. As fronteiras entre essas frentes são difusas e pouco rígidas, diferindo principalmente pelo objeto de análise: ecossistemas, sistemas de governança e tomada de decisão, respectivamente.

O fronte da *gestão ambiental adaptativa* tem forte apelo entre cientistas naturais (HOLLING; MEFFE, 1996). Entre cientistas naturais, a transição entre estados alternativos de ecossistemas são analisados a luz da influência humana e suas implicações na gestão dos recursos ecossistêmicos. O exemplo da segurança hídrica acima é um tema que se encaixa bem nessa perspectiva. Já o fronte da *gestão de recursos de uso comuns* compreende a construção ou erosão de resiliência social como objetivo político para evitar a tragédia dos comuns (HARDIN, 1968). Nessa literatura, o foco da pesquisa são os sistemas de governança. O subsistema ecológico é compreendido a partir dos serviços ambientais e recursos naturais de uso coletivo (ENGLE; LEMOS, 2010; OSTROM, 2009). A caracterização do espaço de estado, bacia de atração, limiares de mudança (*thresholds*), paisagens de estabilidade, variáveis de estado, mudança de regime, etc são pouco explorados, apesar de sua existência ser implícita.

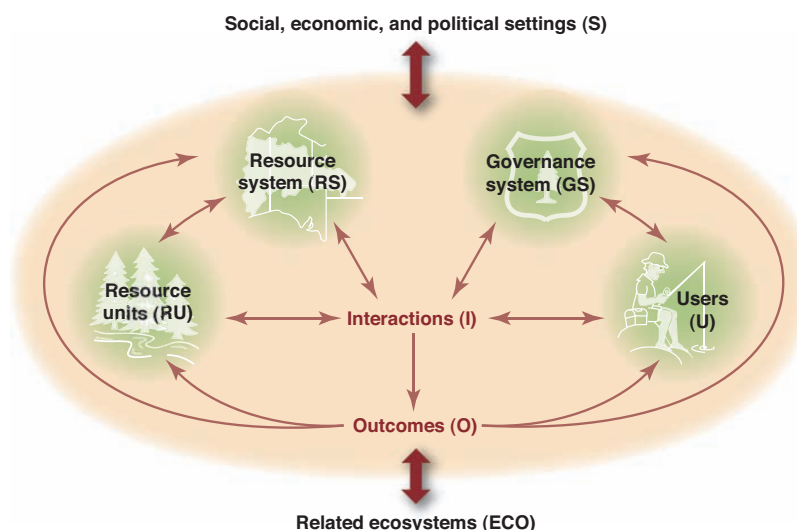


Figura 5 Sistema socioecológico compreendido a partir da perspectiva da gestão de recursos de uso comum
Fonte Ostrom, 2009

Já o subsistema social é composto pelo usuários dos serviços/recursos ambientais e por sistemas de governança (redes sociais, normas, tradições, organizações e atores) (Figura 5) (OSTROM, 2009; CUMMING *et al*, 2006). Assim, essa tradição enfatiza as condições e processos socioeconômicos e político-institucionais que condicionam a

resiliência socioecológica: diversidade, inovação, aprendizado, memória, desenvolvimento e auto-organização (WEB; BODIN, 2008; NORBERG *et al*, 2008; ENGLE; LEMOS, 2010). Diversidade está relacionada à variedade institucional, de conhecimento e de práticas culturais (NORBERG *et al*, 2008). O aprendizado depende de experiências passadas e conhecimento acumulado, os quais permitem ajustes orientados, planejamento de longo-prazo. Em conjunto com a inovação, o aprendizado resulta na adoção de novas práticas adaptativas, abandono daquelas não-adaptativa e subsídio para inovações que tornam o sistema mais resilientes a distúrbios futuros semelhantes (CARPENTER *et al*, 2001; MCINTOSH, 2000). Entretanto, não são processos automáticos, dados *a priori*. São construídos por meio de processos individuais e coletivos viabilizados por redes institucionais (formais e informais) (BELLON *et al*, 2011). Estas funcionam como repositório da memória social, como arena reflexiva/criativa e como canais por meio dos quais informação, recursos e opções adaptativas transitam e são acessadas pelos nós do sistema (EAKIN; LEMOS, 2010; HAHN *et al*, 2008; WEBB; BODIN, 2008).

Por fim, a última frente da pesquisa em resiliência socioecológica dedica-se a compreender o processo de tomada de decisão em si (BROCK; DURLAUF, 2001; BROCK, 2006; FALCO *et al*, 2011). Essa corrente leva a teoria da resiliência para o plano da psicologia comportamental, adotando como unidades resilientes *opiniões* e *comportamentos*. Scheffer *et al* (2003), por exemplo, analisam a transição abrupta do comportamento coletivo entre estados de passividade e de ação, à medida que a *percepção da seriedade de um problema* atinge limiares específicos (Figura 6).

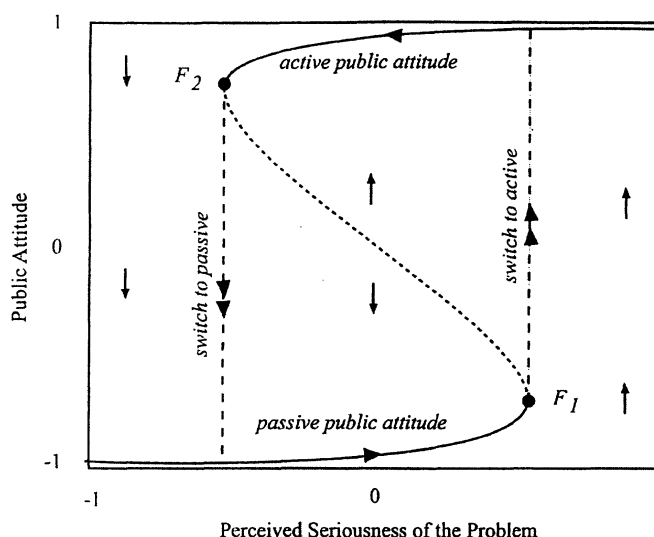


Figura 6 Transição entre estados de passividade e ação coletiva frente a percepção da seriedade de um problema
 Fonte: Scheffer *et al*, 2003.

Segundo os autores, diante de um problema considerado sério, a resiliência do estado de passividade (estado de equilíbrio I) pode ser alta. Assim a percepção da seriedade do problema pode ser mais demorada do que o necessário pra que a mudança de comportamento para o estado desejável de ação (estado de equilíbrio II) ocorra em tempo hábil. Contudo, um líder carismático (distúrbio), por exemplo, pode ser um fator catalizador que erode a resiliência e rompe o *threshold* que leva à mudança de regime para o estado alternativo de ação. Um bom exemplo recente é a primavera árabe (2010). O Oriente Médio se encontrava em um estado de passividade social, mas a elevada tensão religiosa, econômica e social deixavam o sistema muito próximo do limite da resiliência do estado de passividade. A morte de um jovem comerciante na Tunísia, em dezembro de 2010, associada à capacidade de mobilização social viabilizada pelas novas mídias eletrônicas catalisou uma transição para um domínio de estado conflituoso que se espalhou pela região. O mesmo pode ser dito sobre os eventos de junho de 2013 que ocorreram no Brasil. Os protestos contra o aumento das tarifas de ônibus em São Paulo e a repressão policial aos protestos foram o estopim para um processo de mobilização social no Brasil inteiro em torno da mais diversas agendas latentes. O efeito catalizador do movimento que, por meio de retroalimentações ainda a serem melhor compreendidas, é um excelente exemplo de mudanças abruptas de estado de equilíbrio em sistemas sociais.

Portanto, a abordagem da resiliência socioecológica vem sendo empregada em diferentes perspectivas e ênfases analíticas: ecossistemas, sistema de recursos naturais, provimento de serviços ambientais, tomada de decisão, entre outros. Todavia, independente da referência, a pesquisa é sempre guiada por premissas e questionamentos comuns, que orientam a investigação. Segundo Folke (2006):

Resiliência é uma abordagem, uma forma de pensar que apresenta uma perspectiva para guiar e orientar pensamentos e, neste sentido, disponibiliza um contexto valioso para análise de sistemas socioecológicos; é uma área de pesquisa em franco desenvolvimento e de fortes implicações para planejamento político tendo em vista o desenvolvimento sustentável. (FOLKE, 2006, tradução do autor)

1.1.4 A questão das escalas nas abordagens da resiliência e da vulnerabilidade⁵

A questão de escala é central na pesquisa sobre sistemas socioecológicos, objeto de reflexão tanto na abordagem da vulnerabilidade quanto na abordagem da resiliência. Ambas

⁵ Esta seção foi apresentada na mesa redonda: LINDOSO, D. P; ROMERO, H; VILALBA J. N, Multidimensionalidade e Multiescalaridade dos estudos de vulnerabilidade social, **Seminário Internacional de Investigações sobre Vulnerabilidade dos Desastres Socionaturais - SIVDES**, Florianópolis, 20-22 de novembro, 2013

reconhecem que a natureza multi-escalar dos sistemas socioecológicos. Em outras palavras, a dinâmica observada em uma determinada escala é influenciada por processos, padrões e contextos em escalas mais amplas e mais restritas no tempo e espaço. Nesse sentido, três noções de escala coexistem e dialogam: geográfica, ecológica e sociológica (CUMMING *et al*, 2006).

Na geografia, a escala espacial de um processo, decisão ou observação recebe maior destaque, apesar da dimensão temporal também ser considerada importante (WILBANKS, 2007). O espaço é tratado tanto em termos absolutos para referir-se ao lugar ou extensão de um objeto geográfico, como em termos relativos, para caracterizar percepção de distância de indivíduos com diferentes capacidades de deslocamento (GIBSON *et al*, 2000). O espaço geográfico também é abordado como uma construção social, na qual o lugar físico recebe diferentes recortes segundo processos e concepções subjetiva, configurando diferentes percepções sobre o que é local, regional e global (SANTOS, 2008).

Já na escala ecológica tempo e espaço são dimensões inseparáveis. Processos que ocorrem em pequena escala espacial tendem a ser relativamente rápidos, enquanto aqueles em escalas espaciais mais abrangentes são relativamente lentos (CARPENTER, 2002). Assim ciclos em escala mais locais, como o ciclo da água entre um fragmento de floresta e atmosfera, são relativamente curtos (dias) quando comparados a ciclos territorialmente extensos, como o ciclo da água em uma bacia hidrográfica de proporções continentais, que pode levar anos ou décadas. Naturalmente, a perspectiva de escala ecológica é a predominante na abordagem da resiliência. Nesta, duas noções emergem como fundamentais: *ciclos adaptativos de renovação* (*adaptive renewal cycles*) e *panarquia* (YAN, 2011).

A noção de ciclos adaptativos de renovação partem do pressuposto que os sistemas, sejam eles ecológicos, econômicos ou sociais, não tendem ao equilíbrio. Ao contrário, desenvolvem-se em ciclos contínuos de destruição e renovação caracterizados por 4 fases: rápido crescimento e exploração (fase r), conservação (fase k), colapso ou liberação (fase Ω) e de renovação ou reorganização (fase α) (Figura7) (FOLKE, 2006). As duas primeiras fases são mais lentas e estáveis, enquanto as duas últimas tendem a ser curtas e instáveis, correspondendo a mudança de regime (CARPENTER *et al*, 2001). A noção de *panarquia* agrega a relação através das escalas entre os *ciclos adaptativos de renovação*, entendendo que cada ciclo está ao mesmo tempo inserido em ciclos mais amplos e lentos e é influenciado por ciclos menores (especialmente) e mais rápidos (figura 7). O resultado é um modelo de ciclos adaptativos de renovação aninhados (*nested*) através das escalas (GUNDERSON; HOLLING, 2002).

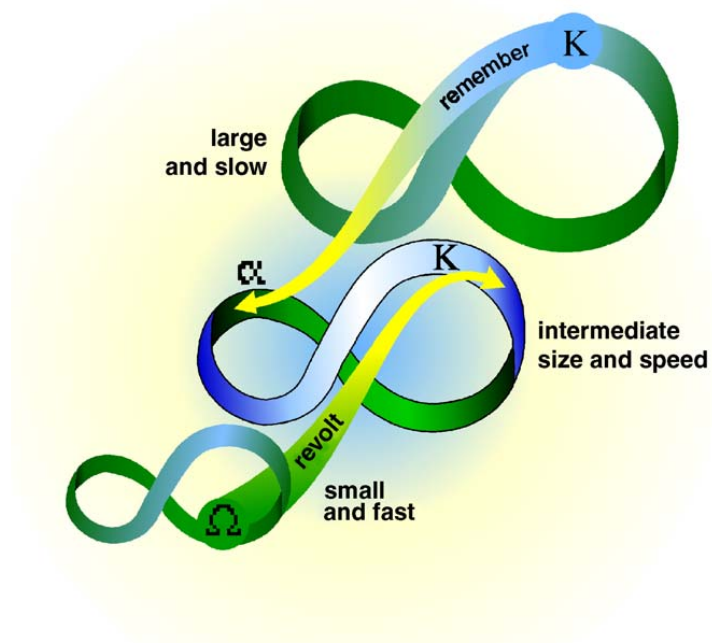


Figura 7 Ciclos Adaptativos e suas relações através das escalas (panarquia); As fases do ciclo (k , Ω e α) e as relações entre eles (*revolt* e *remember*) são indicadas
 Fonte: Folke, 2006

As conexões através das escalas se dá por meio de interações referidas como revolta (*revolt*) ou lembrança (*remember*). Revolta está associada a fase Ω , na qual uma cascata de eventos em uma escala mais restrita e rápida ascendem, levando o distúrbio para escalas mais abrangentes e lentas. Lembrança é uma forma de conexão que se manifesta na fase de renovação e reorganização (fase α), um legado espaço-temporal entre ciclos, no qual recursos produzidos no ciclo anterior são usados para reestruturar o sistema no ciclo seguinte (FOLKE, 2006). Em ecossistemas, por exemplo, os recursos podem ser o banco de sementes sobrevivente a um incêndio florestal que possa recolonizar a paisagem pós-fogo. Em sistemas humanos, pode ser a própria memória da população mais idosa sobre estratégias de sobrevivência a desastres naturais ou mesmo o estoque de sementes para plantios futuros em caso de quebra de safra.

Por fim, a noção de escala sociológica é espaço-temporalmente menos explícita quando comparada àquelas adotadas na geografia e ecologia (GIBSON *et al*, 2000). Segundo Tilty (1984), isso se deve ao fato das tradições teóricas das ciências sociais terem tratado os processos sociais de forma abstrata, sem especificar o tempo e espaço no qual ocorrem. Contudo, na pesquisa em sistemas socioecológicos, a escala social é espaço-temporalmente explícita, definida a partir das conexões entre representação e poder, de tal forma que “*diferentes níveis de organização (social) hierarquizadas respondem e agem em um determinada escala espacial e temporal, as quais podem variar de pequena a grande*” (CUMMING *et al*, 2006). Nesse caso, cada escala é associada a uma unidade de governo ou níveis de escolha. O elo que liga as unidades de governo através das escalas são as

relações entre indivíduos, grupos e redes sociais, moldadas por regras, normas e instituições (OSTROM *et al*, 1999; TOMPKINS; ADGER, 2004; OLSSON *et al*, 2006). Gibson *et al* (2000), por exemplo, entendem sistemas de governança a partir de três níveis conceituais de escolha: operativo, coletivo e constitucional. Cada qual com regras e normas próprias que conduzem as decisões em suas respectivas esferas. Por sua vez, cada nível de conceitual se manifesta em escalas geográficas diferentes (estabelecimento, comunidade, regional, nacional, internacional), com dinâmicas próprias, mas também conectadas por uma hierarquia de poder.

É no encontro entre noções tão distintas de escala, que a pesquisa interdisciplinar sobre sistemas socioecológicos encontra um dos seus principais desafios. Primeiro, o desafio da comunicação científica. Por exemplo, na geografia quando se fala em grande escala, se refere a escalas com alta resolução espacial, ou seja, envolvendo áreas pequenas, mas com grande riqueza de detalhes. Nesse contexto, é imprescindível o uso de escalas cartográficas, geralmente presentes nas margens inferiores dos mapas e que permitem dimensionar o tamanho real da representação em questão. Já no jargão da ecologia, grande escala se refere a territórios extensos, de grandes proporções espaciais. De modo semelhante, na ciências sociais, grande escala se refere a níveis de decisão superiores do ponto de vista hierárquico, como a escala nacional ou internacional. Sem o entendimento claro das particularidades e termos envolvidos em cada noção de escala acima discutida, há risco do resultado ser mal interpretado ou falho na comunicação para atores internos e externos à pesquisa, comprometendo a legitimidade frente aos pares, assim como a capilaridade da produção científica na tomada de decisão.

O segundo desafio refere-se a conciliar no arcabouço analítico a interconexões entre as três noções de escala. Enquanto na escala ecológica a relação entre tempo e espaço é direta (quanto mais amplo o espaço, mais lento os processos que nele ocorrem), na geografia e ciência sociais a interação entre ambas as dimensões desenvolve-se com grande grau de liberdade. De fato, do ponto de vista dos processos socioeconômicos, o desacoplamento entre tempo e espaço vem se intensificando na medida em que as distâncias físicas vem desaparecendo frente ao desenvolvimento dos meios de comunicação e transporte (GIDDENS, 1991). Decisões e escolhas tomadas em nível local ou em curto período de tempo podem ter implicações instantâneas em grandes áreas ou serem sentidos por longos períodos de tempo. Wilbanks (2007) atribui a esse fenômeno a emergência de uma nova noção de escala: a *escala virtual*.

As premissas assumidas nos conceitos de panarquia e ciclos adaptativos muitas vezes não são compatíveis com a dinâmica de processos humanos. Frequentemente, o *timing* que caracterizam o funcionamento dos sistemas de governança e os processos econômicos é distinto do *timing* dos processos ecológicos sobre os quais impactam

diretamente. Assim, cientistas e tomadores de decisão que se debruçam sobre a interface homem-natureza esbarram com a grande dificuldade de lidar com o desencontro (*mismatches*) entre as escalas ecológica e social (CUMMING *et al*, 2006). Soma-se a isso o desencontro espacial entre as escalas ecológicas e político-geográficas, dado que os limites ecossistêmicos não correspondem a mesma lógica usada para definir limites administrativos e de governança. A gestão de uma bacia hidrográfica (espaço ecológico), por exemplo, não raro depende de decisões tomadas em diferentes unidades políticas (espaço político) pouco articuladas entre si e cujos critérios de escolha não correspondem aos interesses da conservação da bacia.

Na literatura da vulnerabilidade, vários autores vem chamando a atenção para a necessidade de incorporar a questão da escala na análise (SMIT; WANDEL, 2006; ADGER, 2006; O'BRIEN *et al*, 2004). Causas proximais e distais que afetam a unidade expositiva são identificadas para caracterizar sensibilidades, exposições e capacidade adaptativas (figura 8). Observa-se que a noção de escala geográfica possui grande influência na abordagem da vulnerabilidade. Como consequência, o recorte analítico enfatiza a dimensão espacial. Em outras palavras, as *unidades de exposição* - geralmente populações e lugares (*people & places*) - são bem delimitados no território, porém analisados como pontos discretos no tempo. Isso explica porque em grande parte dos trabalhos, a vulnerabilidade é avaliada como contexto ou consequência, mensurada na forma de impactos, prejuízos, perdas e danos (STERN, 2007) ou por meio de indicadores, índices e mapas de vulnerabilidade referentes a recortes espaciais e temporais específicos (BRASIL, 2007; O'BRIEN *et al*, 2004; LINDOSO *et al*, 2011; KLAUSMEYER *et al*, 2011).

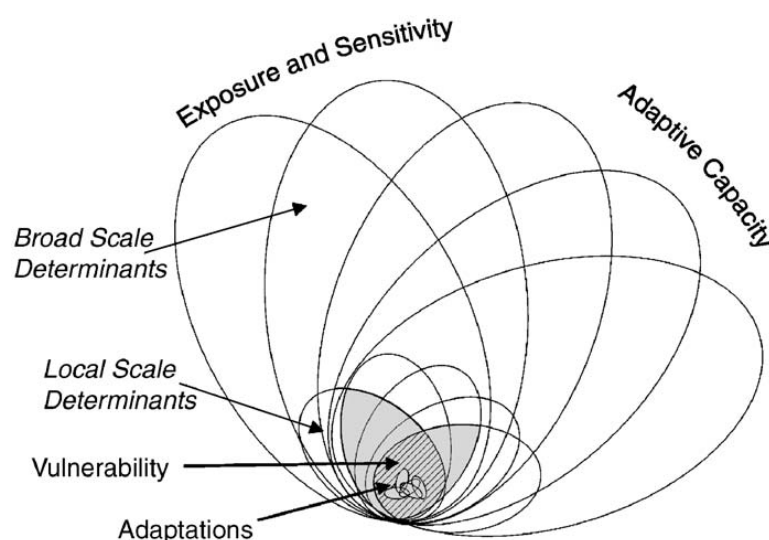


Figura 8 Questão de escala na pesquisa em vulnerabilidade. Fatores locais e distais interagem para determinar vetores de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa
Fonte: Smit & Wandel, 2006

Já na abordagem da resiliência, a noção de escala ecológica predomina, especialmente no que tange a íntima relação entre tempo e espaço. Como consequência, a pesquisa dá ênfase à análise dos processos que determinam a resiliência (inovação, resposta, aprendizado, organização) (OLSSON *et al*, 2006). Diante do esforço científico necessário para mapear a complexa teia de retroalimentações ao longo do tempo e, conseqüentemente, da dificuldade em monitorar variáveis e mudanças, trabalhos sobre resiliência envolvem escalas espaciais relativamente pequenas, facilmente delimitadas (e.g. lagos, lagoas, comunidades humanas).

1.1.5 Vulnerabilidade e Resiliência: convergência conceitual, divergência metodológica

Ao explorar nuances da interface homem-natureza, foi inevitável o surgimento de tentativas de integração entre as abordagens da *Vulnerabilidade* e *Resiliência* (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Iniciativas nesse sentido partiram tanto de cientistas das Humanas, que viram na noção de resiliência uma metáfora poderosa, quanto de ecólogos, que incorporaram o conceito de vulnerabilidade ao respectivo marco teórico e passaram a considerar sistemas sociais como estudos de caso. Atualmente (2013), comunidades científicas das humanidades e ciências naturais gravitam em torno das duas abordagens, realizando trabalhos em coautorias e empreendendo experiências epistemológicas interessantes (JANSSEN *et al*, 2006; TURNER *et al*, 2003).

Convergência teórico-conceitual

Pioneiro, o geógrafo Peter Timmerman foi um dos primeiros a refletir sobre potenciais conexões entre o conceito de resiliência e o de vulnerabilidade humana em sua monografia *Vulnerability, resilience and the collapse of Society* (TIMMERMAN, 1981). Desde então, a ponte entre as abordagens foi fortalecida, sendo muitas vezes apresentadas como convergentes, a despeito das raízes em domínios do conhecimento tão diferentes (ADGER, 2006; EAKIN; LUERS, 2006; SMIT; WANDEL, 2006; TIMMERMAN, 1981). Alguns autores apresentam o conceito de resiliência como o inverso (*flip side*) da vulnerabilidade, o outro lado da moeda (FOLKE *et al*, 2002b). Klein *et al* (2003) argumentam que essa interpretação conceitual não agrega muito ao debate sobre adaptação a não ser ressaltar que o emprego de resiliência enfatiza o lado positivo da adaptação (construção de resiliência) e o uso de vulnerabilidade adota uma perspectiva negativa (redução de vulnerabilidade).

De fato, correspondências conceituais superficiais como essa não se sustentam a um escrutínio mais detalhado do arcabouço teórico-conceitual de ambas as abordagens. Nesse sentido, Gallopín (2006) alerta que extrapolações teóricas de uma abordagem para a outra não devem ser feitas sem crítica. Para ele, resiliência é um conceito mais restrito, uma propriedade interna dos sistemas socioecológicos, referindo-se a capacidade do sistema

em manter-se dentro de um domínio de estabilidade. Já vulnerabilidade é um conceito amplo, determinada por fatores externos (exposição) e propriedades internas do sistema socioecológico (sensibilidade e capacidade adaptativa). Ainda segundo Gallopín (2006), o espaço da vulnerabilidade abrange uma paisagem de estabilidade (composta por vários domínios de estabilidade), o que impossibilita qualquer perspectiva que coloque os dois conceitos em grau de equivalência. Como alternativa, o autor sugere o conceito de *robustez*⁶ como inverso da vulnerabilidade

Muitos trabalhos da vulnerabilidade tratam resiliência como uma metáfora, análoga a forma como capacidade adaptativa é empregada. Parte da literatura entende essa analogia como equivalência conceitual, substituindo o termo capacidade adaptativa pelo de resiliência no arcabouço da vulnerabilidade. É o caso dos geógrafos Dow (1992) e Pelling (2003), que discutem vulnerabilidade como função de exposição, resistência e resiliência. De forma semelhante, Kasperson *et al* (2005) e Turner *et al* (2003) apresentam um arcabouço da vulnerabilidade composto por *exposição, sensibilidade e resiliência*. Nos exemplos acima também chama a atenção o uso intercalado entre o termo resistência e sensibilidade. Ambos contêm a mesma ideia, porém a enfatizam de forma oposta. Resistência é empregada na abordagem da resiliência para definir uma das facetas da resiliência: capacidade de resistir a mudança. Sensibilidade é usada na abordagem da vulnerabilidade como propensão do sistema à mudança ou, posto de outra forma, de ser impactado.

Contudo, alguns autores defendem uma relação hierárquica entre resiliência e capacidade adaptativa. O geógrafo Klein *et al* (2003), por exemplo, apresentam resiliência como propriedade da capacidade adaptativa. Essa interpretação, por sua vez, vai de encontro a adotada pelos teóricos da resiliência, os quais trabalham com uma relação hierárquica oposta: capacidade adaptativa como propriedade da resiliência (FOLKE *et al*, 2002b; CARPENTER *et al*, 2001; NORBERG; CUMMING, 2008b).

Curiosamente, cientistas naturais fazem o caminho inverso, se apropriando da noção de vulnerabilidade na pesquisa em resiliência. Luers (2005), por exemplo, propõem um arcabouço da vulnerabilidade no qual relaciona matematicamente vulnerabilidade como função da exposição e sensibilidade dividido pela distância do estado do domínio de estabilidade em relação ao *thresholds*:

$$\text{Vulnerability} = f \left[\frac{(\text{Sensitivity, Exposure})}{\text{State/Threshold}} \right].$$

Por sua vez, os geógrafos Smit & Wandel (2006) trazem o conceito de *coping range* para se referir a amplitude de distúrbio que um sistema socioecológico é capaz de lidar,

⁶ **Robustez:** capacidade de um sistema em manter sua estrutura diante de um distúrbio.

acomodar ou se recuperar, noção muito semelhante a ideia de *thresholds* trazida na teoria da resiliência (Figura 9):

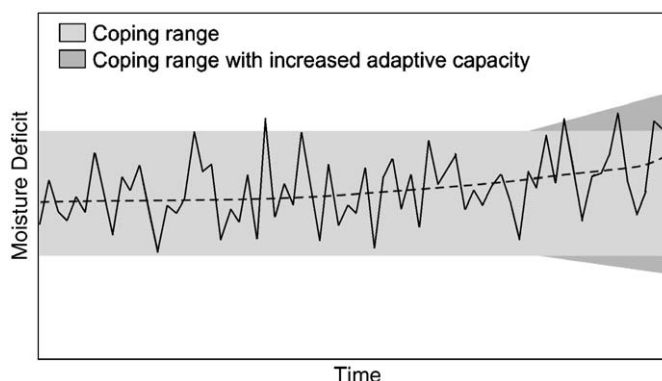


Figura 9 Representação gráfica do conceito de coping range e sua relação com capacidade adaptativa
Fonte: Smit & Wandel, 2006.

Na verdade, o léxico envolvido na pesquisa em resiliência e vulnerabilidade é muito mais amplo e rico em interpretações, agregando maior complexidade à comunicação entre cientistas e entre estes e os usuários da informação científica. *Coping*, por exemplo, é um conceito comum no jargão da literatura de desastres naturais (KLEIN *et al*, 2003). Nela, é empregado para descrever adaptações reativas ocorridas durante ou imediatamente após o distúrbio (SMIT; WANDEL, 2006). Neste contexto, Vogel (1998) distingue *coping ability* - resposta de curto-prazo - de *capacidade adaptativa* - respostas de longo prazo. Já Watts & Bohle (1993) empregam outros termos para refletir as mesmas ideias: *adaptabilidade* e *potencialidade*, respectivamente. Por sua vez, Klein *et al* (2003) equivalem sua acepção de resiliência a de *coping ability*, definindo-a como capacidade de tolerar distúrbios e se auto-organizar. Destes pouco exemplos, nota-se um repertório de termos diferentes para se referir a ideias semelhantes dos quais cada autor lança mão do que lhe parece mais apropriado.

Todavia, essa liberdade de escolhas em como relacionar termos e definições traz o risco de mal-entendidos e apropriação equivocada da informação científica. Diante de um panorama conceitual tão diverso em interpretações, um leitor casual ou um pesquisador que ainda dá seus primeiros passos nesse território interdisciplinar pode se sentir, no primeiro momento, confuso. É por isso que uma profunda revisão da literatura acompanhada de uma reflexão crítica sobre sua diversidade epistêmica é essencial a qualquer cientista ou grupo de pesquisa que pretenda caminhar de forma criteriosa em temas que tradicionalmente são abordados a partir da vulnerabilidade e da resiliência.

Divergências teórico-metodológicas

Se por um lado as abordagens da resiliência e vulnerabilidade convergem em seus arcabouços teórico-conceituais, por outro há particularidades e aspectos incompatíveis entre ambas, que as distinguem e inibem a dissolução das fronteiras epistêmicas em prol de uma única abordagem.

A primeira barreira refere-se à abordagem metodológica e objetivos específicos de pesquisa. Se ambas almejam entender como os sistemas socioecológicos são afetados e respondem a perturbações, a abordagem da resiliência busca compreender processos de resposta (inovação, aprendizado, organização), identificar thresholds/indicadores de estado, e caracterizar domínios de estabilidade. Já a abordagem da vulnerabilidade busca avaliar impactos, danos e perdas, assim como entender contextos que tornam os sistemas socioecológicos susceptíveis a distúrbios e que determinam a resposta. Para tal, a abordagem da resiliência dá grande ênfase ao uso de modelos matemáticos hipotéticos para descrever e simular os fenômenos socioecológicos observados. Já a abordagem da vulnerabilidade lança mão de estudos de caso e analogias para observar o comportamento dos sistemas socioecológicos (FORD *et al*, 2010a).

Do ponto de vista teórico, também há divergências importantes. A abordagem da resiliência é, em seu arcabouço teórico, amoral. Isso implica que ser resiliente é, a princípio, nem bom nem ruim; essa definição é caso-específico, dependente do que é desejado ou não pelos atores envolvidos. Assim, o objetivo político em alguns casos será construir resiliência e, em outros, erodir a resiliência. Já na abordagem da vulnerabilidade o objetivo político é claro: redução da vulnerabilidade, invariavelmente o resultado de qualquer intervenção no sistema. Outra diferença se encontra na unidade de referência de análise. Na abordagem da resiliência, as unidades de referências são abstratas: domínios de estabilidade (*o que é resiliente*), enquanto na abordagem da vulnerabilidade a unidade de referência é uma entidade palpável: populações, setores, locais, indivíduos (o que é vulnerável). Ademais, a abordagem da resiliência tem como premissas teóricas fundamentais as noções de *ciclos adaptativos*, *panarquia*, *thresholds*, *bacia de atração*, *paisagens de estabilidade*, as quais são estranhas à pesquisa em vulnerabilidade.

1.1.6 Vulnerabilidade e resiliência na pesquisa sobre adaptação à Mudança Climática

No início da década de 1990, a abordagem da vulnerabilidade vinha de uma longa tradição de pesquisa orientada para política sobre desastres naturais e já havia empreendido reflexões no âmbito da mudança climática. Dessa forma, autores da comunidade científica da vulnerabilidade foram naturalmente protagonistas nos primórdios da produção científica sobre impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática,

pautando os rumos da agenda científica, especialmente aqueles oriundos da escola canadense de geografia risco-perigo, como Barry Smit, Ian Burton e James McCarthy.

Conseqüentemente, o arcabouço da vulnerabilidade é predominante na literatura sobre adaptação à mudança climática. Nela, vulnerabilidade vem sendo estudada a partir de duas perspectivas. Uma, chamada de *cenário-impacto dirigido*, entende vulnerabilidade como resultado ou impacto residual da adaptação (SMIT; WANDEL, 2006). A análise segue uma cadeia linear, que começa com cenários de emissões de GEE, seguido por cenários/projeções de impactos climáticos e, por fim, por opções adaptativas. O impacto residual – que não foi neutralizado pela adaptação - representa a vulnerabilidade (BECK, 2011). Essa perspectiva comumente avalia a vulnerabilidade em termos de danos ou de prejuízos passíveis de quantificação objetiva (CUTTER, 1996).

A segunda perspectiva é a chamada *vulnerabilidade contextual*, na qual a vulnerabilidade é o ponto de partida (O'BRIEN *et al*, 2007). Nela impactos, mitigação, adaptação e vulnerabilidade estabelecem uma relação dialética e não hierárquica, na qual processos naturais e humanos interagem através do tempo e espaço, sendo, portanto, dinâmicos (ADGER, 2006; HILHORST; BANKOF, 2008). Assim, em vez de produto residual, a vulnerabilidade é um contexto, analisado a partir do conjunto de condições ambientais, socioeconômicas e político-institucionais no qual os sistemas se inserem (FORD *et al*, 2010b; O'BRIEN *et al*, 2007).

Por sua vez, resiliência como abordagem teórico-metodológica é secundária na pesquisa sobre adaptação à Mudança Climática, mas, como metáfora análoga a noção de capacidade adaptativa, é bem difundida na literatura especializada (ADGER, 2006) e vem ganhando relevância crescente na agenda científica pelos *insights* que traz na compreensão da dinâmica da adaptação e vulnerabilidade em nível de comunidade (SMIT; WANDEL, 2006).

Contudo, há autores críticos à emergência da noção de resiliência na pesquisa em mudança climática. Cannon & Müller-Mahn (2010) argumentam que a mudança do discurso da vulnerabilidade para o da resiliência é perigoso. Segundo eles, o papel proeminente que o subsistema ecológico assume na noção de resiliência pode diminuir a importância dos determinantes socioeconômicos e políticos na construção do risco, levando esses aspectos ao “*reino neutro da gestão de ecossistemas e despolitizando o processo causal inerente na inserção de pessoas em um contexto de risco*” (CANNON; MULLER-MAHN, 2010; p. 633). Curiosamente, esse argumento é muito semelhante – porém oposto - ao usado por Turner (2010). Este defende a abordagem da resiliência em detrimento da vulnerabilidade pelo destaque que aquela dá ao subsistema ecológico, o qual costuma ser marginalizado em abordagens das ciências humanas.

A despeito das controvérsias epistêmicas, não é mais possível ignorar que a resiliência como metáfora tem grande inserção política e científica, mesmo que sua abordagem aparentemente seja de difícil operacionalização. Ela já é parte integrante do jargão político, sendo amplamente usada na retórica discursiva, em trabalhos técnicos e relatórios (governamentais e não-governamentais), principalmente naqueles relacionados aos temas desenvolvimento sustentável e às mudanças ambientais globais (Global Adaptation Institute, 2012; Montpellier Panel Report, 2012). Um exemplo emblemático dessa tendência é o *Programa Piloto para a Resiliência Climática (Pilot Program for Climate Resilience)*. Criado em 2008, o fundo concentra 46% dos investimentos internacionais voltados para a adaptação à mudança climática (Climate Fund Update, 2012).

1.1.7 Considerações finais sobre abordagens teóricas

Do debate acima, depreende-se que a escolha entre as abordagens da vulnerabilidade e da resiliência é mais que uma preferência epistêmica por conceitos, teorias e metodologias. É também uma escolha política, com implicações relevantes para a tomada de decisão. Assim, seria incorreto eleger ou defender uma abordagem ou arcabouço teórico e analítico definitivo. Ao contrário, reconhece-se que ambas as abordagens possuem virtudes e limitações que devem ser consideradas a luz das perguntas e objetivos da pesquisa.

Como abordagem descritiva da realidade, a resiliência se mostra mais robusta. A busca por padrões e processos causais sintetizados em modelos teóricos preditivos conferem um corpo explicativo do comportamento dos sistemas observados mais forte que aqueles adotados pela vulnerabilidade. Já do ponto de vista político, a abordagem da resiliência é interessante pela possibilidade de identificar *thresholds* ecossistêmicos e sociais, variáveis de estado, processos-chave que levam à adaptação, entre outras informações que podem indicar pontos e parâmetros para a intervenção política.

Porém, o robusto poder explicativo implica em alto custo científico, que muitas vezes limita a pesquisa e o uso político da abordagem da resiliência de forma rotineira. Primeiro, porque o forte viés matemático presente nos modelos teóricos torna a pesquisa em resiliência hermética para leigos e cientistas pouco familiarizados com a linguagem. Isso restringe a pesquisa a uma parcela relativamente pequena da comunidade científica, majoritariamente vinculados ou oriundos a tradições ecológicas, assim como reduz sua capilaridade entre tomadores de decisão.

Segundo, devido a ênfase em processos, trabalhos empíricos sobre resiliência esbarram em limitações experimentais. O esforço de pesquisa é grande; muitos padrões e processos socioecológicos só são possíveis de serem identificados após um longo tempo de

observação (anos, décadas). Delimitar *domínios de estabilidade* e identificar *thresholds* ecológicos, muitas vezes, só são possíveis em análises *ex-post*, após uma mudança de regime ser experienciada (WALKER; MEYERS, 2004).

Soma-se a isso o fato de que valores, preferências e crenças interagem no espaço e tempo na definição do que é aceitável e desejável, agregando um caráter subjetivo na análise de *thresholds sociais*, agregando grande complexidade a análise (CHRISTENSEN; KROGMAN, 2004). Assim, a prática científica na pesquisa em resiliência exige contextos muitas vezes irreais. Por exemplo, se a pesquisa tiver como estudo de caso uma comunidade em área remota e de difícil acesso, o sucesso da investigação irá depender de recursos financeiros substanciais disponíveis por um longo período de tempo, para que padrões e processos relacionados a resiliência sejam observados. Contudo, o financiamento científico costuma ser suficiente apenas para projetos relativamente curtos, com orçamentos relativamente modestos e coletas de campo pontuais (WALKER *et al*, 2006).

Ademais, enquanto o controle das condições na pesquisa em ecologia é relativamente simples, o mesmo não pode se dizer de trabalhos empíricos com sistemas socioecológicos, nos quais aspectos subjetivos inerentes a natureza humana são imprevisíveis e não passíveis de controle.

Outro ponto levantado é o caráter de neutralidade (amoral) subjacente a teoria da resiliência, que é visto como desvantagem da teoria, dada que as escolhas sociais são políticas. Soma-se a isso o fato da teoria da resiliência aceitar, em princípio, perdas e danos em escalas inferiores em prol da sustentabilidade de escalas superiores. Isso abre a possibilidade para que grupos e atores sejam marginalizados no embate político sob a justificativa de fortalecer a resiliência do sistema.

Em contrapartida, a abordagem da vulnerabilidade é de muito mais fácil operacionalização e comunicação científica. Isso só é possível devido à simplificação do sistema socioecológico em um recorte da realidade homem-centrado, menos representativo, porém mais funcional. Os resultados são geralmente apresentados na forma de custos, perdas e prejuízos ou por meio de índices, indicadores e mapas de vulnerabilidade, linguagem didática e com grande capilaridade entre gestores públicos e tomadores de decisão não-governamentais. O uso de cenários para comunicar riscos e potencial de intervenções políticas também torna a abordagem atrativa (SCHNEIDER *et al*, 2007; MARGULIS; DUBEUX, 2010). As metodologias de coleta e tratamento de dados são mais simples e acessíveis ao grande público, tornando a pesquisa mais transparente e replicável por atores menos tecnicamente especializados. Ademais, as demandas de intervenção política são claras: redução da vulnerabilidade por meio da intervenção em aspectos socioeconômicos e político-institucional.

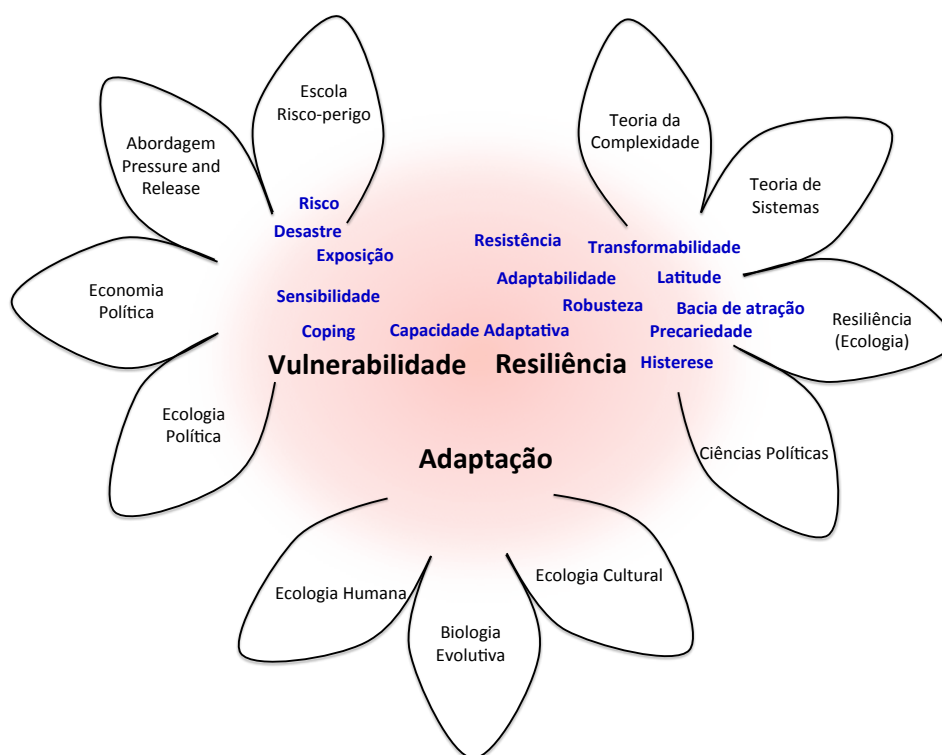
Guardadas as particularidades, as duas abordagens tem muito o que se complementar, uma vez que se debruçam sobre as mesmas perguntas e fenômenos socioecológicos. Por exemplo, os processo socioecológicos – privilegiado pela abordagem da resiliência - é resultado de condições pré-existentes - foco analítico da abordagem da vulnerabilidade. Nesse sentido, dissecar a dinâmica dos processos socioecológicos na pesquisa em resiliência poderia apontar quais contextos ou condições são favoráveis a adaptação na pesquisa em vulnerabilidade.

Outro ponto possível de complementaridade é a avaliação de danos, perdas e prejuízos - tão comuns na abordagem da vulnerabilidade - a qual poderia dar pistas importantes na identificação de *thresholds*, variáveis de estado e domínios de estabilidade desejáveis e indesejáveis na pesquisa em resiliência. De fato, pesquisas que adotem abordagens híbridas, mesclando elementos teórico-metodológico de ambas as abordagens, são altamente recomendáveis.

No campo teórico-conceitual, a diluição das barreiras disciplinares está avançada graças a iniciativas vindas tanto das ciências naturais quanto humanas. Nesse plano, as abordagens da vulnerabilidade e resiliência estão convergindo, tendo a noção de capacidade adaptativa como *conceito-ponte*. Todavia, na esteira desse esforço, uma cacofonia de termos e suas interpretações – ora congruentes, ora divergentes - manifestam-se na falta de consensos quanto a um marco conceitual comum. Isso é agravado pela natureza fragmentada da comunidade científica que lança mão dos arcabouços da vulnerabilidade e da resiliência. Distribuídos em inúmeros centros e grupos pesquisa, os cientistas abrangem uma ampla gama de *backgrounds* disciplinares, cada qual com um olhar e interesses particulares (LAHSEN *et al*, 2010; KATES, 2011).

O resultado é uma “torre de Babel” científica, na qual os mesmos termos e noções recebem definições variando desde ligeiramente distintas até opostas, dependendo da interpretação recebida. Talvez tal pluralidade e incongruência epistêmica seja sintoma inevitável da construção de um campo de conhecimento interdisciplinar e que, por estar nos seus primórdios, falta a perspectiva histórica necessária para que os cientistas que nela trafeguem tenham a real dimensão do processo e suas tendências. Por outro lado, há o risco de tal pluralidade e incongruência desdobrar-se para uma cacofonia irreversível, inviabilizando a comunicação científica e, conseqüentemente, o potencial de comparação entre as abordagens que se debruçam sobre a relação homem-natureza. A justa medida encontra-se em algum lugar entre romper as barreiras disciplinares e manter particularidades e virtudes disciplinares. Para isso, não há fórmula pronta. Neste contexto, a pesquisa em sustentabilidade e adaptação à mudança climática são espaços científicos nos quais o diálogo entre as abordagens da vulnerabilidade e resiliência vem ocorrendo de forma mais intensa, com experiências integradoras interessantes que podem estabelecer

um terreno comum para comunicação científica. A figura 10 busca sintetizar de forma simplificada essa confluência de termos, conceitos, noções que gravitam em torno de três grandes núcleos conceituais: adaptação, vulnerabilidade e resiliência. As pétalas representam abordagens disciplinares ou interdisciplinares de primeira ordem (entre disciplinas dentro de um mesmo domínio científico). O espaço não delimitado no centro representa o espaço interdisciplinar na qual a pesquisa em mudanças ambientais globais vem se desenvolvendo. Apesar de ser possível rastrear a origem dos termos e conceitos em tradições disciplinares, sua localização no diagrama representa o sua relevância na pesquisa interdisciplinar. Quanto mais centralizado o termo, maior seu trânsito entre as abordagens da resiliência e vulnerabilidade. A posição são meramente ilustrativas e sua distância em relação as pétalas ou ao centro não devem ser tomadas como equivalentes perfeitos a seu “grau de interdisciplinaridade”.



Based on: Cutter, 1996; Moran (2000); Adger (2006); Eakin & Luers (2006); Smit & Wandel (2006); Füssel (2007); Bankof *et al* (2008); Norberg & Cumming (2008); Head (2010); Wetherington (2012)

Figura 10 Diagrama representando alguns elementos do terreno teórico-conceitual interdisciplinar que se configura na pesquisa em *impactos, vulnerabilidade e adaptação às mudanças ambientais globais* (área em vermelho).

Fonte: elaborado pelo autor a partir de ampla revisão da literatura

1.2 ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA: A EMERGÊNCIA DE UMA AGENDA DE PESQUISA INTERDISCIPLINAR E ORIENTADA PARA POLÍTICA

A noção de adaptação entra no discurso científico moderno por meio da evolução biológica dos séculos XVIII e XIX. Um marco nessa trajetória foi a teoria da evolução por meio da seleção natural, apresentada, pela primeira vez, em 1858, em um breve ensaio publicado por Charles Darwin e Alfred Wallace. No ano seguinte, Darwin lança a sua obra *A origem das espécies por meio da seleção natural* (DARWIN, 1985), que ganha grande notoriedade e difunde rapidamente a teoria evolutiva da seleção natural entre leigos e cientistas. O resgate dos trabalhos de Gregor Mendel no início da década de 1900s e o posterior desenvolvimento da pesquisa em Genética somaram-se ao desenvolvimento da biologia evolutiva durante primeira metade do século XX. O resultado foi a chamada Teoria Sintética da Evolução, na qual a força do poder explicativo da teoria de Darwin manteve sua essência e continua sólida após 150 anos desde a publicação da *Origem das Espécies*, apesar de novas descobertas terem sido agregadas, preenchido lacunas e aprimorado pressupostos levantados originalmente. Em linhas gerais, a teoria darwinista e suas derivações dentro da biologia evolutiva parte do pressuposto de que a criatividade natural leva a modificações cegas (não-intencionais) em indivíduos, espécies e populações. Quando essas variações são confrontadas a pressões ambientais, a parte majoritária das variedades é eliminada, de modo que apenas as mais aptas se perpetuam a cada geração.

Adaptação: pulando as fronteiras disciplinares

Durante a segunda metade do século XIX, muitos teóricos acreditavam que os fenômenos sociais poderiam ser explicados por leis e teorias também observadas pelas ciências naturais. Não por acaso a emergência das ideias de Darwin foi vista como elemento teórico para corroborar o *paradigma do progresso social* já utilizado na época por uma incipiente comunidade das ciências sociais. Segundo este paradigma, havia uma hierarquia entre as civilizações, as quais poderiam ser organizadas segundo uma escala de progresso racial e geográfica, no topo da qual se encontrava o homem branco e europeu (WETHERINGTON, 2012). Esta síntese desdobrou-se em abordagens científicas que se apropriam de forma equivocada das ideias de Darwin para justificar - sob roupagem positivista - posturas racistas e eurocêntricas. O *darwinismo social* é um exemplo, cujas ideias se perpetuaram até a primeira metade do século XX. O Darwinismo social chega a vias extremas em sua forma ativa, o eugenismo⁷ social. Neste, a bandeira do melhoramento da raça foi usado para dar suporte a políticas de eliminação ou esterilização forçada de

⁷ **Eugenia:** estudo dos agentes sob o controle social que podem melhorar ou empobrecer as qualidades raciais das futuras gerações seja física ou mentalmente (GOLDIM, 1998)

minorias étnicas e indivíduos com doenças consideradas indesejáveis, culminando no eugenismo nazista das décadas de 1930 e 1940.

Entretanto, a influência das ideias de Darwin também seguiu caminhos nas ciências sociais que buscavam um compromisso com a ciência pela ciência e alheios a justificativa política para colonização de povos e posturas racistas. Nesse sentido, o debate teórico, durante a segunda metade do século XIX, era marcado por controvérsias sobre a preponderância entre fatores ambientais e sociais na determinação de traços culturais humanos. De um lado, teóricos como Ratzel, Huntington e Taylor eram partidários da abordagem do *determinismo* ambiental, segundo o qual o ambiente molda a evolução cultural; de outro, autores como Boas, Lowie e Goldenweiser defendiam o *determinismo cultural*, no qual o ambiente era fator secundário frente às forças socioeconômicas na evolução de práticas e tradições sociais (MORAN, 2000). Essa discussão prolongou-se durante a primeira metade do século XX, quando estudos de caso mais aprofundados começaram mostrar que a relação cultura e ambiente era mais complexa do que se pensava.

Na antropologia, a noção de adaptação recebeu uma abordagem amoral, na qual é empregada como um conceito explicativo para descrever a evolução cultura-ambiente. De relevância para este trabalho foi a pesquisa realizada por Julian Steward a partir da década de 1930. Antropólogo e ecologista cultural, Steward aplica o conceito de adaptação como ajuste cultural (SMIT; WANDEL, 2006). Nas décadas seguintes, diferentes correntes do pensamento social⁸ deram continuidade as reflexões sobre a adaptabilidade humana ao ambiente (MORAN, 2000). A pesquisa sobre adaptação às mudanças climáticas é um desdobramento direto dessa reflexão. Suas raízes remontam a abordagem da ecologia política, corrente que surge na década de 1970 sob forte influência da ecologia cultural de Steward (WALKER *et al*, 2005; PAULSON *et al*, 2003).

Apesar de semelhantes em essência, as acepções de adaptação da biologia e da antropologia possuem diferenças fundamentais. Conceitualmente, *adaptação biológica* descreve uma *característica* aperfeiçoada pela seleção natural ou refere-se ao *processo* de modificação que resulta em unidades biológicas mais aptas a uma determinada pressão do meio ambiente (FUTUYMA, 2002). Já *adaptação cultural* é um conceito analítico empregado para descrever o processo por meio do qual a espécie humana, como entidade cultural, ajusta suas práticas ao ambiente no qual se encontra (HEAD, 2010; NORBERG; CUMMING, 2008b). Quanto ao escopo temporal, a adaptação biológica opera durante longos períodos de tempo (milhares/milhões de anos), enquanto a adaptação cultural abrange horizontes temporais relativamente curtos (décadas, séculos, milênios). Quanto às unidades

⁸ Antropologia ecológica, ecologia histórica, economia política e ecologia política

adaptativas, na abordagem biológica costumam ser genótipos, fenótipos, indivíduos ou populações biológicas; na pesquisa antropológica, as unidades adaptativas são povos, práticas, comportamentos e tradições culturais.

No que tange a avaliação da efetividade da adaptação, a biologia analisa o sucesso reprodutivo, enquanto as abordagens antropológicas tomam por referências a performance em aspectos socioeconômicas, relacionados à saúde, bem-estar, adequação nutricional etc (BATES; PLOG, 1991). Por fim, a adaptação biológica é entendida como produto de um processo não-intencional: variações são geradas por mecanismos “cegos” (mutação, recombinação gênica e recombinação genotípica) e se tornam adaptativas quando selecionadas pelo meio. Já a adaptação antropológica é um processo deliberado, no qual decisões, escolhas e planejamento guiam ajustes e inovações culturais adaptativas (ADGER *et al*, 2009).

A pesquisa sobre adaptação à mudança climática é herdeira da tradição antropológica, mas possui duas particularidades que justificam ser tratada como uma linha teórica distinta. A primeira, o fato de ir além das fronteiras da antropologia. Como foi discutido, a noção de adaptação da ecologia política somou-se às abordagens da geografia (vulnerabilidade) e da ecologia (resiliência) para configurar nas últimas duas décadas do século XX um campo de pesquisa interdisciplinar referido como pesquisa *sobre Impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática*, ou simplesmente *pesquisa em adaptação à mudança climática*. Outro aspecto que a distingue é o seu caráter orientado para política. Isso implica que a produção do conhecimento guia-se não só pelo seu valor científico, mas também pela relevância da informação como subsídio à tomada de decisão adaptativa.

A apropriação equivocada e parcial das ideias desenvolvidas na biologia evolutiva pelas ciências sociais do final do século XX ainda ressoa em pleno século XXI em barreiras ilusórias e resistência para que o debate interdisciplinar ocorra livre de preconceitos e bairrismos epistêmicos. Muitos cientistas das Humanidades não olham com bons olhos qualquer menção ao termo adaptação quando a referência são sistemas sociais. A presença que o Darwinismo social teve durante a gestação das Ciências Sociais ainda é confundido com as ideias de Darwin em si e mesmo um uso já corrente e disseminado na literatura e agenda política sobre Mudança Climática gera reações emotivas que retardam o desenvolvimento da pesquisa e intervenção política.

A seguir, definições e tipologias de adaptação à mudança climática e os temas de fronteira que vem orientando a pesquisa no início da década de 2010 são caracterizados. O objetivo é contextualizar o esforço feito na segunda e na terceira parte da Tese dentro da agenda científica atual.

1.2.1 Construção de uma agenda

Mudança Climática: a emergência de um problema

A percepção da mudança climática como um risco ambiental global é relativamente recente (RODRIGUES-FILHO; SOUZA, 2011). Porém, a ciência subjacente possui mais de dois séculos de pesquisa. Até o início da década de 1940, esforços independentes de químicos, físicos, matemáticos, engenheiros, geólogos e paleobotânicos reuniram evidências biofísicas, registros geológicos e deduções matemáticas que apontavam para um clima Terrestre em constante mudança ao longo das eras. O acúmulo de trabalhos sobre a composição da atmosfera Terrestre e sua relação com as temperaturas – como aqueles produzidos por Joseph Fourier, John Tyndall e Svante Arrhenius - apontavam, desde o século XIX, a existência do efeito estufa, a sua relação com gases como o CO₂ e CH₄ e uma potencial relação entre atividades humanas e elevação das temperaturas globais, hipótese conhecida como aquecimento global antropogênico (WEART, 2003). Todavia, o instrumental científico era até então insuficiente para compreender a complexidade do clima nas escalas espaciais e temporais necessárias para comprovar as teorias e hipóteses sobre a dinâmica passada do clima e, especialmente, sobre a interferência humana nessa dinâmica.

O instrumental necessário só foi disponibilizado pelo avanço da tecnologia militar impulsionada pela Segunda Grande Guerra e, posteriormente, pela disputa armamentista e científica da Guerra Fria. Entre as décadas de 1950 e 1970, a hipótese do aquecimento global antropogênico foi retomado, graças as novas evidências que corroboraram o papel do CO₂ como gás estufa (PLASS, 1956a;1956b)⁹. Ao mesmo tempo, o passado climático instável da Terra era revelado pelos testemunhos de gelo e sedimentos do fundo oceânico coletados durante expedições militares-científicas (DANSGAARD *et al*, 1969; EMILILIANI, 1955;).

Somam-se a isso o desenvolvimento dos modelos computacionais meteorológicos (PHILLIPS, 1956), o monitoramento das concentrações de CO₂ atmosférico (KEELING, 1960) e o lançamento de satélites civis e militares para acompanhar o sistema climático do espaço, os quais forneceram um novo panorama sobre o funcionamento do clima em escalas nunca antes observadas (SMAGORINSKY, 1983; ZEBROWSKI, 2011). Essas iniciativas marcam o nascimento da pesquisa moderna sobre o clima. Paralelamente, escavações arqueológicas revelavam que o colapso de civilizações pretéritas poderiam estar associadas a mudanças climáticas abruptas cujos impactos foram além da capacidade de acomodação de povos e populações. (WENDLAND; BRYSON, 1974). De certa forma,

⁹ Parte das conclusões de Plass é fruto da sua pesquisa como cientista militar no desenvolvimento da tecnologia de mísseis teleguiados por calor

tais achados evidenciavam que o Homem não está imune às mudanças naturais que provoca em seu ambiente (DIAMOND, 2009).

Cabe destacar que, no contexto histórico no qual essas descobertas se desenrolavam, havia um crescente interesse público, político e científico sobre a questão ambiental. Durante as décadas de 1960 e 1970, publicações relatando o impacto causado pelas atividades humanas nos sistemas naturais (CARSON, 1962) e alertando para a existência de limites ecossistêmicos ao desenvolvimento e ao risco do crescimento demográfico (e.g. MEADOWS; CLUB OF ROME, 1972; ELRICH; ELRICH, 1968) sensibilizaram a opinião pública e tomadores de decisão da época. Essa mobilização culmina na Primeira Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano (Conferência de Estocolmo), organizada pela ONU em 1972 (BURSZTYN; BURSZTYN, 2013). Enquanto isso, o aquecimento global como risco já vinha ganhando espaço discreto na pauta política, diluído entre outras tantas questões ambientais que vinham à tona. Na década de 1960, é mencionado em alguns documentos oficiais do governo dos EUA como um potencial problema, porém ainda secundário, frente a outras questões ambientais, como poluição do ar (WEART, 2003).

Em meados da década de 1970, a ciência produzida sobre mudança climática alcança um volume crítico para que a questão passasse de uma especulação distante para uma hipótese provável (NORDHAUS, 1975). Na década de 1980, ganha grande espaço na agenda científica e é incorporada de forma mais efetiva no debate político internacional. Essa trajetória culmina, em 1988, no reconhecimento oficial pela assembleia da ONU da mudança climática como uma *preocupação comum da humanidade* (BODANSKY, 2001). Esse passo é simbólico, pois marca o início da institucionalização da questão em arranjos políticos e científicos internacionais. Em 1988, também é criado o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC na sigla em inglês) sob os auspícios de duas agências da ONU: Organização Mundial de Meteorologia (OMM) e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD). Uma vez reconhecido o risco climático, o passo seguinte era implementar formas para frear a taxa de mudança e administrar seus impactos. Neste contexto, as estratégias se enquadram em dois conjuntos de respostas: o primeiro visa moderar as causas, ou seja, reduzir as fontes humanas de GEE que levam ao aquecimento global (i.e. **mitigação**¹⁰); o segundo, se destina a moderar os impactos (i.e. **adaptação**).

À época da emergência da mudança climática como um problema global, justificar esforços de mitigação era relativamente mais simples: a despeito das grandes incertezas quanto aos meandros dos mecanismos climáticos do aquecimento, estava claro que

¹⁰ No debate inicial sobre as formas de enfrentamento aa mudança climática, era empregado o termo limitação (*limitation*) para se referir ao controle das emissões de GEE. O termo mitigação passa a ser amplamente adotado no início da década de 1990 (IPCC, 1990)

controlar as emissões antrópicas de GEE resultaria inevitavelmente na redução do risco climático. Em contrapartida, emplacar medidas de adaptação na agenda política era mais complicado. As incertezas sobre como o aquecimento ia se manifestar em termos de mudança nos padrões de precipitação e na frequência de eventos extremos dificultava identificar quais ações seriam mais adequadas (NORDHAUS, 1975). Assim, a adaptação foi vista como estratégia marginal nos primeiros anos das negociações internacionais (ADGER *et al*, 2009). Essa marginalização será melhor explorada no próximo capítulo.

Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação: evolução da agenda de pesquisa

Ao longo das últimas três décadas pode-se identificar, grosso modo, três gerações de pesquisa sobre adaptação à mudança climática. A primeira emerge em meados da década de 1980, dedicada principalmente a caracterizar os impactos esperados da mudança climática (SCHIPPER, 2006). Trabalhos dessa geração deram origem à linha de pesquisa conhecida como *avaliação de impacto cenário-dirigido*. Esta abordagem parte de cenários de mudanças em parâmetros climáticos, tais quais o aumento da temperatura ou redução das precipitações. Cada um desses cenários representa um impacto sobre sistemas humanos ou naturais, como redução da área de zonas agrícolas ou perdas econômicas (PELLEGRINO *et al*, 2007; CEDEPLAR/UFMG; FIOCRUZ, 2008).

Inicialmente, as avaliações analisavam os impactos na ausência da adaptação, mas posteriormente cenários de resposta passaram a ser incorporados (SMIT; SKINNER, 2002). Essa estratégia permite comparar os custos da inação com o custo-benefício de cada opção adaptativa, dando suporte a tomada de decisão planejada (SMIT; WANDEL, 2006). Nas décadas de 1990 e 2000, a *avaliação de impacto cenário dirigido* consolida-se como um braço importante da pesquisa em adaptação. Cabe destacar que a nova geração de modelos tem avançado ao incorporar novos parâmetros ambientais e cenários socioeconômicos em suas projeções climáticas, o que permite análises muito mais consistentes sobre impactos e adaptações futuras (MOSS *et al*, 2010). Por ser uma das linhas de pesquisa mais antigas na agenda de adaptação, publicações cujo foco são os impactos correspondem a cerca de 50% da produção científica histórica sobre o tema (ARNELL, 2010; BERRANG-FORD *et al*, 2011).

Todavia, a abordagem da *avaliação de impacto cenário-dirigido* é visto com ressalvas por alguns autores. Segundo eles, a abordagem toma a adaptação de forma arbitrária, de modo que em cada cenário de resposta assume-se que a adaptação ocorre por completo ou não ocorre. A crítica consiste justamente em ignorar que a adaptação é um processo complexo no qual um conjunto de condições e fatores interagem na eficiência e eficácia da implementação da ação (SMIT *et al*, 2006). Assim, é possível que uma estratégia adaptativa interessante seja brilhante na teoria, mas sua implementação encontra diversos obstáculos

que resultam em seu funcionamento parcial ou mesmo inviabilidade. A despeito disso, a abordagem tem grande aceitação dentro da comunidade política por lançar mão de uma linguagem fácil e eloquente a leigos e tomadores de decisão. A forma como a comunicação é feita, por meio de riscos, custos e prejuízos associados a cenários de resposta gera um impacto imediato no usuário e indiscutivelmente contribuiu para explicitar a urgência da questão climática.

Uma segunda geração de pesquisa pode ser identificada a partir da década de 1990. Ela complementa a análise dos impactos, trazendo para a pauta científica a compreensão de contextos de vulnerabilidade e de resposta aos riscos e impactos, geralmente adotando uma perspectiva setorial ou territorial em grande escala (região, país). Essa geração também se destaca por estruturar as bases da epistemologia da ciência sobre adaptação à mudança climática. Nesse sentido, muitos autores e trabalhos dedicaram-se a refletir conceitos, tipologias, teorias e arcabouços teóricos que pudessem estabelecer um marco teórico-conceitual capaz de orientar a pesquisa (DOW, 1992; CUTTER, 1996, BURTON, 1997; SMIT *et al*, 2000). Este esforço foi acompanhado de propostas de sistemas de avaliação da vulnerabilidade e capacidade adaptativa (O'BRIEN *et al*, 2004). A relevância de temas da segunda geração é refletida na importância relativa que ocupam na produção acadêmica. Dependendo da bibliometria¹¹, respondem entre 11% e 32% da literatura (MACLELLAN, 2008; ARNELL, 2010; BERRANG-FORD *et al*, 2011).

Por fim, a partir de meados da década de 2000, linhas de pesquisa destinam uma atenção crescente ao processo de adaptação *em si* e *in loco* (SMIT; WANDEL, 2006). Até então, a adaptação era majoritariamente tratada de forma abstrata, teórica ou descontextualizada das realidades locais, aparecendo como premissa arbitrária em cenários de impacto ou analisada como medida cujo potencial adaptativo era avaliado isoladamente do contexto social no qual iria ser implementada. Contudo, à medida que uma agenda política emergia, ficou clara a necessidade de compreender como políticas, ações, interesses, pessoas e recursos interagem no processo adaptativo, tanto facilitando quanto dificultando sua realização. Estudos de caso investigando resiliência, capacidade adaptativa, estruturas de governança determinantes no processo de adaptação *in loco* passaram a ocupar espaço privilegiado na agenda de pesquisa. Algumas das questões que guiam a pesquisa dessa geração são: *quais* as barreiras sociais à adaptação (ADGER *et al*, 2009); *como* populações respondem a estímulos climáticos (IBNOUF, 2011); *o que* determina a tomada de decisão (FALCO *et al*, 2011); *quais* as características de um modelo de gestão adaptativa eficiente (ENGLE; LEMOS, 2010); *como* adaptação e desenvolvimento se

¹¹ As bibliometrias diferem quanto as categorias temáticas de classificação dos artigos sobre adaptação e o período analisado, o que explica diferenças nas %

relacionam (PIELKE *et al*, 2007). Estes ainda são temas incipientes na agenda científica, mas que vem crescendo na última metade da década de 2000.

A classificação da pesquisa em três gerações apresentada acima é uma interpretação artificial, mas didática, da evolução de uma agenda que expande de um foco inicial na caracterização de impactos para uma agenda que agrega linhas mais modernas dedicadas a entender vulnerabilidades e o processo adaptativo em ação. A evolução dos Grupos de Trabalho (GTs) do IPCC são um excelente espelho do desenvolvimento da adaptação como tema na agenda científica sobre mudança climática. O primeiro relatório do Painel, publicado em 1990, dedica o Grupo de Trabalho 2 (*The Impacts Assessment of Climate Change*) exclusivamente para avaliação de impactos setoriais, sem levar em consideração cenários de adaptação. Esta é tratada de forma genérica no GT 3 (*The IPCC Response Strategies*), em conjunto com a mitigação. No segundo relatório (1995), o tema adaptação recebe maior espaço. Foi debatido tanto pelo GT 2 (*Impacts, Adaptation and Mitigation of Climate Change*) quanto pelo GT 3 (*Economic and Social Dimensions of Climate Change*). O conteúdo do 2º relatório sugere um contexto científico mais robusto, trazendo pela primeira vez um marco teórico-conceitual com termos e definições específicos, assim como avaliações e análises mais profundas sobre adaptação e vulnerabilidade.

No terceiro relatório (2001) - também chamado TAR (sigla inglesa para *Third Assessment Report*) - a organização dos GTs assume o formato no qual um Grupo de Trabalho específico, o GT2, é destinado para a tríade: *impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática*. O trabalho do GT2 no 3º relatório avança ao agregar à análise setorial da vulnerabilidade e adaptação, análises específicas para cada continente. Também avança ao reservar um capítulo para discutir a relação entre desenvolvimento sustentável e adaptação (SMIT *et al*, 2001), sinalizando uma tendência que iria crescer nos anos seguintes (PIELKE *et al*, 2007). Por fim, o quarto relatório ou AR4 (sigla inglesa para *Fourth Assessment Report*), publicado em 2007, mantém a estrutura de seções e capítulos do GT2 muito semelhante a trazida pelo TAR.

Adicionalmente, desde 1990 foram publicados relatórios especiais com considerações relevantes para adaptação: Os impactos Regionais da Mudança Climática: uma avaliação da Vulnerabilidade (1997) e Administrando Riscos de Eventos Extremos e Desastres para Adaptação Avançada à Mudança Climática (2012). O quinto relatório do IPCC (AR5) é esperado para o primeiro semestre de 2013. A estrutura de cada GT ainda não foi divulgada, porém é possível observar que a divisão em três grandes temas mantém-se inalterada. Todavia, tomando por base a manutenção da estrutura interna do GT2 entre o AR4 e o TAR, há sinais de que a agenda sobre adaptação encontra-se com os grandes temas de pesquisa consolidados (impactos, vulnerabilidade e adaptação), evoluindo agora no sentido aprofundamento em cada temáticas e nas inter-relações entre elas.

1.2.2 Adaptação à mudança climática: breve revisão sobre conceitos, definições e tipologias

Adaptação pode fazer referência tanto ao processo de se adaptar quanto à condição de adaptado (SMIT *et al*, 1999). Como condição, refere-se a características que tornam o sistema mais resistente em sua estrutura e funcionamento a distúrbios climáticos adversos ou que confirmam a este a habilidade de aproveitar oportunidades (BARNETT, 2010). Como processo, é contínua e incremental (TOL *et al*, 1998). A intervenção política visando a adaptação é frequentemente associada à abordagem da gestão de riscos (HOWDEN *et al*, 2007; SMIT; SKINNER, 2002).

O IPCC (2001) define adaptação como “ajuste em sistemas humanos e naturais em resposta a atual ou futuro estímulo climático ou seus efeitos, podendo moderar dano ou explorar oportunidades benéficas”. Já Brooks (2003) define adaptação como: “ajuste no comportamento e na características de um sistema que melhora sua habilidade de lidar com estresse externo”. Por sua vez, Pielke (1998) conceitua como: “ajuste no comportamento de grupos individuais e institucionais tendo em vista reduzir a vulnerabilidade da sociedade ao clima.” Kaspersen *et al* (2005) diferencia ajuste e adaptação, compreendendo o primeiro como mudanças superficiais e não estruturantes nas características de um sistema, frequentemente de curto prazo, enquanto o segundo envolve mudanças mais profundas nos sistemas, podendo inclusive transitar para um nova configuração.

De forma semelhante, outros autores também exploram adaptação como um espectro de respostas, desde pequenos ajustes superficiais de curto-prazo até transformações estruturantes e mudanças de paradigmas de médio-longo prazo (HOWDEN *et al*, 2007; MOSER; EKSTROM, 2010). Várias tipologias e objetivos têm sido propostas para classificar o processo adaptativo e as estratégias de adaptação, tomando por referência sua natureza, duração, intencionalidade, agência, momento em que ocorre em relação ao estímulo, forma, entre outras (BRYANT *et al*, 2000; SMIT; SKINNER, 2002; SMIT *et al*, 2000; FORD *et al*, 2010b).

Quanto ao momento (*timing*) no qual ocorre *em relação ao estímulo climático*, pode ser classificada como antecipatória (i.e. proativa ou *ex-ante*), coetânea (i.e. concorrente ou simultânea) ou responsiva (i.e. reativa ou *ex-post*) (BRYANT *et al*, 2000). Contudo, em algumas situações, essa distinção não é tão clara, como no caso do produtor que faz ajustes em seu sistema agrícola após vivenciar anos consecutivos de seca (adaptação responsiva) tendo por objetivo estar melhor preparado para condições semelhantes no futuro (adaptação antecipatória) (SMIT; SKINNER, 2002).

As adaptações também podem ser classificadas em respeito a *duração* ou *escopo temporal*. Neste contexto, são classificadas como de *curto-prazo (táticas)* ou de *longo-prazo (estratégicas)*. A primeira consiste em acomodar os impactos de um determinado estímulo

climático, enquanto a segunda refere-se a ajustes estruturais nos sistemas buscando torná-los menos vulneráveis a distúrbios futuros (SMIT *et al*, 2000). Na agropecuária, a venda do gado, atraso do plantio ou aquisição de ração durante uma seca extrema são alguns exemplos de adaptação tática, enquanto mudança das variedades agrícolas e ou construção de represas são exemplos adaptações de *longo-prazo* ou *estratégicas* (SMIT; SKINNER, 2002).

A adaptação também pode ser classificada segundo sua *intencionalidade*: se planejada (*intencional* ou *ativa*) ou se espontânea (*autônoma* ou *passiva*). Adaptações planejadas são ações empreendidas com o intuito explícito de tornar os sistemas menos vulneráveis ao clima. São geralmente associadas à ação governamental por meio de políticas públicas específicas (SMIT *et al*, 1996) Já adaptações espontâneas ou autônomas são aquelas nas quais a adaptação é um subproduto colateral de uma ação visando outro objetivo (SMITHERS; SMIT, 1997). Alguns autores também diferenciam a adaptação segundo a esfera a qual o agente da adaptação pertence (pública ou privada) e segundo a escala espacial da adaptação (i.e. localizada ou ampla) (SMIT *et al*, 1996; SMIT *et al*, 1999).

Outra distinção refere-se a *natureza* ou *forma* da adaptação, que pode ser: estrutural, legal, institucional, regulatória, financeira, tecnológica, informacional, comportamental, educacional, entre outras (BRYANT *et al* 2000; SMIT *et al*, 1999 SMIT *et al*, 2000; SMITHERS; SMIT, 1997). No âmbito da agricultura, por exemplo, Smit & Skinner (2002) sugerem que a adaptação assume as formas: administrativa, financeira, institucional, legal, gerencial, organizacional, política, de manejo, estrutural e tecnológica. Por fim, a adaptação pode ser classificada segundo seu resultado ou função, também referida como *objetivo primário da adaptação*, com recuar, reduzir riscos, proteger, acomodar, assegurar renda e recursos etc (FORD *et al*, 2010b; SMIT *et al*, 1999). Tais objetivos são genéricos, de modo que cada setor apresenta formas próprias de atingir os objetivos primários. Em áreas costeiras, por exemplo, reduzir riscos pode ser construir barreiras físicas para o avanço do mar, enquanto na agricultura reduzir riscos pode ser adotar uma variedade mais tolerante a pestes.

Nem sempre é óbvio ou fácil incluir uma estratégia adaptativa em uma única tipologia ou distinguir a quantas pertence. As categorias apresentadas acima são artificiais, mas úteis na organização das ideias e como norteador da análise, especialmente quando é necessário ponderar o potencial de cada estratégia em reduzir vulnerabilidades. Assim, o portfólio de adaptações podem ser organizados segundo objetivos da adaptação, timing, natureza, escopo temporal etc, de modo que o tomador de decisão tenha um “cardápio” de respostas do qual ele possa montar um repertório adequado a cada situação.

1.2.3 Tornando ciência relevante a tomada de decisão¹²

Como mencionado anteriormente, a agenda sobre adaptação à mudança climática distinguiu-se de abordagens tradicionais da antropologia pelo fato de ser orientada para políticas (*policy-driven*). Isso implica que além do valor científico contido na busca por responder a uma pergunta de pesquisa ou descrever um fenômeno socioecológico, a pesquisa em adaptação à mudança climática também busca dar suporte a intervenção política.

A utilidade da ciência produzida sobre o tema depende de dois aspectos: do quão relevantes são as informações produzidas para tomada de decisão; e do quão efetiva é a comunicação dos resultados da pesquisa aos usuários da informação (HOWDEN *et al*, 2007; PIDGEON; FISCHHOFF, 2011). Entretanto, apesar dessas demandas, relativamente pouco foi feito para sintetizar as implicações do conhecimento científico para os atores envolvidos na adaptação e internalizá-los na tomada de decisão (SMITH *et al*, 2010). A seguir, são apresentados três temas de fronteira na pesquisa sobre adaptação à mudança climática: processo de tomada de decisão; barreiras sociais à adaptação; modelos de governança. Estes três temas são contemplados na análise da pesquisa ao longo dos capítulos 4 a 9. Em seguida a comunicação científica relevante a tomada de decisão é discutida a partir de duas demandas: comunicação das incertezas e adequação da informação científica à escala de decisão.

Processo de tomada de decisão

Mesmo que a informação “adequada” chegue ao público alvo, isso não significa necessariamente que a adaptação será empreendida pelos governos, indivíduos e organizações (O'BRIEN *et al*, 2006). De fato, o acesso à informação sobre o risco climático pode levar a um gradiente variado de respostas, inclusive a iniciativas equivocadas que levam a maladaptações (SMITH *et al*, 2010). Em um extremo, a compreensão da mudança como algo inevitável e catastrófico pode resultar em apatia e inação. No outro extremo, pode impulsionar a resposta adaptativa (PIDGEON; FISCHHOFF, 2011).

A *ciência da decisão*, dedicada a identificar os processos que guiam a percepção de risco, pode trazer importantes reflexões sobre formas de facilitar escolhas informadas envolvendo sistemas complexos não-lineares (MORGAN *et al*, 2002). Essa abordagem, associada à psicologia do comportamento, vem assumindo uma frente importante na fronteira de pesquisa sobre adaptação. Alguns trabalhos alertam que, em muitos casos, há o reconhecimento quanto à gravidade da mudança climática, porém esta é vista como um problema distante da realidade imediata (BORD *et al*, 1998) ou mesmo como um problema

¹² Parte desta seção foi utilizada em EIRÓ F.; LINDOSO D. P. Seca, percepção de risco e inação no Semiárido: como os produtores familiares entendem a Mudança Climática no Sertão do São Francisco – Bahia, **Rev. Econ. NE** (no prelo)

de responsabilidade dos governos (COMPSTON;BAILEY, 2008). A negligência dos riscos é agravada quando o ambiente imediato da experiência individual ou institucional é relativamente estável. Wolf *et al* (2010), por exemplo, ao entrevistar uma amostra de idosos no Reino Unido, observou que a maior parte da sua amostra não via nas ondas de calor um risco a sua saúde pessoal, acreditando serem capazes de lidar com o perigo. O mesmo pode ser dito quanto a postura de muitos países desenvolvidos, nos quais a questão climática é tratada principalmente a partir da mitigação, tratando a adaptação como um problema de nações em desenvolvimento (SCHIPPER, 2006). O'Brien *et al* (2006), tomando como referência a Noruega, argumenta que um contexto socioeconômico e político confortável em países em desenvolvimento em conjunto com um conhecimento deficiente sobre os riscos climáticos leva a uma falsa sensação de invulnerabilidade e, por conseguinte, de complacência (estado de inação).

A literatura psicológica sugere que as pessoas tendem a responder a questões mais imediatas e relevantes pessoalmente, o que pode dificultar a implementação de estratégias de médio-longo prazo (como aquelas baseados em cenários climáticos futuros) e que dependam da ação coletiva (MOSER; DILLING, 2004). Entre produtores familiares, por exemplo, a resistência à novidade e a baixa autoconfiança vem sendo apontadas como fatores cognitivos que desestimulam a implementação de estratégias adaptativas (HULME *et al*, 2007; JONES; BOYD, 2011). Já Rao *et al* (2011) sugerem que o *fatalismo divino* leva a uma atitude de conformismo e, conseqüentemente de inação frente ao risco climático. Por sua vez, Falco *et al* (2011) lembram que “a decisão de adaptar ou não às mudanças do clima é voluntária e pode ser baseada na seleção individual” e que um conjunto de vetores não observáveis – dentre os quais percepção de risco climático - interação na escolha pela adaptação. Outros fatores que também podem interferir são: idade, gênero, status social, hábito, preferências pessoais (CAVATASSI *et al*, 2011). À ciência cabe o desafio de compreender como a informação é internalizada nos modelos mentais de risco individuais e institucionais, os quais, em última análise levam a iniciativas visando o controle do risco (MOSER, 2010).

Barreiras sociais à adaptação

A investigação empírica de como os sistemas socioecológicos são afetados pela mudança climática e de como respondem a esta permite identificar barreiras e contextos favoráveis à adaptação. Desta análise, é possível identificar pontos de entrada para políticas públicas visando reduzir vulnerabilidades ou fortalecer capacidades adaptativas (FORD *et al*, 2010b).

O elemento central de trabalhos nesse sentido é a capacidade adaptativa, a qual pode ser estudada tanto como conjunto de condições que favorecem a adaptação quanto como

deficiências que limitam o processo adaptativo, genericamente chamadas de barreiras à adaptação. Ambas são perspectivas diferentes do mesmo fato, porém esta última mostra-se mais interessante quando o objetivo é propor pontos de entrada para intervenções políticas. Tradicionalmente, a pesquisa sobre barreiras à adaptação vem se dedicando a entender como deficiências econômicas, ecológicas e tecnológicas dificultam o processo adaptativo. Entretanto, desde meados da década de 2000, os limites endógenos e subjetivos da adaptação, também chamadas de barreiras sociais, vem tendo uma importância crescente na agenda científica (ADGER *et al*, 2009).

As barreiras sociais permeiam aspectos normativos, cognitivos e institucionais que delimitam o universo de possibilidades de escolhas adaptativas. As barreiras cognitivas abrangem a forma como fatores psicológicos e o processo de pensamento influenciam a reação do indivíduo frente a estímulos existentes ou esperados (LORENZONI *et al*, 2007). As barreiras normativas referem-se à influência das normas e valores culturais no comportamento individual e coletivo. De certa forma, há um filtro cultural que restringe quais tipos de adaptação são aceitas e quais não são desejáveis em cada contexto social. Chowdhury *et al* (1993), por exemplo, observaram que mulheres em certos países asiáticos são mais vulneráveis a inundações devido normas culturais que as proíbem de aprender a nadar e impõem o uso de roupas que dificultam a natação. Já em comunidades *hindus* nepalesas, Jones & Boyd (2011) registraram a marginalização das castas mais baixas, impedidas de compartilharem os mesmos refúgios que castas mais altas durante inundações, reduzindo rotas de fuga e abrigo. Curiosamente, nessas mesmas comunidades, o sistema de castas proíbe que castas mais altas lancem mão de estratégias consideradas impuras (e.g. receber esmola ou empregar-se em trabalhos considerados indignos) quando afetados por desastres naturais. Isso afetava seus meios de subsistência pós catástrofes ambientais.

Por sua vez, as barreiras institucionais relacionam-se à influência da organização e estrutura de interações sociais - formais e informais - no comportamento adaptativo. Leis e regras (formais e informais) que regulam o mercado; governos e seu papel na manutenção e distribuição de bens públicos, assim como suas relações com os regimes internacionais, setor privado e sociedade civil, estabelecem a paisagem institucional na qual o processo adaptativo ocorre (BARNETT, 2010; OSTROM, 2005). Nesta paisagem, desigualdades na distribuição de poder e de recursos dificultam o fortalecimento da resiliência social e comprometem a capacidade adaptativa, de tal modo que compreender como as estruturas de poder perpetuam tais desigualdades também vem sendo apontado como uma das fronteiras da pesquisa em adaptação (DUIT *et al*, 2010). Ford *et al* (2010b), por exemplo, verificaram que procedimentos complexos na disponibilização de informação por canais formais, assim como arranjos institucionais favoráveis ao nepotismo, constituem barreiras

para o acesso a fundos destinados a aquisição de equipamentos de caça importantes para a adaptação de famílias inuítes do ártico canadense.

Assim, as barreiras normativas e institucionais moldam o espaço de resposta no qual a adaptação pode ocorrer. Esse espaço é também chamado na literatura como *estruturas de oportunidade* (ADGER *et al*, 2009; BENNETT, 2005). Há uma diversidade de realidades nas quais inserem-se cada classe social, casta e gênero, cada qual associada a estruturas de oportunidade distintas que delimitam o repertório adaptativo disponível (JONES; BOYD, 2011). Nesse sentido, um fronte emergente na pesquisa em adaptação é a análise de como normas culturais e instituições existentes limitam a adaptação, assim como podem mudar a si mesmas ou serem mudadas por forças externas (LAHSEN *et al*, 2010).

Modelos de governança: governança climática adaptativa

A tomada de decisão visando administrar contextos de incerteza ambiental vem induzindo reflexões sobre modelos de governança alternativos aos modelos convencionais. Enquanto estes se baseiam no controle do ambiente para fins econômicos, alguns autores vem propondo alternativas genericamente chamadas de *governança adaptativa*. Estas buscam modelos flexíveis de governança que reconheçam em sua formulação o ambiente como realidade instável e imprevisível ao mesmo tempo em que são capazes de se ajustar à medida em que aprendem (DIETZ *et al*, 2003; HOLLING; MEFFE, 1996).

A governança climática adaptativa é o conjunto de decisões, atores, processos, estrutura e mecanismos institucionais – incluindo a divisão de autoridade e suas regras implícitas – que determinam ajustes nos sistemas socioecológicos tendo em vista torná-los mais resilientes ou menos vulneráveis a estímulos climáticos (MOSER, 2009; GUNDERSON *et al*, 2008). Ao refletir sobre a transição dos modelos convencionais para a governança adaptativa, o primeiro ponto a ser considerado é a relação entre a inércia climática e inércia política. Por um lado, o tempo de resposta do sistema climático é relativamente lento, de modo que mesmo que as causas antropogênicas fossem controladas hoje, algum grau de aquecimento global ainda seria sentido neste século (HANSEN *et al*, 2007). Por outro lado, o processo político é moroso; rupturas e manobras são lentas, especialmente quando se trata de agendas relativamente novas como a climática. Mesmo que houvesse uma ação efetiva e coordenada, ainda levaria anos até que um contexto político-institucional favorável desse os primeiros resultados efetivos na adaptação de sistemas socioecológico. Isso deixa uma janela muito estreita para articular uma ação internacional visando a adaptação e torna a urgência de ação mais premente (DOVERS, 2009).

Tal urgência não exige “reinventar a roda”. No caso de mudanças dentro da experiência humana, o arranjo institucional já existente pode ser de grande valia na organização e implementação da adaptação futura (DOVERS, 2009). Neste contexto, a

capacidade das instituições em aprender e armazenar na forma de memória institucional experiências passadas é essencial à boa governança adaptativa (FOLKE *et al*, 2005). Todavia, se os esforços de mitigação ficarem aquém do necessário, é possível que a mudança climática resulte em cenários para além da experiência humana (PARRY *et al*, 2009; SMITH *et al*, 2010). Neste caso, ajustes pontuais nas práticas existentes, sem romper com o *status quo* podem não ser suficientes, demandando transformações paradigmáticas, objetivos e valores que guiem a governança climática (HOWDEN *et al*, 2007).

Isso nos leva a um segundo ponto: diante de janelas de manobra política tão estreitas, as incertezas científicas quanto ao futuro não devem inibir a adaptação (ADGER *et al*, 2009). Os responsáveis pela tomada de decisão precisam compreender que no contexto da mudança climática, suas escolhas devem ser tomadas em meio a incertezas (HOWDEN *et al*, 2007; DOVERS, 2009). Tendo isso em vista, uma estratégia da governança climática adaptativa é contemplar, no seu planejamento, diferentes cenários de impacto e, diante deles, estabelecer um repertório diversificado de alternativas adaptativas (DESSAI *et al*, 2004). Há *trade-offs* importantes nessa estratégia, pois repertórios diversificados são mais caros de manter do que a implementação de uma única estratégia especializada. Entretanto, se justificam diante das incertezas quanto ao futuro.

Outra característica da governança adaptativa é a flexibilidade dos sistemas de governança, os quais devem permitir interferência em Planos, Programas e Ações de adaptação ao longo de todo o processo de implementação, inclusive transitar para outras opções adaptativas quando as inicialmente adotadas se mostrarem desinteressantes. Smith *et al* (2010) propõem um caminho adaptativo de longo prazo, no qual ciclos contínuos de adaptação incremental (reformista e de curto prazo) se inserem em um processo de adaptação transformadora (revolucionária e de longo prazo). Nessa perspectiva, a gestão climática constitui uma experiência política, na qual os resultados são constantemente monitorados e avaliados, de modo que as conclusões servem de *inputs* para aprimorar o processo político (GUNDERSON *et al*, 2008). Outra estratégia relevante na governança climática adaptativa é o fomento das chamadas medidas *sem arrependimentos*, cujos resultados são benéficos mesmo na ausência da mudança do clima (HALLEGATE, 2009). Exemplos são estratégias que vão ao encontro dos objetivos do desenvolvimento sustentável, como erradicação da pobreza e construção do capital social, os quais tornam o sistema menos vulneráveis a distúrbios socioambientais de forma geral, dentre os quais o climático (PIELKE *et al*, 2007).

Por fim, a questão da escala permeia qualquer consideração feita no âmbito da governança climática adaptativa. Os modelos convencionais de gestão ambiental são deficientes por focarem em ações setoriais, frequentemente desenhadas pensando em seus benefícios em uma única escala. Isso implica em uma séria de riscos. Primeiro, o risco de

serem inócuos em escalas mais amplas. Por exemplo, a adoção de variedades de milho resistentes ao estresse hídrico é uma adaptação importante a nível de cultivar, mas podem não ser suficiente para a adaptação do produtor ou mesmo do setor agrícola em que se insere. Nestas escalas, a adaptação depende de ações e processos envolvendo um número maior de componentes e variáveis em diferentes dimensões e escalas de governança (DIETZ *et al*, 2003). Um segundo risco é o de *maladaptações*: ações que reduzem a vulnerabilidade em uma escala, mas aumentam a vulnerabilidade em escalas mais abrangentes (SMITHERS; SMIT, 1997). É o caso de esquemas de irrigação quando tomadas como estratégias adaptativas em regiões com grande variabilidade climática sem passar por uma reflexão crítica dos efeitos para o contexto no qual será implementada. Tais projetos podem ser *maladaptativos* caso o uso da irrigação por um pequeno conjunto de produtores implique na redução da disponibilidade de água para os demais produtores não beneficiados pela irrigação.

De forma semelhante, ações que são adaptativas no curto prazo, podem resultar em *maladaptações* diante de cenários climáticos de médio-longo prazo (HOWDEN *et al*, 2007; SMITH *et al*, 2010). Tomando o exemplo da irrigação, regiões nas quais atualmente as chuvas são suficientes para manter os esquemas, em cenários de precipitação futuros, o aporte de água pode ser insuficiente ou tornar os custos elevados da produção, tornando-a economicamente inviável. Assim, um investimento interessante do curto prazo pode resultar em prejuízos ou em exemplos de grandes “elefantes brancos”.

Portanto, a boa governança adaptativa (ou a governança adaptativa suficientemente boa) parte do pressuposto que a adaptação envolve ajustes coordenados em diferentes escalas espaciais, níveis de tomada de decisão e horizontes temporais (ADGER, 2001; AYERS; HUQ, 2009; BECK, 2011; O'BRIEN *et al*, 2006). O olhar sistêmico em detrimento do setorial implica em modelos de gestão e de governança transversais, que dialogam diferente setores e níveis de decisão (do local ao internacional) em torno de um eixo condutor: adaptação à mudança climática.

1.2.4 Comunicação científica: pedagogia da mudança climática

Comunicação das incertezas: rompendo a ditadura da certeza

A tomada de decisão é sobremaneira determinada pela percepção do perigo que um fenômeno representa no imaginário, tanto individual quanto coletivo. Se um determinado fenômeno não é entendido como um risco, pouco se faz ou se pode fazer para a ele se adaptar (ADGER, 2006). No caso da mudança climática, a construção da percepção de risco climático é complexa. Os atores envolvidos no processo adaptativo possuem um mapa mental sobre possíveis cenários futuros, construído a partir de seu conhecimento sobre o clima pretérito, sua experiência recente sobre clima e expectativas sobre o futuro (ADGER

et al, 2009; FORD *et al*, 2010b). Portanto, experiências próprias interagem com informação externa na elaboração da percepção climática e, em última análise, na construção da percepção de risco.

Quanto ao componente da experiência individual pretérita, há uma tendência individual e coletiva em supervalorizar experiências negativas e subvalorizar experiências positivas na construção da percepção climática (HANSEN *et al*, 2004). Rao *et al* (2011), por exemplo, observaram que produtores familiares rurais do Quênia superestimavam os anos ruins (grandes perdas agrícolas) e subestimavam os anos bons. A percepção também é afetada pelo distanciamento temporal da experiência. Alguns trabalhos demonstram que percepção sobre a variabilidade climática é mais precisa para anos recentes, mas tende a se tornar dúbia e subjetiva à medida que as referências temporais antigas são fornecidas (JONES; BOYD, 2011; MANANDHAR *et al*, 2011). Outros fatores, como idade, gênero, religião, acesso à educação e meios de comunicação, entre outros, também interagem na construção da percepção climática e de risco (SÁNCHEZ-CORTES; CHAVERO, 2011; JONES; BOYD, 2011; RAO *et al*, 2011).

Quanto às expectativas sobre o clima futuro, a informação científica é fundamental na construção do risco. Por um lado, há uma construção social equivocada entre gestores e leigos que esperam certezas científicas sobre futuro climático para que possam empreender a adaptação (ADGER *et al*, 2009). Por outro, o funcionamento do sistema climático é não-linear, o que implica em graus de incerteza inevitáveis a qualquer tentativa de projetar contextos futuros (BONNY *et al*, 2006; HULME *et al*, 2007). A precisão das projeções diminuem à medida que a escala temporal de referência aumenta (OPPENHEIMER, 2005). A mudança em alguns vetores climáticos - chamados *monotônicos* (e.g. elevação do nível do mar; aumento das temperaturas) - envolvem incertezas quanto a taxa de mudança em que irão ocorrer, mas não quanto a tendência (aumento), tornando-os relativamente fáceis de comunicar. Entretanto, outros vetores – chamados de *indeterminados* (e.g. frequência de extremos climáticos) - implicam em incertezas maiores e mais difíceis de serem representadas pelos modelos, tornando um desafio ainda maior apresentar as incertezas sem despertar desconfiança ou posturas de incredulidade (SMITH *et al*, 2010).

Soma-se a isso o fato de, ao contrário do que seria esperado, o desenvolvimento de modelos climáticos mais complexos provavelmente irá implicar em maiores graus de incerteza, uma vez que novos parâmetros e processos não-lineares são incorporados ao processo de modelagem (PIDGEON; FISCHOFF, 2011). Ademais, há incertezas socioeconômicas, políticas e tecnológicas que tornam mais difícil a tarefa de apresentar projeções precisas do futuro (SMITH *et al*, 2010). O aparente paradoxo do aumento das incertezas pode confundir o público e os tomadores de decisão, diminuindo a seriedade dada ao risco climático e, conseqüentemente, a sua predisposição em se engajar na

adaptação. A comunicação inadequada pode criar fronteiras de resistência ou reforçar barreiras cognitivas, culturais e institucionais já existentes.

Assim, um desafio crítico à ciência atual é encontrar formas de apresentar incertezas envolvidas na pesquisa em mudança climática explicitando que não devem ser confundida com dúvida sobre a realidade do problema (ADGER *et al*, 2009; DOHERTY, 2009). Neste contexto, uma das estratégias que vem sendo usadas opta por apresentar o grau de certeza sobre a realidade da mudança climática e seus impactos na forma de probabilidades de ocorrência (CARTER *et al*, 2007). Uma segunda estratégia de comunicação, amplamente usada, enfatiza custos, riscos e incertezas sobre opções, ponderando custos e benefícios em diferentes cenários relativizados ao cenário da inação (STERN, 2007). Segundo Pidgeon & Fischhoff (2011), a primeira abordagem leva a deliberações, enquanto a segunda à tomada de decisão.

Ajustar comunicação à escala de decisão: estabelecendo pontes

A pesquisa participativa tem grande potencial de tornar acessível aos atores locais e afastados do debate científico, informação sobre questões complexas que induzam a reflexão e, eventualmente, levem a mudanças de comportamentos adaptativos (MERTENS *et al*, 2012) relevância da ciência na tomada de decisão ocorre em dois momentos: na escolha dos temas de pesquisa e na forma pela qual se comunica os resultados aos agentes da adaptação. No que tange a comunicação, é essencial que a comunicação científica seja pensada segundo alguns aspectos (MOSER, 2010):

- *Quais* os objetivos da comunicação?
- *Quais* os interesses dos grupos envolvidos na adaptação, *qual* o formato de comunicação mais adequado (i.e. linguagem, imagens, metáforas)?
- *Quem* são os mensageiros da informação (e.g. mídia, políticos, ONGs, técnico)?
- *Como* avaliar se a comunicação foi efetiva?

Isso implica que a comunicação científica deve ser adequada à escala de decisão e ao público alvo aos quais se destina (HUQ; REID, 2004; HOWDEN *et al*, 2007; MOSER, 2010). Em nível de estabelecimento, por exemplo, um produtor familiar faz decisões no curto prazo e em escala local. Em nível federal, o planejamento governamental trabalha com escalas de gestão envolvendo o território nacional e horizontes temporais de anos à décadas (ou pelo menos assim deveriam fazer). Assim, a informação científica que chega a cada uma dessas escalas de decisão deve ser adequada tanto ao respectivo escopo de influência e atuação, quanto a capacidade de absorver as informações.

No caso do produtor familiar, acesso a boletins meteorológicos sazonais e tecnologias adaptativas locais é mais relevante do que projeções climáticas para décadas no futuro.

Estas últimas dizem muito pouco quanto à compra da semente, escolha do momento de plantar ou compra/venda do rebanho, os quais são feitos tendo dias ou meses como referência. Obviamente, produtores mais precavidos ou de visão consideram escopos temporais mais largos, porém muito dificilmente planejam-se para contextos a se confirmarem em 40 ou 50 anos. Entretanto, projeções de longo-prazo podem ser importantes para o gestor federal, o qual toma decisões sobre investimentos e desinvestimentos com ressonâncias no longo-prazo, tais quais estimular a pesquisa para melhoramento genético de um cultivar ou preparar a transição para outras atividades econômicas caso as atuais sejam inviáveis em cenários climáticos extremos (HOWDEN *et al*, 2007; SMITH *et al*, 2010). As projeções trazidas pelo IPCC em seu último relatório (AR4, 2007), por exemplo, trabalham na escala continental/setorial e em horizontes temporais de longo-prazo (final do século XXI) (CARTER *et al*, 2007). DOHERTY *et al* (2009) – discutindo os desafios científicos pós AR4 – argumentam que a tomada de decisão também precisa de projeções climáticas com horizontes temporais decenais (20-30 anos) e com maior resolução espacial.

Deve-se considerar também o nível de instrução, as habilidades cognitivas e o processo de apreensão do público alvo no momento da comunicação. No Brasil, por exemplo, uma parcela significativa dos produtores familiares possuem baixa escolaridade ou são analfabetos, o que limita sua capacidade de acessar as formas tradicionais de comunicação científica (LINDOSO *et al*, 2011). Relatórios extensos e detalhados possuem baixa capilaridade ou são inócuos entre esse público. Gráficos e estatísticas complexas frequentemente são herméticas para pessoas pouco acostumado a elas, podendo inclusive gerar desconfortos ou mesmo repúdio à informação científica. Por outro lado, em escalas de decisão a nível municipal, estadual ou federal, a produção de relatórios simplificados e uso de instrumentos gráficos elaborados são instrumentos eloquentes na transmissão da informação científica.

É fundamental deixar claro que o raciocínio a cima não implica que o produtor seja menos capaz que um cientista ou gestor público em aprender e absorver a informação complexa gerada pela pesquisa. Ao contrário, subentende que as habilidades de aprendizado são construídas ao longo do processo de aprendizado formal e informal que habilitam o usuário a acessar formas específicas de informação. Assim, ferramentas de comunicação precisam ser pensadas de acordo com essas diferentes realidades, mesmo que a informação a ser passada seja a mesma. Esse é um desafio ao cientista que atua na interface ciência e intervenção política, o qual se vê não só diante do dever de fazer ciência, mas também de encontrar caminhos de diálogo palatáveis aos potenciais usuários da informação por ele produzida.

1.2.5 Considerações Finais

A pesquisa em adaptação à mudança climática descola-se das abordagens tradicionais da antropologia e emerge no último quartel do século XX como uma agenda interdisciplinar independente e orientada para política, configurando uma comunidade científica e linhas de investigação próprias. Na esteira dessa trajetória, redes de pesquisa, arranjos políticos, periódicos científicos especializados e temáticas particulares moldaram um novo espaço epistêmico que se desenvolve diante de uma demanda clara: prover informação útil à intervenção e ao planejamento político para lidar com o risco climático. Isso impõem um duplo desafio aos cientistas que se propõem a transitar por esse território: realizar ciência e comunicá-la de forma inteligível ao usuário da informação.

Tal feito exige, primeiro, identificar quais temas são relevantes. Abordagens participativas de pesquisa (*bottom-up* ou ascendentes) são importantes nesse contexto, no qual os atores envolvidos nas diferentes escalas de decisão são consultados e problemas e questões advindas da relação homem-clima são delineados. Esse “descobrimento” explicita superfícies potenciais de contato entre ciência e o usuário do conhecimento científico. Cabe à prática científica compreender o processo adaptativo em si: sua estrutura, mecanismos e barreiras que resultam na redução de vulnerabilidades e construção da resiliência aos estímulos climáticos. Os resultados são altamente relevantes, uma vez que indicam pontos de entrada para a intervenção política. Em segundo, há o desafio da comunicação científica, a qual esbarra na barreira do hermetismo acadêmico. Enquanto a academia prepara os cientistas para dialogar com seus pares, há pouca tradição em preparar o pesquisador para a comunicação com o grande público e gestores fora do círculo acadêmico. Assim, o desenvolvimento de metodologias e estratégias de apresentação do conhecimento científico de forma adequada a cada escala de decisão apresenta-se como tão importante quanto a ciência na emergente agenda da ciência da Mudança Climática.

Todavia, mesmo que as informações necessárias cheguem de forma adequada, isso não implica que serão consideradas e que medidas adaptativas serão empreendidas. Interesses subjacentes ao processo político interferem no que é considerado relevante. O risco representado pela Mudança Climática é incômodo para vários setores da economia mundial que dependem de modelos intensivos em carbono ou que são preteridos dentro do esforço adaptativo. A capilaridade desses setores nas estruturas de poder nacionais e globais interferem e retardam a relevância com as evidências científicas produzidas e comunicadas ganham na intervenção política adaptativa. Esse elemento não pode ser ignorado quando o processo adaptativo é analisado e evidencia que, assim como o desenvolvimento sustentável, a mudança climática sai das bancadas científicas e constitui um campo discursivo. Neste, a necessidade de mitigação e de adaptação são apropriadas por atores dos mais diferentes escopos e interesses ou mesmo atacada para levar as mais

diferentes agendas em frente. O maior risco neste contexto não é a Mudança Climática em si, mas a própria inação frente ao risco. A ciência torna-se, assim, uma ferramenta política à medida que é usada para corroborar ou fragilizar discursos específicos, de modo que toda pesquisa nesse campo é potencialmente política, mesmo que não seja a intenção explícita do ator científico.

1.3 ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: CONVERGINDO AGENDAS

A emergência das mudanças ambientais globais como risco para humanidade trouxe para as pautas política e científica novos objetos para reflexão. Dois domínios discursivos e de pesquisa que surgem na esteira dessa emergência são o *desenvolvimento sustentável* e a *adaptação à mudança climática*. Cada qual se desenvolve em agendas políticas e científicas próprias, relativamente autônomas, apesar de interdependentes. Esse processo de “individuação” foi importante para consolidar ambos os domínios como tópicos relevantes na consciência coletiva e dos tomadores de decisão. Todavia, obscureceu as inter-relações subjacentes, que, apesar de óbvias, só recentemente passaram a ser consideradas em profundidade na prática científica e política.

Esta seção dedica-se a discutir a relação entre as agendas. Primeiramente, apresenta um breve histórico sobre a evolução do desenvolvimento sustentável (DS) como discurso e domínio científico. Em seguida, discute a convergência entre DS e adaptação à mudança climática, tanto no campo epistêmico, quanto no político e no normativo. Por fim, propõe dois novos conceitos para orientar a prática política: desenvolvimento adaptativo e adaptação sustentável.

1.3.1 Desenvolvimento Sustentável

Breve histórico: evolução da agenda política e científica

O termo *desenvolvimento* se refere ao desdobramento linear ao longo do tempo de um processo, expansão ou realização de potenciais, frequentemente associado à ideia de progresso ou a uma teleologia (DALY, 2004). Aplicado a processos socioeconômicos, costuma ser associado à evolução material e econômica de um país ou setor.

No *mainstreaming* político e científico, desenvolvimento é sinônimo de crescimento econômico, uma perspectiva herdada da economia neoclássica (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Neste raciocínio, o indicador-chave usado para avaliar o desenvolvimento é o Produto Interno Bruto (PIB), proposto em 1934 por Simon Kuznets. Desde a Conferência de *Bretton Woods* (1944) vem sendo a principal medida adotada pelos países para avaliar avanços e retrocessos do desenvolvimento (CAVALCANTI, 2003; SÖDERBAUMA, 2006).

Curiosamente, o próprio Kuznets alertou para a limitação do PIB como indicador para refletir o bem estar humano, crítica esta a qual fizeram coro outros economistas posteriormente (ABRAMOVITZ, 1959).

A partir da década de 1970, a perspectiva do desenvolvimento como desempenho econômico passou a ser mais intensamente questionada. O relatório Meadows (1972) é um marco nesse sentido. O relatório evidenciou a existência de limites ecológico para o crescimento econômico infinito, pondo em xeque o paradigma neoclássico e trazendo para a pauta científica e política questões ambientais. Dentre estas, encontrava-se o aquecimento global e a mudança climática (NORDHAUS, 1975; SCHIPPER, 2006).

O debate sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente foi intensificado durante as décadas de 1970 e 1980, culminando, em 1987, no Relatório Brundtland (Nosso Futuro Comum) - elaborado pela Comissão de Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas. Na ocasião, o conceito de desenvolvimento sustentável foi lançado como um desdobramento do conceito de *ecodesenvolvimento*, empregado durante a Conferência de Estocolmo (VEIGA, 2009; BETTERNCOURT; KAUF, 2011).

No início da década de 1990, a elaboração do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) trouxe para o foco a perspectiva humana do *desenvolvimento*, tonando-se, nas décadas seguintes, um dos indicadores mais utilizados para avaliar avanços e retrocessos do desenvolvimento. Como premissa, o IDH entende desenvolvimento como “*uma expansão das capacitações humanas, uma ampliação de escolhas, um fortalecimento das liberdades e respeito*” (FUKUDA-PARR; KUMAR, 2007). Nessa visão, a renda e a expansão da produção são meios e não fins do desenvolvimento (SEN, 2007). Essa abordagem amplia os horizontes do termo e incorpora outras dimensões que não apenas a econômica.

Na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), realizada no Rio de Janeiro, em 1992, *desenvolvimento sustentável* ocupou o centro dos holofotes. A importância crescente do tema resultou na construção de uma comunidade científica diversificada em torno do *desenvolvimento sustentável* nos anos posteriores à Conferência. Esta construção seguiu diferentes caminhos colaborativos epistêmicos e institucionais, associados principalmente à pesquisa em mudança climática, mudança ambiental global e suas implicações para a dimensão humana (TURNER, 2011).

O estado-da-arte deste universo científico foi sintetizado durante o Congresso Mundial sobre Desafios de uma Terra em Mudança (*World Congress on Challenges of a Changing Earth*), realizada em Amsterdã, em 2001. Na ocasião, milhares de cientistas sociais e naturais se reuniram em uma reflexão conjunta. O objetivo era identificar abordagens e delinear uma agenda científica para guiar a pesquisa em mudanças globais e suas consequências para os sistemas humanos (STEFFEN *et al*, 2002). A proposta de uma ciência da sustentabilidade ganhou força e, durante a década 2000, houve grande esforço

para estabelecer os princípios e diretrizes da nova ciência (KAJIKAWA, 2008; KATES, 2001; KATES, 2011; TURNER, 2003; TURNER, 2010). Porém, elevar a pesquisa em sustentabilidade ao status de ciência não é consenso e encontra críticas por parte de alguns autores (GOEMINNE, 2011).

O campo de pesquisa vem crescendo rapidamente; diversos periódicos especializados no tema surgiram ao longo da década de 2000. Turner *et al* (2011) estimam que sejam publicados anualmente 3.000 artigos relacionados à sustentabilidade. Já Bettencourt & Kaur (2011)¹³ verificaram que desde 1974, cerca de 20 mil artigos foram publicados sobre o tema, envolvendo 37 mil autores distribuídos em 174 países e 2.200 cidades. Os autores também observaram que desde 1990, a produção científica no tema tem crescido rapidamente, dobrando a cada 8 anos.

Os contornos da *ciência da sustentabilidade* ainda são difusos, caracterizados pela convergência entre diferentes abordagens das ciências sociais, naturais e engenharias (BETTENCOURT; KAUR, 2011). A natureza interdisciplinar se manifesta no foco variado das publicações. Kates (2011), por exemplo, verificou que dos 232 artigos da seção de sustentabilidade do periódico PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*), 62% tiveram por foco a sustentabilidade dos sistemas ambientais de suporte a vida, enquanto 38% centraram sua análise no bem estar humano. Aronson (2011) identifica na Ecologia de Paisagens, Ecologia da Conservação, Ética Ambiental, Direito Ambiental, Economia Ecológica e Restauração Ecológica as bases da ciência da sustentabilidade. Já Kajikawa (2008) sugere à pesquisa em *energia, agricultura, sociologia rural, recursos hídricos, agricultura, negócios e economia ecológica* como áreas científicas afins da Ciência da Sustentabilidade.

Definindo Desenvolvimento Sustentável

A definição mais difundida de DS é a trazida pelo Relatório Brundtland (1987): “o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (BRUNDTLAND, 1987). Outra definição bastante popular de DS é desenvolvimento ecologicamente sustentável, economicamente viável e socialmente justo (ALLEN et al, 2003). De forma semelhante, Kochler & Hecht (2006) sugerem que desenvolvimento sustentável envolve crescimento econômico equitativo, proteção ambiental e bem estar social. Se, por um lado, tais definições tem seu mérito ao expandir a compreensão do desenvolvimento para além de sua dimensão econômica, são vagas e pouco operativas (JABAREEN, 2008). Não

¹³ Os autores analisaram a literatura *peer review* em língua inglesa entre 1974 e 2010. Utilizaram como critério primário a presença no título, resumo ou palavras-chave os termos *sustentabilidade* ou *desenvolvimento sustentável*.

esclarecem quais são as necessidades das gerações presentes e futuras, nem o que é socialmente justo e ecologicamente sustentável, abrindo margem para múltiplas interpretações.

Todavia, há aqueles que enxergam na vaguidão o grande poder do conceito de DS. Daly (1996) defende que esta característica do conceito permite consensos em torno de temas politicamente sensíveis, ao contrário de definições mais restritas. O autor argumenta que o conceito de DS é um conceito dialético, uma noção que provoca a reflexão e reorientação rumo a novos caminhos de desenvolvimento. Difere de conceitos analíticos, cujo valor se encontra nas suas definições relativamente fechadas, importantes como ferramentas epistêmicas para recortar a realidade tendo em vista o objeto de estudo.

O adjetivo sustentabilidade é acrescido ao substantivo desenvolvimento para definir um processo que preservar as bases ecológicas que o sustenta ao mesmo tempo em que atende a valores, objetivos, tradições, instituições e culturas socialmente desejáveis (LÉLÉ, 1991). Nesse contexto, é possível identificar sistemas de suporte à vida e à comunidade como aspectos a serem sustentados, enquanto pessoas, sociedade e economia como aspectos a serem desenvolvidos (LÉLÉ, 1991; NESS, 2007). O modelo teórico dos *três pilares da sustentabilidade* (ambiental, econômico e social) é o mais amplamente utilizado na pesquisa em DS (KASTERNHOFER; RAMMEL, 2005; POPE *et al*, 2004). Ele é um contraponto ao peso excessivo dado à dimensão econômica por abordagens convencionais do desenvolvimento. Entretanto, outras propostas que expandem o número de dimensões para além dos três pilares ou configuram arcabouços alternativos vem sendo apresentadas e discutidas por diferentes autores (MCNEILL *et al*, 2012; PAWLOWISK, 2008; SEGHEZZO, 2009).

No que tange a dimensão ambiental, desde que o relatório Meadows apontou os limites ambientais do crescimento, esforços tem sido feitos para identificar os limites ecossistêmicos e a capacidade suporte destes em prover bens e serviços essenciais, produzindo métodos de avaliação e indicadores para dar suporte à tomada de decisão, tais quais a Pegada Ecológica e o PIB verde (WACKERNAGEL; REES, 1996; BOYD, 2007; BOYD; BANZHAF, 2007; HOLMEBERG *et al*, 1999; ROCKSTRÖM *et al*, 2009). Conceitos como *capital natural*, *capital natural crítico*, *serviços ambientais* e *resiliência ecológica* vem sendo empregados para trançar considerações sobre a dimensão ambiental da sustentabilidade (CONSTANZA *et al*, 1997; BRAND, 2009; JABAREEN, 2008).

Métodos de valoração ambiental e instrumentos econômicos, como Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), vêm ganhando proeminência como estratégia de incorporar os custos ambientais - tradicionalmente invisíveis na abordagem da economia neoclássica - no processo de desenvolvimento, (CONSTANZA *et al*, 1997; FABER *et al*, 2002). Princípios como poluidor-pagador e provedor-recebedor estão em pauta, fomentando discussões sobre

como conciliar os custos ambientais do desenvolvimento e os custos socioeconômicos do não-desenvolvimento. Este é um tema especialmente sensível no contexto internacional, uma vez que levanta questões sobre direitos e deveres dos países desenvolvidos e em desenvolvimento (BALMOFORD; WHITTEN, 2008). Entretanto, as estratégias de valorização ambiental não estão imunes a críticas. Autores argumentam que a natureza é incomensurável e que tentativas estabelecer valores para bens e serviços ambientais falham em capturar a complexidade ecossistêmica e dos valores subjetivos envolvidos (KOSOY; CORBERA, 2010). Estes são apenas alguns exemplos dos dilemas entre desenvolvimento e sustentabilidade, nos quais questões éticas, subjetivas e socialmente construídas, confrontam-se com questões práticas da gestão ambiental.

A “sustentabilidade” também é uma questão de equidade distributiva, sobre compartilhar a capacidade de bem-estar entre as gerações presentes e futuras (JABAREEN, 2008). O IDH, por exemplo, é uma tentativa de integrar as condições básicas para que equidade seja alcançada (renda, educação), assim como um dos seus reflexos na qualidade de vida humana (longevidade). O índice de Gini é outra tentativa de mensurar a equidade por meio da avaliação do quanto a distribuição de renda e consumo desvia de uma hipotética distribuição ideal (WORLD BANK, 2012). Iniciativas mais ousadas vão além e buscam avaliar aspectos subjetivos da sustentabilidade, como aqueles associados ao bem estar humano. É o caso do Índice de Felicidade Bruta Nacional, adotado pelo Butão, no qual a qualidade de vida é elemento-chave na avaliação do desenvolvimento nacional (BATES, 2009; TELLA; MACCULLOCK, 2009).

Por fim, a equidade também perpassa diferentes aspectos, como justiça social/ambiental, democracia, direitos humanos, liberdade, qualidade de vida, intimamente relacionada às regras sociais e ao processo de construção de regras e distribuição de poder (MARTINEZ-ALIER, 2007; DEMPSEY *et al*, 2011; JABAREEN, 2008). É nesse contexto que a dimensão político-institucional emerge como o quarto pilar da sustentabilidade, fruto da percepção de que paisagens institucionais e relações de poder determinam a gestão dos e o acesso aos recursos naturais e econômicos, influenciando, portanto, a sustentabilidade ambiental, social e econômica (DALE, 2010; LEMOS; AGRAWAL, 2006).

No âmbito científico, cabe destacar a abordagem da *economia ecológica*, na qual questões de equidade, crescimento econômico, limites ecossistêmicos e sustentabilidade vem sendo intensamente debatidas (VEIGA, 2009). A economia ecológica surge nas ciências econômicas como contraponto à *economia neoclássica*, propondo-se a problematizar a economia frente a um mundo de recursos ambientais finitos e marcado por desigualdade na distribuição de bens, serviços e poder (DALY; FARLEY, 2011). Em uma de suas frentes de pesquisa mais polêmicas, os economistas ecológicos propõem o

decrecimento econômico ou *decrecimento sustentável*, cuja premissa defende a necessidade de transitar do paradigma do crescimento econômico para o do decrecimento sustentável, no qual o desenvolvimento ocorre sem ser, necessariamente, acompanhado de expansão econômica (KLITGAARDS; KRALL, 2011; LATOUCHE, 2009; MARTINEZ-ALIER, 2010; O'NEILL, 2011; SCHNEIDER *et al*, 2010). A economia ecológica também agrega a perspectiva global à análise da sustentabilidade, lembrando que o sistema Terra é integrado, e as dinâmicas locais tem implicações em processos ecossistêmicos que vão além das dinâmicas econômicas locais (RODRIGUES-FILHO, *et al*, 2013)

1.3.2 Adaptação e desenvolvimento sustentável

Convergência teórica-conceitual

As abordagens da resiliência e da vulnerabilidade - amplamente empregadas na pesquisa sobre adaptação à Mudança Climática - são apresentadas por diversos autores como fundantes na construção da epistemologia da ciência da sustentabilidade. Kates (2011), por exemplo, sugere a busca pelos determinantes da adaptabilidade, vulnerabilidade e resiliência dos sistemas socioecológicos com um dos principais objetivos da “nova ciência”. De forma semelhante, Burns & Sendzimir (2008) discutem a teoria da resiliência entre os elementos-base na construção da epistemologia da sustentabilidade. Por sua vez, Turner *et al* (2003) avançam e propõem um arcabouço analítico único, no qual integra a noção de vulnerabilidade, resiliência, sensibilidade, exposição, coping e adaptação (Figura 11).

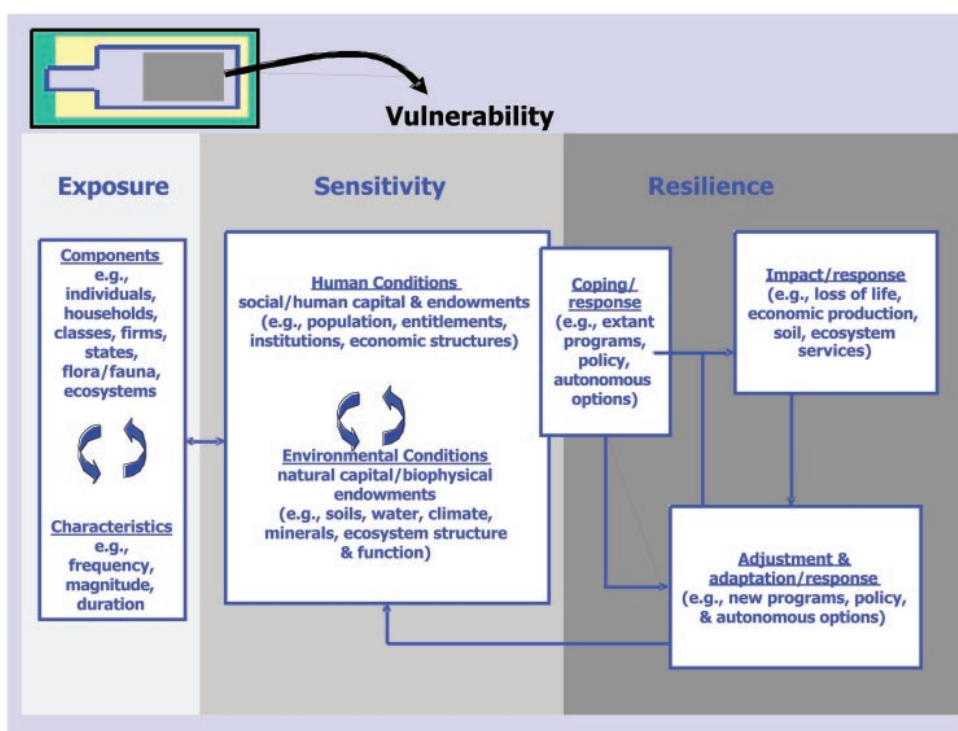


Figura 11 Arcabouço analítico da vulnerabilidade na ciência da sustentabilidade proposto por Turner *et al*, 2003

Uma análise mais detida mostra que resiliência e vulnerabilidade são, na verdade, reinterpretações dos tradicionais pilares da sustentabilidade (econômico, social, ambiental e político-institucional) (Figura 12). Em vez de um olhar fragmentado e pouco articulado em quatro dimensões, o arcabouço conceitual composto por exposição, sensibilidade, resiliência e capacidade adaptativa entrelaçam os quatro pilares da sustentabilidade de forma mais operacional, facilitando a análise e a intervenção política. Há vantagens nessa perspectiva quando o objetivo é entender como os sistemas socioecológicos são afetados e respondem a distúrbios.

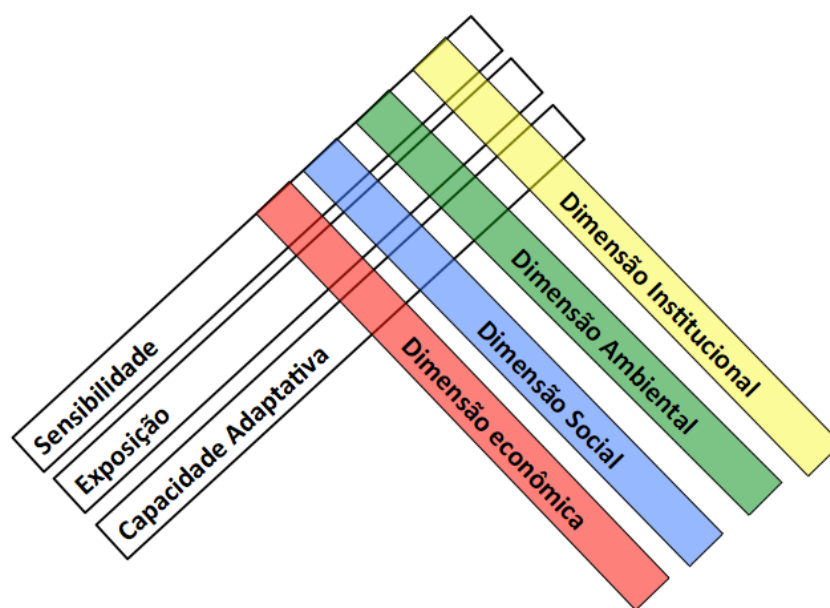


Figura 12 Relação entre pilares da sustentabilidade e o arcabouço teórico-conceitual sobre adaptação e vulnerabilidade
 Fonte: elaborado pelo autor

Assim, a *adaptação à mudança climática* emerge como um dos domínios de pesquisa da agenda científica sobre sustentabilidade; um nicho de investigação especializado com comunidade acadêmica própria e agenda política autônoma, mas intimamente relacionado e de grande relevância ao debate sobre desenvolvimento sustentável. Todavia, apesar de evidente, tal relação foi superficialmente explorada pela literatura enquanto ambas as agendas de pesquisa eram construídas no início da década de 1990. Foi só a partir da década de 2000 que trabalhos dedicados à interface entre desenvolvimento sustentável e adaptação à mudança climática passaram a ocupar, com mais frequência, a pauta da produção científica (MACLELLAN, 2008).

Essa tendência é uma resposta direta à demanda política por conhecimento que permita planejar ações de adaptação em contextos nos quais políticas de desenvolvimento são simultaneamente implementadas. Assim, o desafio colocado aos cientistas e tomadores de decisão é identificar os pontos de intersecção entre ambas, evidenciando políticas de

desenvolvimento que contribuem para reduzir vulnerabilidades, assim como explicitar como a adaptação pode contribuir para viabilizar os objetivos do *DS*. A seguir tais intersecções são discutidas para, em seguida, dois novos *conceitos normativos* serem propostos: desenvolvimento adaptativo e adaptação sustentável.

1.3.3 Normalização da adaptação na agenda de desenvolvimento¹⁴

O texto base da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC) fundamenta-se no princípio da adicionalidade, segundo a qual a adaptação seria apenas o ajuste aos impactos oriundos da “mudança climática antropogênica” (UNFCCC, 1992). A adaptação como ajuste à variabilidade climática natural foi deliberadamente excluída da definição. Tal exclusão tinha como objetivo evitar que a agenda da CQNUMC se sobrepujasse à de outras agendas da ONU, associadas ao desenvolvimento (i.e. PNUMA e PNUD), mais antigas e indiretamente associadas a variabilidade climática (HUQ; REID, 2004).

A autonomia entre as agendas contou com o apoio de muitos países em desenvolvimento, os quais temiam que os recursos já destinados à ajuda humanitária internacional fossem convertidos em financiamento de adaptação, sem que recursos adicionais fossem mobilizados (AYERS; HUQ, 2009). Apesar da justificativa política, a estreiteza conceitual sobre adaptação adotada pela CQNUMC vem sendo duramente criticada à medida que ficam evidentes os riscos de distorções políticas (PIELKE *et al*, 2007). Nesse sentido, durante a década de 2000, ganha força uma abordagem integrativa que defende que a adaptação é desenvolvimento. Esta abordagem vem sendo chamada de normalização (ou *mainstreaming*) da adaptação na agenda do desenvolvimento (ADGER *et al*, 2009; DOVERS, 2009; HOWDEN *et al*, 2007; HUQ; REID, 2004; LAHSEN *et al*, 2010; SMIT; WANDEL, 2006). As críticas à perspectiva da CQNUMC trazida pelos teóricos da linha da normalização baseiam-se em quatro pontos.

Primeiro, o fato do princípio da *adicionalidade* ser difícil de ser mensurado na prática. Isso se deve, por um lado, à dificuldade de estabelecer uma linha de base a partir da qual o impacto humano adicional seria calculado. Diante de um desastre climático, como uma seca ou uma inundação, é muito difícil discriminar o quanto do fenômeno é devido a interferência humana no clima do quanto é natural. Por outro lado, o impacto adicional também depende do sucesso dos esforços de mitigação. Se as metas de redução das emissões de GEE forem cumpridas, o impacto humano será menor do que aquele esperado em cenários nos quais as metas são ignoradas ou parcialmente atingidas. Em ambos os casos, as incertezas científicas e/ou políticas inibem qualquer prognóstico confiável que possam servir de

¹⁴ Parte desta secção foi publicada em LINDOSO D. L.; EIRÓ F.; ROCHA J. D. Desenvolvimento Sustentável, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança Climática no Semiárido Nordeste: um estudo de caso no Sertão do São Francisco. *Rev. Econ. NE*, Fortaleza, v 44, 2013, pp 301-332

referência para guiar a necessidade de adaptação (ADGER *et al*, 2009; SMITH *et al*, 2010). Portanto, o princípio da adicionalidade subentendido no conceito da ONU de adaptação subordina a ação à efetividade dos esforços de mitigação, reforçando a proeminência da mitigação na agenda climática e retardando a adaptação (PARRY *et al*, 2009).

Segundo, reduzir a adaptação a ajustes à mudança climática antropogênica ignora o déficit adaptativo já existente na gestão da variabilidade natural do clima, especialmente em países em desenvolvimento, que são periodicamente afetados por desastres climáticos. Alguns entendem como contraproducente fazer investimentos complexos em adaptação, pensando em cenários extremos futuros, em vez de mirar em hiatos mais imediatos na gestão de desastre naturais e relativos à variabilidade natural. Estes teriam resultados amplos na redução do risco climático, tanto no de causa humana quanto no de causa natural (PIELKE *et al*, 2007). Nesse contexto, distorções políticas graves poderiam resultar. Por exemplo, se medidas pouco efetivas e de alto custo visando reduzir impactos climáticos adicionais fossem estimuladas em detrimento de outras mais eficazes e baratas, voltadas para impactos de causas climáticas naturais (GOKLANY, 2004; RODOLFO; SIRINGAN, 2006; HOWDEN *et al*, 2007). Essas considerações são importantes em um mundo no qual a atenção política é escassa (PIELKE *et al*, 2007).

Terceiro, políticas de desenvolvimento, em geral, interferem (tanto positivamente quanto negativamente) na adaptação à mudança climática. Frequentemente, setores e sistemas estão inseridos em contextos de multiexposição, no qual vetores socioeconômicos e ambientais diversos são mais relevantes que os climáticos na determinação da vulnerabilidade (O'BRIEN *et al*, 2006). Globalização, dinâmicas demográficas (i.e. emigração, crescimento da população), rearranjos na estrutura social e guerras somam-se aos fatores climáticos como distúrbios que desencadeiam o processo adaptativo (IBNOUF, 2011; JONES; BOYD, 2011; O'BRIEN; LEICHENKO, 2000; O'BRIEN *et al*, 2004a; SANCHES-CORTÉS; CHAVERO, 2011). Investimentos em aspectos socioeconômicos e político-institucionais – alvos costumeiros das políticas de desenvolvimento e independentes do estímulo climático - são frequentemente adaptativos à mudança climática (ADGER *et al*, 2009; LAHSEN *et al*, 2010, PIELKE *et al*, 2007).

Quarto, os impactos climáticos ameaçam objetivos do desenvolvimento sustentável, como promoção da equidade, redução da pobreza, viabilidade de comunidades e manutenção da herança cultural (HUQ; REID, 2004; AYERS; HUQ, 2009; O'BRIEN *et al*, 2006; YOHE *et al*, 2007). Assim, a adaptação bem sucedida vai ao encontro das diretrizes do desenvolvimento sustentável.

Em suma, a adaptação e o desenvolvimento são processos empiricamente indissociáveis. Isolar o vetor climático talvez seja útil em um primeiro momento da análise, mas raramente a adaptação ocorre exclusivamente em resposta a ele (BERRANG-FORD *et*

al, 2011; SMIT; WANDEL, 2006; LAHSEN *et al*, 2010). Compreender essa inter-relação é o primeiro passo para aproximar as agendas políticas e científicas (SIMÕES *et al*, 2010).

DS e Adaptação: espaços normativos de escolha

Enquanto é possível estabelecer critérios objetivos para avaliar a saúde dos ecossistemas ou a viabilidade econômica de uma atividade, as *necessidades humanas* como felicidade, bem estar, liberdade, equidade são noções normativas (VUCETICH; NELSON, 2010). O quanto de degradação ambiental é aceitável para produzir “*prosperidade*” econômica? Qual o contexto material mínimo para a felicidade? O que define liberdade e equidade: ampla capacidade de consumo? Direito irrestrito de ir e vir? Apesar da história da ciência estar repleta de tentativas, tais questões não estão sujeitas ao escrutínio objetivo da academia, verificadas por meio de hipóteses, método e experimentação científica (BERLIN, 2009). Isso implica que a trajetória do desenvolvimento sustentável sustentabilidade é uma escolha coletiva baseada em critérios diversos sobre o que é socialmente desejável. Tal característica agrega um caráter dúbio à ciência produzida sobre sustentabilidade: por um lado *positiva* no que tange questões sobre *como é o desenvolvimento*; por outro lado, *normativa* quando trata sobre *como o desenvolvimento deveria ser*.

É por esse motivo, que *desenvolvimento sustentável* não é objetivo a ser atingido, mas um caminhar, que pode adotar um amplo conjunto de trilhas. O resultado é um campo discursivo, no qual desenvolvimento sustentável é interpretado segundo diferentes interesses, objetivos, valores e visões do mundo que dialogam e travam embates na definição da trajetória a ser seguida no processo de desenvolvimento (HOPWOOD *et al*, 2005). A figura 13 localiza alguns dos principais discursos do DS em relação às preocupações ambientais e sociais. Em um extremo, há os discursos revolucionários, que pregam o rompimento com as estruturas atuais. No outro extremo, discursos dentro do *status quo*, que se apropriam do tema do DS, mas sem propor alterações profundas nas estruturas e funcionamento dos sistemas socioeconômicos. Por fim, discursos mais moderados, que defendem reformas sem romper as estruturas socioeconômicas existentes.

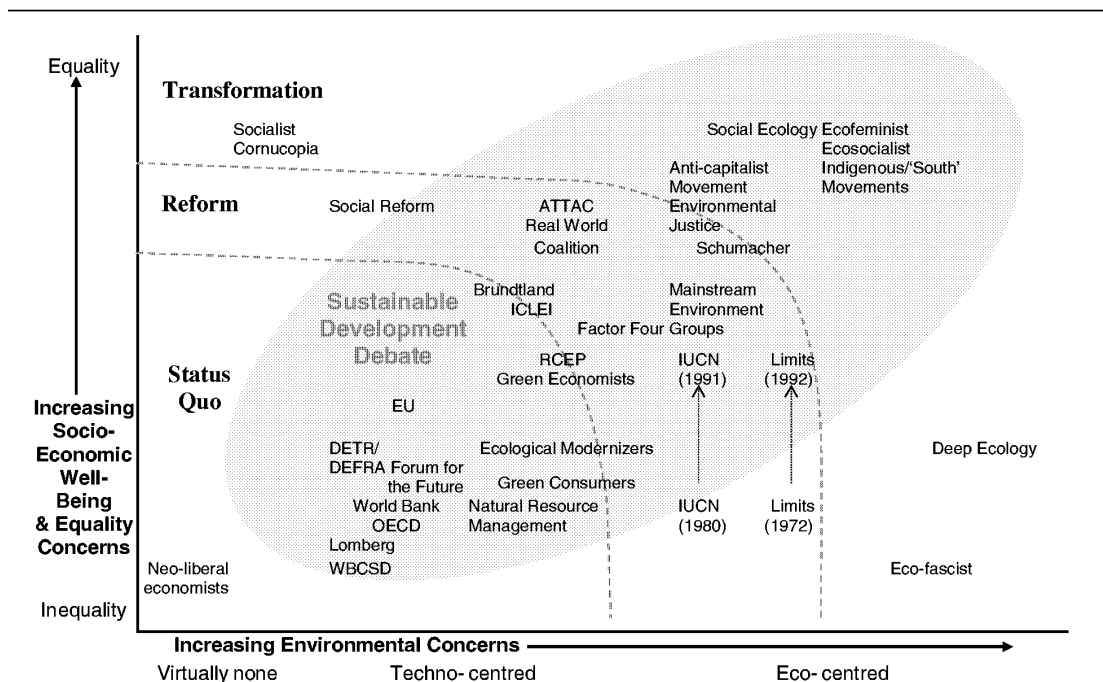


Figura 13 Desenvolvimento Sustentável como um campo discursivo reunindo diferentes perspectivas quanto a relevância de questões ambientais e sociais
 Fonte: Hopwood *et al*, 2005.

A adaptação à mudança climática se insere nesse debate quando compreendida para além de seu aspecto objetivo (redução de vulnerabilidade) e entendido dentro de um contexto político embebido no próprio processo de desenvolvimento. Por um lado, uma opção adaptativa pode ser ponderada diante de sua capacidade em moderar sensibilidades ou fomentar capacidades adaptativas ao clima. Porém, sua relevância e efetividade só fazem sentido na medida em que dialogam com os objetivos mais amplos vinculados ao desenvolvimento sustentável.

Um reflexo da politização da adaptação são as decisões sobre quanto de adaptação é necessário diante da mudança climática. Isso implica definir, por exemplo, *qual o grau de mudança climática é considerado perigoso, assim como o quanto de impacto estamos dispostos a suportar* (HUQ; REID, 2004; PARRY *et al*, 2009). As negociações internacionais refletem bem os conflitos normativos envolvidos na adaptação. Enquanto a comunidade internacional, no âmbito da ONU, toma 2°C como limiar a partir dos quais as mudanças climáticas são consideradas perigosas, para muitos Estados-ilhas, esse valor representa a inundação catastrófica de seu território e, portanto, defendem tetos de aquecimento mais baixos.

Quem, o que e quais setores devem ser considerados na adaptação, assim como a percepção sobre o que deve ser preservado ou almejado é reflexo do que é valorizado em cada contexto de governança (MOSER, 2009; O'BRIEN; WOLF, 2010). Apesar de questões ambientais e de equidade permearem a retórica institucional, premissas como maximização de lucros, crescimento econômico e manutenção do poder político ainda se sobressaem

como objetivos primários que movem o funcionamento de grande parte das instituições (O'BRIEN *et al*, 2006; LAHSEN *et al*, 2010).

Assim, a predisposição em empreender a adaptação está relacionado à proximidade dos objetivos da adaptação com valores, anseios e desejos dos agentes diretamente envolvidos no processo adaptativo (BARNETT, 2010; HULME *et al*, 2007). Quanto mais abrangentes as escalas de governança, mais difusos são os atores envolvidos na tomada de decisão e, conseqüentemente, mais diversos e conflitantes serão os valores e os objetivos da adaptação (ADGER *et al*, 2009). A capacidade em conciliar conflitos, interesses e valores dentro da teia da governança é um ponto crítico para a boa governança climática (FOLKE *et al*, 2005).

Nesse sentido, abordagens participativas vem sendo apontadas como instrumentos essenciais no planejamento da adaptação. Do ponto de vista científico, metodologias *bottom-up* permitem adequar as ações às realidades locais, buscando legitimidade, credibilidade e relevância junto aos tomadores de decisão (HOWDEN *et al*, 2007; DOVERS, 2009; LAHSEN *et al*, 2010). Do ponto de vista político, há riscos inerentes a essa estratégia. Na gestão participativa, por exemplo, a participação pode ser cooptadas por elites locais para legitimar desigualdades de poder camufladas em retóricas com forte apelo político e popular, sem necessariamente refletir os interesses do público-alvo (FONSECA *et al*, 2012). Isso não significa que não devam ser usadas, mas alerta para distorções que podem ocorrer à medida que a adaptação à mudança climática configura-se como um campo discursivo que mobiliza atenção política e grandes volumes de recursos para ações locais.

1.3.4 Desenvolvimento adaptativo e adaptação sustentável: integrando o discurso político

DS é, por princípio, adaptativo (BAUER; SCHOLZ, 2010). Por sua vez, a adaptação, ao criar contextos mais estáveis à variabilidade ambiental, cria condições favoráveis para que os objetivos do desenvolvimento sustentável sejam implementados (PIELKE *et al*, 2007).

Por exemplo, programas de desenvolvimento urbano, em um primeiro momento, absorvem a demanda habitacional. Todavia, se implementados em áreas de risco a enchentes e deslizamentos de terra, no longo prazo, resultam em *maladaptações* que terão de ser administradas com alto custo social e econômico (O'HARE; RIVAS, 2005). De forma semelhante, nem toda adaptação está em sintonia com os objetivos do desenvolvimento sustentável (HILHORST; BANKOFF, 2008; AYERS; HUQ, 2009). Cissé *et al* (2012), discutem a expansão da cultura do arroz em regiões semidesérticas do Mali, viabilizada graças a grandes projetos de irrigação. Os autores argumentam que o desenvolvimento agrícola prosperou às custas de grande passivo socioambiental, como contaminação dos

recursos hídricos e solo por agroquímicos, concentração fundiária e erosão cultural. Já em comunidades agrícolas no Sudão, Ibnouf (2011) descreve a migração masculina como uma das principais repostas à seca. Em um primeiro momento, essa estratégia é adaptativa, uma vez que a remessa de recursos pelos migrantes serve como um suporte importante em momentos de crise. Todavia, a autora observou que a lacuna de mão de obra masculina é preenchido pelas mulheres, que agregam as suas atividades domésticas cotidianas, tarefas agrícolas. Por conseguinte, a sobrecarga de trabalho feminino compromete a qualidade de vida das mulheres e levanta questões sobre desenvolvimento e equidade de gênero.

Dessa forma, o desenvolvimento autônomo e pouco articulado das agendas de adaptação à mudança climática e DS pode levar a maladaptações, aumento de desigualdades socioeconômicas e sobrecarga ecossistêmica, pouco claras aos atores envolvidos exclusivamente com uma ou outra agenda. Os *trade-offs* e sinergias entre adaptação e desenvolvimento precisam ser evidenciados e incorporados na governança ambiental e social, de modo a planejar e empreender ações políticas que se somam e se complementam em vez de se sobreporem ou, até mesmo, se anularem .

Este trabalho propõe o emprego de dois termos normativos que sintetizam a interdependência das agendas: *adaptação sustentável* e *desenvolvimento adaptativo*. *Adaptação sustentável* refere-se às ações de adaptação que atendem aos critérios do DS: ser economicamente viável, atuar dentro da capacidade suporte dos ecossistemas e promover equidade política e socioeconômica. Cada opção, estratégia e medida de adaptação deveria ser avaliada segundo esses critérios. Ademais, considerando que os efeitos adversos da mudança climática irão retardar e até mesmo impedir esforços rumo a metas do DS, a *adaptação sustentável* também abrange ações que reduzem vulnerabilidades e, por consequência, estabelecem ambientes mais estáveis para que o DS possa ocorrer.

Já *desenvolvimento adaptativo* refere-se a normalização da adaptação na agenda do desenvolvimento. Abrange programas, políticas e ações de desenvolvimento cujos resultados conciliam objetivos da sustentabilidade e da redução da vulnerabilidade climática. Um primeiro passo no sentido da normalização é identificar arcabouços político-institucionais que possam servir de pontos de entrada para explorar as relações entre desenvolvimento e adaptação (DOVERS, 2009). Setores tradicionalmente associados a gestão de risco climático, como recursos hídricos, gestão de zonas costeiras, agricultura, desenvolvimento urbano são alvos potenciais (HUQ; REID, 2004; HOWDEN *et al*, 2007). Nesses casos, incorporar cenários climáticos no planejamento do desenvolvimento setorial de longo-prazo é uma forma de promover a normalização (AYERS; HUQ, 2009; SMITH *et al*, 2010). Políticas que atacam as causas sociais subjacentes da vulnerabilidade também são adaptativas, mesmo que a mudança climática não seja o objetivo explícito (FORD *et al*,

2010b). Redução da pobreza, gestão do uso da terra e manejo dos recursos naturais são alguns exemplos (LAHSEN *et al*, 2010). Somam-se a esses a promoção da equidade no acesso a recursos adaptativos, o fomento a educação, a difusão de informação/tecnologias e fortalecimento da capacidade institucional (YOHE *et al*, 2007; LAHSEN *et al*, 2010). Nesse sentido, o resultado são sociedades mais robustas e resilientes, não só às mudanças climáticas, mas às mudanças em geral (PIELKE *et al*, 2007).

1.3.5 Considerações Finais

A autonomia das agendas de adaptação à mudança climática e DS não se justifica mais. O avanço no conhecimento científico e a experiência da prática política no planejamento e implementação de ações adaptativas e de desenvolvimento evidenciam que ambas são, em muitos casos, indissociáveis. A literatura e a comunidade política vem reconhecendo a importância da integração entre as agendas, manifestada no espaço crescente que o paradigma da *normalização da adaptação na agenda de desenvolvimento* vem assumindo na produção científica e no debate político. No campo discursivo, DS e adaptação ganham uma conotação normativa, na qual, adicionalmente a considerações objetivas, são alvo de embates subjetivos sobre *como deveriam ser*. Tal embate congrega diferentes perspectivas, valores, interesses que refletem, em última medida, o que é socialmente desejável. Assim, é ingenuidade achar que a escolha sobre medidas de adaptação ou de desenvolvimento são tomadas exclusivamente de acordo com a necessidade objetiva. Ao contrário, os anseios sociais determinam quais medidas são aceitas em cada contexto cultural.

Isso agrega duas dificuldades extras à produção científica e à negociação política. Primeiro, a de refletir e interferir na realidade a partir de objetivos gerais (promoção da equidade, respeito à capacidade suporte ecossistêmica, viabilidade econômica) e específicos (e.g. o que é socialmente considerado qualidade de vida; o quanto de impacto ambiental é socialmente aceitável para atingir outros objetivos). Segundo, quando constatado o risco de colapso por práticas institucionalizadas, transformar o que é socialmente desejável ou aceitável, tanto pela provisão do conhecimento (ciência) quanto pela intervenção nas instituições da sociedade (política).

Tendo isso em vista, o *desenvolvimento adaptativo* reconhece na mudança climática um risco a efetivação dos objetivos sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade. A *adaptação sustentável*, como condição de adaptado, permite um ambiente menos instável no qual os objetivos da sustentabilidade podem ser buscados. Como processo, é o próprio *desenvolvimento sustentável*. Em última análise, são conceitos pensados para conectar diferentes paisagens de tomada de decisão, lembrando aos atores envolvidos que a

perspectiva da qual partem, tangencia e insere-se em outros campos discursivos relevantes dentro dos quais suas escolhas devem ser ponderadas.

2. MARCO POLÍTICO

2.1 EVOLUÇÃO DA ADAPTAÇÃO À MUDANÇA CLIMÁTICA NA AGENDA DA ONU: VINTE ANOS DE AVANÇOS E DESCAMINHOS¹⁵

Encontros e discussões durante as décadas de 1980 e 1990, coordenadas pela ONU e pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM), caminharam rumo a uma agenda política internacional sobre Mudança Climática, culminando, durante a Rio 92, na criação na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC), doravante referida como *Convenção-Clima* ou, simplesmente, *Convenção*. A partir de sua criação, a questão climática ganhava uma instância formal nas negociações internacionais, abordada a partir de duas respostas possíveis: mitigação e adaptação. A primeira, refere-se à redução das emissões de GEE e fortalecimento de sumidouros, tendo por objetivo estabilizar as concentrações atmosféricas de GEE. A segunda, consiste nos ajustes dos sistemas humanos e naturais aos estímulos climáticos presentes e futuros, seja para moderar danos, seja para aproveitar oportunidades.

Os países signatários da Convenção-Clima, também chamados de Partes, são distribuídos em *Anexo I*, *Anexo II* e *não-Anexo I*. Os Países Anexo I abrangem nações industrializadas e economias em transição (oriundas da fragmentação da antiga União Soviética). No texto da Convenção, esta categoria compromete-se em empreender e comunicar esforços de mitigação. Os Países Anexo II, por sua vez, constituem um subgrupo do Anexo I, comprometidos não só com os esforços de mitigação, mas também em prover financiamento novo e adicional, assim como transferência de tecnologia, para que os países em desenvolvimento implementem ações de adaptação e mitigação. Os membros do Anexo II são os membros da OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) presentes no Anexo I, a exceção das economias que estavam em transição em 1992 (UNFCCC, 2013). Por fim, as Partes não-Anexo I abrangem os países em desenvolvimento, cuja industrialização tardia ou incipiente contribuíram relativamente pouco para o aquecimento global antropogênico.

As Partes signatárias da Convenção-Clima se reúnem anualmente na Conferência das Partes (*na sigla em inglês COPs - Conference of the Parties*) para negociações e deliberações no âmbito da Convenção, sendo o resultado consolidado em acordos e decisões apresentados ao final de cada COP. A COP1 foi realizada em Berlim, Alemanha, em 1995 e, a mais recente, a COP 18, em Doha, Catar, em 2012.

¹⁵ Esta secção foi publicada em versão expandida em LINDOSO D. P; MARIA J. A. Evolução da adaptação à mudança climática na agenda da ONU: vinte anos de avanços e descaminhos, *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, v. 22 (2), 2013 pp. 107-123

Desde 2005, também ocorrem, em paralelo, às COPs, encontros dos signatários do *Protocolo de Quioto* (na sigla em inglês MOPs - *Meeting of the Parts*). Esse instrumento regulamenta um período de compromisso entre as partes Anexo II que ratificaram o acordo para a redução das emissões de GEE em cerca de 5% relativos aos níveis de 1990 a serem efetivados entre 2008-2012. O mecanismo foi proposto em 1997, na COP 3 (Quioto, Japão) e entrou em vigor em 2005, com a ratificação da Rússia, após quase “naufragar” com a recusa dos EUA - principal emissor global de GEE - em assinar o Protocolo. Uma vez que o foco deste capítulo não será mitigação, o Protocolo de Quioto será pouco explorado e não será brevemente nos trechos que tratam do Fundo de Adaptação, o qual tem no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) - instrumento previsto no Protocolo - uma importante fonte de recursos.

Atualmente, tanto a mitigação quanto a adaptação são consideradas respostas igualmente importantes no debate climático da Convenção-Clima. Todavia, isso nem sempre foi assim. A adaptação ocupou um espaço marginal nos primeiros anos das negociações na CQNUMC. Este capítulo discute a evolução do tema como item na agenda da Convenção a partir da estrutura institucional arquitetada e dos mecanismos de financiamento.

2.1.1 Evolução da adaptação na pauta da Convenção-Clima: institucionalização

Década de 1990: ostracismo

Durante os encontros que precederam a criação da Convenção-Clima, a Austrália, a Nova Zelândia e a Aliança dos Pequenos Estados insulares (*Alliance of Small Islands States – AOSIS*) pressionaram pela incorporação de uma definição de adaptação no texto-base da Convenção e de um programa específico dedicado ao tema (SCHIPPER, 2006). Contudo, os esforços não tiveram resultados imediatos e a **mitigação** prevaleceu como objetivo principal da Convenção-Clima, fato expresso em seu Artigo 2:

O objetivo ultimo desta Convenção e de quaisquer instrumentos legais que a Conferência das Partes venha a adotar é (...) estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa atmosféricos em um nível que previna interferências antropogênicas perigosas no sistema climático. (UNFCCC, artigo 2; tradução do autor)

A adaptação é relegada a uma presença secundária, mencionada apenas quatro vezes ao longo do texto base, abordada de forma genérica e subordinada aos esforços de mitigação. Desde o início das negociações internacionais, foi vinculada à noção de justiça climática (HUQ; REID, 2004). Esta noção reconhece que as causas, impactos e capacidades adaptativas são distribuídos de forma desigual globalmente. Os países mais afetados pela mudança climática serão justamente aqueles que menos contribuíram para o problema. Seguindo o princípio das *responsabilidades comuns, porém diferenciadas* – um dos princípios que orienta a Convenção - os “países em desenvolvimento” deveriam receber

apoio financeiro e técnico dos países industrializados (Anexo II) para empreender medidas de mitigação e de adaptação (AYERS; HUQ, 2009; BECK, 2011). Sem estabelecer prazos, o texto base da Convenção estabeleceu que mecanismos de financiamento da adaptação deveriam ser adotados posteriormente. Contudo, não previu instrumentos ou programas específicos que pudessem viabilizar uma agenda prática sobre o tema (PIELKE *et al*, 2007; UNFCCC, 1992).

Assim, nos primeiros anos da construção da agenda climática internacional, a adaptação teve um papel discreto no debate e nas ações tomadas. Esse quadro começa mudar a partir da década de 2000. Uma confluência de fatores cria um contexto favorável para que o tema começasse a ganhar evidência crescente na agenda da ONU e em outras agendas políticas internacionais.

Um primeiro fator foi o avanço da ciência do clima desde que o primeiro relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC na sigla em inglês) foi publicado, em 1990. As novas evidências corroboravam a influência humana no aquecimento global e apontavam tendências climáticas alarmantes para o final do século XXI caso nada fosse feito (CARTER *et al*, 2007). A ciência sobre adaptação também havia ganhado volume, reunindo uma base teórico-metodológica para apoiar a tomada de decisão de forma mais substancial em relação à década anterior. A partir do 3º relatório do IPCC (TAR), publicado em 2001, um grupo de trabalho específico do Painel passa a se dedicar aos temas *impactos, vulnerabilidade e adaptação* (MCCARTHY, 2001). Isso consolidou ainda mais a mudança climática como um risco global relevante e pressionou os países a mostrarem maior disposição em discutir formas de responder ao problema (MORRIS; KRISHNAN, 2012).

Um segundo fator foi a morosidade das negociações do *Protocolo de Quioto*, a qual derrubou o otimismo quanto ao sucesso da mitigação, predominante na criação da CQNUMC. Apesar da grande expectativa quanto aos resultados do Protocolo, este foi ratificado com grandes dificuldades em 2005, sem o endosso do principal emissor global: os EUA (STREIMIKIENE; GIRDIJAUSKAS, 2009). Esse foi um sinal de que a mitigação ficaria aquém do necessário para evitar cenários climáticos extremos (PARRY *et al*, 2009). Outro fator foi uma série de extremos climáticos com grande impacto e repercussão durante a década de 2000. O Furacão Katrina (2005) e a seca prolongada na Austrália trouxeram os desastres climáticos para o território de países desenvolvidos, mostrando que até mesmo esses, ricos e poderosos, apresentavam vulnerabilidades e necessidades de adaptação (IRELAND, 2010). É difícil mensurar como tais eventos influenciam a opinião pública e a ação política sobre mudança climática. Todavia, sem dúvida estabeleceram uma referência contra a qual governos, antes arredios a debater a mudança climática, não poderiam confrontar de forma leviana.

Por fim, os países em desenvolvimento uniram forças e passaram a pressionar por uma relevância maior da adaptação nas pautas de negociações da Convenção (decisão 1/COP8, 2002). É nesse contexto que a adaptação emerge como resposta possível, necessária e urgente no debate político internacional sobre mudança climática (DOVERS, 2009; PARRY *et al*, 2009).

Década de 2000: emergência

Realizada em 2001, a COP 7 (Marrakesh, Marrocos) é um marco na trajetória da adaptação na CQNUMC (AYERS; HUQ, 2009). Seus resultados foram sintetizados no Acordo de Marrakesh, o qual finalmente implementa o Artigo 4º da Convenção, que versava sobre a adaptação (decisão 5/COP 7, 2001). No acordo, identifica-se dois conjuntos de avanços interdependentes: o primeiro refere-se a propostas de mecanismos de financiamento para adaptação em países em desenvolvimento. Surge na ocasião a proposta do Fundo de Adaptação, Fundo dos Países Menos Desenvolvidos e o Fundo Especial sobre Mudança do Clima. Nos anos seguintes, esses mecanismos seriam regulamentados e tornados operativos. Esse tema será explorado na secção seguinte deste capítulo.

O segundo conjunto avanços foi o estabelecimento de um programa de trabalho para dar suporte ao processo adaptativos nos países menos desenvolvidos, uma categoria diferenciada entre os países em desenvolvimento devido a contextos socioeconômicos precários e especial vulnerabilidade à Mudança Climática (decisão 5/COP7). Doravante, serão referidos em sua sigla em inglês LDCs (*Least Developed Countries*). Esses dois conjuntos de medidas serão a base para que nos anos seguintes fossem elaborados os Programas de Ação Nacionais para a Adaptação ou, simplesmente, NAPAs (do inglês *National Adaptation Programmes of Action*)¹⁶. Esse tópico será melhor explorado na secção sobre Financiamento na CQNUMC.

Em 2004, durante a COP 10 (Buenos Aires, Argentina) outro avanço é empreendido. Um novo Programa de Trabalho, referente aos aspectos técnicos, científicos e socioeconômicos dos impactos, da vulnerabilidade e da adaptação à mudança climática, é estabelecido pela Convenção (decisão 1/COP 10, 2004). O Programa abrangia desde a modelagem e avaliação de vulnerabilidades até o planejamento e medidas/ações de adaptação. Também ficou sob sua responsabilidade analisar a interface entre desenvolvimento e adaptação. A criação do Programa de Trabalho é importante, pois marca o início da institucionalização da adaptação na estrutura da ONU, a qual passava a contar com um espaço específico para reflexão e produção de informações sobre adaptação para as negociações.

¹⁶NAPA é um instrumento criado no âmbito da UNFCCC, idealizado para identificar prioridades e estabelecer potenciais ações/estratégias/projetos de adaptação adequados à realidade dos países considerados mais vulneráveis.

Em 2006, durante a COP 12 (Nairobi, Quênia), o Programa de Trabalho é rebatizado de *Programa de Trabalho de Nairóbi sobre Impactos, Vulnerabilidade e Adaptação sobre Mudança Climática (Nairobi Work Programme on Impacts, Vulnerability and Adaptation to Climate Change - NWP)*. A adoção do Programa de Trabalho de Nairóbi, ou NWP, marca mais uma guinada importante, consolidando a disposição da Convenção-Clima em internalizar a adaptação em seus processos internos. Desde então, o NWP vem produzindo informações importantes para dar suporte às decisões referentes à adaptação dentro da CQNUMC. Posteriormente, o Programa de Nairobi terá participação fundamental no desenvolvimento de outros espaços, dentro da Convenção, dedicados à adaptação (LU, 2011).

Década de 2010: consolidação

Em 2007, buscando avançar nas negociações no âmbito do *Protocolo de Quioto* sem paralisar a agenda de longo-prazo da Convenção, a COP13 (Bali, Indonésia) estabeleceu dois trilhos de negociações. Um ficou responsável pelas negociações no âmbito do Protocolo de Quioto. O segundo dedicou-se a negociar a cooperação de longo prazo, definida no chamado *Plano de Ação de Bali* (decisão 1/COP13, 2007). O Plano foi fundamentado em quatro pilares: adaptação, mitigação, transferência de tecnologia e financiamento (GRENNFELT *et al*, 2012). Sua relevância se dá por criar um espaço para as negociações de longo-prazo (pós-2012), reunindo membros de países em desenvolvimento e desenvolvidos, dentre os quais os EUA, país que até então resistia em assumir metas de mitigação (OTT *et al*, 2008; LIVERMAN; BILETT, 2010). Foi estabelecido que as negociações seriam conduzidas pelo Grupo *Ad-Hoc* de Ação Cooperativa de Longo-prazo da Convenção (AWG-LCA - *Ad Hoc Working Group on Long-term Cooperative Action under the Convention*).

Em 2009, durante a COP15 (Copenhague, Noruega), o Grupo *Ad-Hoc* deveria apresentar suas conclusões à Convenção, com o objetivo de dar suporte para deliberações sobre mitigação e adaptação visando o *pós-2012*. Mesmo as atribuições do Grupo tocarem em vários pontos relevantes, a atenção mundial estava concentrada em um único aspecto: o resultado das negociações quanto ao compromisso da redução das emissões de GEE. O resultado foi considerado um fracasso. Apesar dos esforços, não se chegou a acordos vinculantes de mitigação. Um documento político, conhecido como *Acordo de Copenhague* foi ratificado no final da COP 15, porém não contou com a assinatura de muitas Partes tendo, portanto, pouco valor prático (decisão 2/COP15, 2009). Entre os 12 pontos apresentados no documento, destaca-se a proposição de novos mecanismos de financiamento (*Fast Start Fund* e *Long-term Fund*) a serem destinados de forma balanceada entre adaptação e mitigação (decisão 2, ponto 8/COP15, 2009).

A falta de consenso levou a extensão do mandato do AWG-LCA, o qual deveria continuar as negociações e apresentar seus resultados na COP 16, que foi realizada em 2010, em Cancun (México). Apesar das deliberações sobre mitigação terem caminhado pouco, a COP 16 apresentou avanços importante quanto à adaptação. Pela primeira vez a Convenção-Clima afirmava que a adaptação possuía o mesmo grau de prioridade que a mitigação (decisão 1/COP 16, 2010). Simbolicamente, esse reconhecimento é fundamental, pois representa a transição de *status* da adaptação: de uma posição marginal frente à mitigação, em 1992, para uma posição central e de igualdade nas negociações do início da década de 2010.

Em termos práticos, esse reconhecimento é manifestado pela adoção do Arcabouço de Adaptação de Cancun (*Cancun Adaptation Framework- CAF*) (decisão 1/COP 16, 2010). Este é um produto direto das deliberações que o *Gupo Ad-Hoc de Longo-prazo* vinha fazendo desde a COP 13, em Bali. Cabe destacar também que a estrutura e a proposta do CAF é um dos desdobramentos das conclusões e recomendações que o *Programa de Trabalho de Nairóbi* produziu, explicitando o papel desse na evolução do tema na CQNUMC (CQNUMC, 2012¹⁷).

O CAF é, portanto, o ponto culminante de um processo de quase 10 anos de institucionalização da adaptação na CQNUMC. Ele foi estabelecido com o objetivo de fortalecer as ações de adaptação, abrangendo diversos pontos importantes. Primeiro, convida todas as Partes a elaborarem e implementar Planos Nacionais de Adaptação (*National Adaptation Plans - NAPs*) (decisão 1/COP 16, parágrafo 14a, 2011). Essa é uma decisão relevante, pois reconhece que a adaptação não é desafio exclusivo dos países em desenvolvimento, mas uma necessidade de todas as Partes. É um contraponto a ilusória sensação de baixa vulnerabilidade dos países em desenvolvimento implícito no texto da Convenção. O risco dessa postura passou a ser questionado na literatura durante a década de 2000. O'Brien *et al* (2006), por exemplo, alerta que contextos tecnológicos e socioeconômicos confortáveis podem levar ao perigo da complacência e inação por parte dos países desenvolvidos diante da necessidade de adaptação.

Apesar do reconhecimento que a adaptação deve ser uma questão universal, os países em desenvolvimento continuam sendo o foco das negociações sobre adaptação, tanto por serem os mais vulneráveis, quanto por terem deficiências socioeconômicas e institucionais para evitar e lidar com os impactos. Nesse sentido, a COP 16 estabelece um Programa de Trabalho sobre Perdas e Danos (*Work Programme on Loss and Damage*), criado no âmbito do CAF. Este programa fica encarregado de refletir e deliberar sobre os

¹⁷http://unfccc.int/adaptation/cancun_adaptation_framework/items/5852.php, acessado em 23 de agosto de 2012

danos e impactos da mudança climática nos países mais vulneráveis (decisão 1 /COP 16, parágrafos 26 e 27).

O CAF também avança do ponto de vista normativo ao incorporar em suas diretrizes e princípios questões prementes para a adaptação efetiva. Dentre elas, cabe destacar o reconhecimento da importância da governança em multiescalas e a necessidade do engajamento de atores da Sociedade Civil, Estado e Mercado nas deliberações políticas e ação de adaptação (ADGER, 2001; LEMOS; AGRAWAL, 2006; CASH *et al*, 2006; HOWDEN *et al*, 2007). No que tange a governança em multiescalas, um passo importante foi a instituição do *Adaptation Committee* na COP 17, realizada em 2011, em Durban (África do Sul). Dentre suas atribuições, encontra-se o suporte e o fortalecimento de níveis inferiores de governança, desde a escala nacional até a local. Tendo em vista a construção de uma estrutura de governança adaptativa global à mudança climática, o Comitê emerge como um dos elos potenciais em nível internacional. Em termos práticos, é a instância responsável por assistir a Convenção em assuntos relativos à adaptação, interligando toda estrutura institucional que foi estabelecida sobre adaptação dentro da CQNUMC (decisão 2/COP 17, parágrafo 92 e 99, 2011).

Outro ponto importante reforçado nas decisões da COP 16, foi a responsabilidade dos países desenvolvidos em disponibilizar financiamento previsível, novo e adicionais para dar suporte à adaptação dos países em desenvolvimento (decisão 1/COP 16, parágrafo 18 e parágrafos 95-137, 2010). Um dos resultados mais imediatos dessa decisão foi a proposição do Fundo Climático Verde (*Green Climatic Fund*), um novo mecanismo de financiamento dentro da Convenção (decisão 1/COP 16, parágrafos 102-112, 2010).

2.1.2 Breves considerações sobre mecanismos de financiamento da CQNUMC

Os custos da adaptação são altos em um contexto no qual os países mais susceptíveis aos impactos da mudança climática são justamente aqueles que menos tem recursos para empreender medidas adaptativas. Essa questão permeou o debate da Convenção-Clima desde seus primórdios e está refletida no processo de institucionalização apresentado na seção anterior.

Desde a criação da Convenção, a adaptação foi colocada como uma questão dos países em desenvolvimento a ser financiada pelos países desenvolvidos. Os três fundos mais antigos foram propostos em 2001 no acordo de Marrakesh (COP 7). São eles: *Least Developed Countries Fund (LDCF)*, o *Special Climate Change Fund (SCCF)* e o *Adaptation Fund (AF)*. Os dois primeiros são administrados pelo GEF (*Global Environment Facility*), abastecidos por doações voluntárias das Partes Anexo II. O terceiro fundo foi criado no

âmbito do Protocolo de Quioto e seus recursos são obtidos a partir da tributação dos projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

O destino dos três fundos visa, prioritariamente, os países em desenvolvimento mais vulneráveis, mais conhecidos como *países menos desenvolvidos*¹⁸. Estes abrangem majoritariamente os Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (*Small Island Developing States - SIDs*) e países africanos. Mais recentemente, o mecanismo de *Financiamento de Curto-prazo (Fast Start Finance)*, o Fundo Climático Verde (*Green Climatic Fund*) e o *Financiamento de Longo-prazo (Long-term Finance)* foram propostos como fontes adicionais para financiar a adaptação e mitigação nos países em desenvolvimento. O quadro 3 caracteriza cada um desses fundos.

¹⁸LDCs compõem um grupo de 48 nações, majoritariamente africanas, asiáticas e Estados-ilha (vide lista disponibilizada pela UNCTAD, 2012: http://unctad.org/en/docs/ldc2011_en.pdf).

Quadro 3 - Informações gerais sobre os fundos de adaptação sob o guarda chuva da CQNUMC

Fundo	Ano em que foi proposto	Ano em que entrou em operação	Escopo	Beneficiários	Instituição trustee	Instituição gestora
Fundo dos Países Menos Desenvolvidos (LDCF)	2001	2002	Adaptação	Países Menos Desenvolvidos (LDCs)	Banco Mundial	Global Environmental Facility (GEF)
Fundo Especial sobre Mudança do Clima (SCCF)	2001	2002	Adaptação	Países em desenvolvimento	Banco Mundial	Global Environmental Facility (GEF)
Fundo de Adaptação (AF)	2001	2009	Adaptação	Países em desenvolvimento	Banco Mundial	Conselho gestor associado à CQNUMC
Financiamento de Curto-prazo	2009	2010	Adaptação e Mitigação	Países em desenvolvimento	Diversos: agências multilaterais agências bilaterais e instituições publico-privadas	Diversos: agências multilaterais agências bilaterais e instituições publico privadas
Financiamento de Longo-prazo	2009	-	Adaptação e Mitigação	Países em desenvolvimento	Diversos: agências multilaterais agências bilaterais e instituições publico privadas	Diversos: agências multilaterais agências bilaterais e instituições publico privadas
Fundo Climático Verde	2010	-	Adaptação e Mitigação	Países em desenvolvimento	Banco Mundial	Conselho gestor associado à CQNUMC

Fonte: elaborado pelo autor

2.1.3 Considerações Finais Sobre Processo da Adaptação na CQNUMC

A despeito dos descaminhos e dificuldades que a CQNUMC enfrentou em seus mais de vinte anos de existência, ainda é depositada grande expectativa quanto ao seu papel de protagonista na governança climática global. A confiança quase cega na capacidade humana em neutralizar as causas da mudança climática - hegemônica na comunidade internacional do início da década de 1990 - foi substituída pelo sentimento de incerteza sobre o sucesso das mitigações no final da década de 2000. Algum grau de mudança climática será inevitável e, é neste contexto, que a adaptação aparece como resposta complementar, urgente e necessária.

Se há questionamentos quanto ao papel da CQNUMC como espaço mais adequado para avançar na governança climática global, é indiscutível que ela foi e é uma arena importante. Mesmo que as deliberações em seu âmbito não tenham poder de lei frente às soberanias nacionais, a Convenção-Quadro agrega as Partes, organiza pautas e agendas, converge interesses, explicita divergências e, mais importante, induz e orienta a internalização política da questão climática nas estruturas nacionais e subnacionais.

Contudo, a governança adaptativa terá de lançar mão de outros espaços internacionais de negociação, como acordos bilaterais, e, principalmente, encontrar estruturas sólidas na arquitetura interna das nações para que o conhecimento, recursos e tecnologias transitem de benefícios potenciais em ações concretas, conectando o global ao local e *vice-versa*.

2.2 TRAJETÓRIA DA ADAPTAÇÃO NA AGENDA CLIMÁTICA BRASILEIRA

Em 1992, o Brasil foi o primeiro país a assinar a recém criada Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (CQNUMC). Dois anos depois, em 1994, o Congresso Nacional ratificou a Convenção e, posteriormente (1998), os compromissos assumidos pelo Brasil como signatário da Convenção-Clima foram incorporados à ordem jurídica nacional por decreto presidencial (Decreto 2.652/1998). Nos anos seguintes, o governo federal criou diferentes instâncias de Estado, buscando um arranjo institucional capaz de organizar e fomentar a gestão nacional sobre mudança do clima. Neste contexto, destacam-se o *Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação* (MCTI); o *Ministério do Meio Ambiente* (MMA), o *Ministério das Relações Exteriores* (MRE) e a *Casa Civil*, os quais conduziram este processo, ora de forma conjunta, ora de forma autônoma, em diferentes momentos e contextos.

Grosso modo, identifica-se três pautas principais que nortearam o desenvolvimento inicial da agenda climática brasileira: **(i)** Inventário nacional de missões de GEE; **(ii)** projetos de MDL; e **(iii)** mitigação das emissões pela redução do desmatamento e degradação florestal. A partir de 2008, um conjunto de medidas tais quais o lançamento do Plano

Nacional sobre Mudança do Clima (Plano NMC), a promulgação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (Política NMC) e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) avançaram significativamente na direção de um marco legal para regulamentar o tema no Brasil, consolidando as pautas já existentes e inserindo novas. No fronte científico, a construção de redes de pesquisa (Rede Clima) e o estabelecimento do Painel Brasileiro sobre Mudança do Clima (PBMC) também foram passos importantes dados no final da década de 2000.

Ao longo dessa trajetória, a parte majoritária das medidas tiveram por foco a mitigação, enquanto a adaptação foi tema marginal na agenda política e científica brasileira. Apesar de avanços em internalizar a adaptação na agenda climática tenham sido feitos nesse início da década 2010, o contexto atual ainda está muito aquém do necessário para administrar o risco e reduzir vulnerabilidades à mudança climática.

Neste contexto, esta secção se propõem a fazer um histórico da questão climática na agenda política nacional e, sempre que pertinente, evidencia o desequilíbrio na atenção dada à mitigação e à adaptação nessa agenda.

2.2.1 Construção da agenda: 1994-2008

Inventário Nacional de emissões de GEE

O foco inicial da agenda brasileira foi a elaboração de um inventário nacional de emissões de GEE (BRASIL, 2010). Um programa sobre Mudança Climática foi instituído em 1994, ficando sob a responsabilidade da *Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima* (CGMGC), vinculado ao MCTI (MIGUEZ *et al*, 2008). Com recursos do GEF, US\$ 1,5 milhão foi aplicado na elaboração da Primeira Comunicação Nacional¹⁹, um dos compromissos assumidos pelos países não-Anexo I diante da Convenção-Clima. Os resultados foram apresentados durante a 10ª Conferência das Partes (COP), realizada na cidade de Buenos Aires, em 2004. O primeiro inventário brasileiro era parte integrante da Comunicação e forneceu parâmetros para traçar o perfil das emissões nacionais de GEE entre 1990-1995. O inventário apontou o uso da terra e mudança do uso da terra como as principais fontes brasileiras de GEE, os quais, juntos, abrangeram 75% das emissões nacionais no período. Destaque para aquelas oriundas do desmatamento da Amazônia, que aparece como principal fonte (Brasil, 2004).

¹⁹ Projeto disponível no site do GEF (http://www.thegef.org/gef/project_detail?projID=337)

Redução das emissões por desmatamento evitado - REDD

Em 2004, a publicação do inventário coincide com o pico histórico do desmatamento da Amazônia, que chegou a segunda maior taxa histórica de quase 28 mil Km² (INPE, 2013). Essa confluência de fatores nacionais (inventário e monitoramento do INPE), associados à repercussão internacional causado pela extensão da perda de floresta, trouxe o desmatamento para o centro da agenda climática brasileira. Nos anos seguintes, uma série de medidas tomadas pelo governo brasileiro resultou na queda substancial das taxas de desmatamento na Amazônia, as quais decresceram vigorosamente até atingir seu patamar histórico mínimo em 2012 (cerca de 4,5 mil Km²). Esse sucesso relativo²⁰ fortaleceu a imagem nacional perante à comunidade internacional e fortaleceu o Brasil como ator nas negociações internacionais.

Sendo a pasta responsável pelo meio ambiente e, em especial, pela conservação florestal, o MMA desponta como um braço importante na construção do arranjo político-institucional brasileiro sobre a mudança do clima. A partir de meados da década de 2000, as políticas de conservação florestal e combate/controlado do desmatamento, historicamente associadas à conservação da biodiversidade, ganham destaque no discurso oficial como políticas de mitigação. Na esteira da importância crescente do órgão na agenda climática, é criada, em 2007, na estrutura organizacional do MMA, a *Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental* (SMCQA) (Decreto 6.101/2007). Essa secretaria iria desempenhar nos anos seguintes papel importante na construção de instrumentos de planejamento e gestão relacionados ao tema. Obviamente a inserção MMA na agenda climática vai além do desmatamento, visto que a dimensão ambiental tangencia em vários pontos a mitigação e a adaptação à mudança climática. Todavia, a sua participação inicial teve por foco o desmatamento.

No mesmo ano (2007), é criado o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CMI) (Decreto 6.263/2007). Dentre as atribuições do CIM, estava a elaboração do Plano Nacional sobre Mudança do Clima (Plano NMC), cujo conteúdo deveria traçar diretrizes para agenda climática brasileira. A coordenação do Comitê ficou a cargo da Casa Civil, porém a coordenação executiva ficou sob a responsabilidade do MMA. Estas escolhas são simbólicas. Por um lado, a Casa Civil – vinculada diretamente à presidência da república – tem por atribuição o planejamento estratégico do país, articulando ações e integrando políticas. Nas entrelinhas, o governo sinalizava que a questão climática era relevante para o Brasil, não apenas pelo risco que representa para a segurança nacional, mas também por ser uma questão que se firmava crucial no jogo político internacional. Por outro, ao delegar

²⁰ Diz-se sucesso relativo, pois considera-se neste trabalho que uma política de controle do desmatamento só será bem sucedida quando atingir desmatamento ilegal zero.

ao MMA a coordenação executiva, reforçava a relevância crescente da pasta na agenda climática nacional.

Cabe lembrar o contexto internacional no qual esta etapa da institucionalização avançava na estrutura de Estado brasileiro. A criação do Comitê e da SMCQA ocorre às vésperas da COP 13, em Bali, a qual representa um marco na trajetória das negociações internacionais. Entre a COP de Bali (2007) e a COP de Copenhague (2009) as negociações internacionais entram em um período decisivo, envolto em expectativas quanto ao sucesso de acordos vinculantes de mitigação pós-2012. Havia grande pressão de algumas Partes do Anexo I para que países emergentes, como China, Índia e Brasil, também se comprometessem com metas de mitigação em um eventual segundo período de compromisso do Protocolo de Quioto (ABRACHES, 2010). No caso do Brasil, o “vilão” era o desmatamento. Nesse período, uma linha que ganha a pauta das negociações é o conceito de REDD (Redução de Emissões pelo Desmatamento e Degradação), o qual propunha a remuneração pelo desmatamento evitado como mecanismo de mitigação estabelecido no âmbito da CQNUMC. Até então, apenas projetos de reflorestamento e florestamento eram passíveis de remuneração via projetos de MDL (decisão 19/COP9, 2003).

Em 2005, a possibilidade do REDD entra oficialmente na agenda da Convenção-Clima por meio de uma proposta apresentada pela Costa Rica, Papua Nova-Guiné e outros 8 países (PARKER *et al*, 2009). O Brasil, detentor da maior floresta tropical do mundo, era um dos maiores interessados no avanço das negociações nesse sentido. Com grande potencial de estoque e sequestro de carbono, o país encontra no REDD uma excelente oportunidade de captação de recursos para fortalecer a conservação florestal e fomentar a transição para modelos mais sustentáveis de produção agropecuária (MOTTA, 2011). Finalmente, em 2007, o debate sobre o formato do mecanismo REDD é incluído na pauta das negociações como parte do trilha de Cooperação de Longo Prazo (AWGLC) do Plano de Bali (JUVENAL, 2011). A expectativa de que o REDD poderia virar um mecanismo reconhecido pela CQNUMC induziu a configuração de uma estrutura de governança nacional envolvendo governo e sociedade civil organizada (MOUTINHO *et al*, 2010; MICOL *et al*, 2008).

O Fundo Amazônia está diretamente relacionado a esta mobilização. Criado em 2008 (Decreto 6.527/2008), o Fundo aparece como um instrumento importante para a captação de recursos destinados a projetos de conservação, manejo e monitoramento do bioma Amazônico. Apesar do decreto não ligar o Fundo explicitamente a uma política de mitigação, o seu texto o faz implicitamente. Em seu Artigo 2º, afirma que os diplomas concedidos aos doadores do Fundo conterá especificações quanto à redução de emissões equivalentes, visto que a motivação de parte das doações deve-se ao potencial de mitigação representado pelos projetos.

O contrato de doação firmado com o governo norueguês é um exemplo claro. Responsável por 87% dos R\$ 235 milhões recebidos pelo Fundo até fevereiro de 2013, o acordo com a Noruega vincula a liberação dos recursos à redução comprovada das emissões de GEE oriundas do desmatamento e degradação florestal (Fundo Amazônia, 2013). O mesmo requisito é observado no contrato de doação estabelecido com o governo alemão, outro importante contribuinte do Fundo.

Cabe destacar que o Fundo Amazônia surge como um instrumento nacional de mitigação, independente da CQNUMC. Isso permitiu ao Brasil obter financiamento para empreender a redução das suas emissões por meio de relações bilaterais, o que poderia levar anos no moroso processo de negociação nas arenas multilaterais da ONU. De fato, as negociações o REDD e suas variantes (REDD +; REDD ++) ainda não resultaram na adoção do mecanismo no âmbito da Convenção-Clima, apesar de terem caminhado substancialmente nessa direção desde a COP 13.

Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

Por fim, uma infraestrutura político-institucional para dar suporte aos projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL)²¹ vinha se desenvolvendo dentro MCTI desde meados da década de 1990. Em 1999, foi instituída a *Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC)*, com o objetivo de articular as ações governamentais relacionadas à mudança climática, com ênfase na regulação dos projetos de MDL brasileiros. A presidência da CIMGC ficou a cargo do Ministro de Estado de Ciência e Tecnologia.

Em 2002, a Comissão Interministerial é oficialmente reconhecida como a Autoridade Nacional Designada para aprovação de projetos no âmbito do MDL do Protocolo de Quioto (MRE, Despacho Telegráfico n.º 612). Os primeiros projetos brasileiros são aprovados em 2004, colocando o Brasil com um dos primeiros países a registrarem projetos de MDL na CQNUMC. Até 31 de Janeiro de 2013, o Brasil era responsável por 4% projetos de MDL registrados na Convenção, ocupando a terceira colocação em número total de projetos registrados (289), atrás apenas da China (3.583) e Índia (1.366) (RODRIGUES-FILHO *et al*, 2008; UNFCCC, 2013).

²¹Os projetos de MDL buscam fomentar os caminhos de desenvolvimento menos intensivos em carbono em países em desenvolvimento. As emissões assim evitadas são convertidas em reduções certificadas de emissões (RCE). Esses créditos são negociados no mercado internacional, comprados pelas Partes do Anexo I comprometidas com metas de mitigação pelo Protocolo de Quioto (FRONDIZI, 2009).

2.2.2 Consolidando a agenda: 2008-2013

Plano, Política e Fundo sobre Mudança do Clima: marco legal

A partir de 2008, a agenda climática brasileira começa a se tornar mais robusta com a criação de uma sequência de medidas que criavam novos instrumentos políticos ou fundamentavam os já existentes na forma de um Plano e de uma Política Nacional sobre Mudança do Clima, acompanhados da criação de Fundos específicos e redes de pesquisa, tendo em vista efetivar a implementação da Convenção-Clima nacionalmente.

A primeira delas foi o lançamento do Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Durante os cerca de 6 meses de elaboração do Plano, foram criados espaços para participação da sociedade civil, tanto em conferências estaduais e nacionais, quanto nas discussões realizadas no âmbito do Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas (FBMC). O documento foi dividido em 5 partes: (i) Oportunidades de Mitigação; (ii) Impactos, Vulnerabilidades e Adaptação (iii) Pesquisa e Desenvolvimento (iv) Educação, Capacitação e Comunicação; (v) Instrumentos para Implementação das Ações. Após pressões de setores da sociedade, metas de redução do desmatamento da Amazônia foram incorporadas ao texto do Plano NMC, o qual adotou no texto um compromisso de reduzir o desmatamento no Brasil em 70% até 2017 (BRASIL, 2008). Em dezembro de 2008, o Ministro Minc apresenta o Plano na COP 14 (Poznan, Polônia).

Um ano depois, em dezembro de 2009, o governo brasileiro promulga a Política Nacional sobre Mudança do Clima – Política NMC (Lei 12.187/2009), a qual, finalmente, estabelece um marco legal regulatório para que medidas de adaptação e mitigação fossem implementadas (MOTTA, 2011). A Política entra em vigor no auge do clima de fracasso deixado pela COP 15, realizada em Copenhague algumas semanas antes. Em 9 de dezembro de 2010, a Política é regulamentada por decreto presidencial (Decreto 7.390/2010). Seu avanço mais notável é estabelecer, em seu texto, um compromisso nacional voluntário de redução entre 36,1% e 38,9% das emissões nacionais de GEE projetadas para 2020. Para tal, a lei prevê como instrumentos Planos setoriais de mitigação, tendo na redução do desmatamento da Amazônia e do Cerrado o foco da maior parte das reduções, apesar de também contar com Planos para outros biomas e setores (energético, agrícola e siderúrgico). Posteriormente, o decreto que regulamenta a Política determinou que os programas e ações estabelecidos fossem incorporados nos Planos Plurianuais e Leis Orçamentárias Anuais (Decreto 7.390/2010, Artigo 1º, parágrafo único; Artigo 9º).

Ao mesmo tempo, foi criado, em 2009, o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (FNMC) (lei 12.114/2009), também regulamentado por decreto presidencial em 2010 (decreto 7.343/2010). O FNMC está sob a gestão técnica do MMA, tendo o *Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social* (BNDS) como agente financeiro. Os recursos que

irão abastecer o fundo poderão ser providos, dentre outros, por doações, empréstimos e parte dos royalties do Petróleo (Artigo 3º). Os Artigos 6º e 9º da PNMC prevê o Fundo Clima e outros mecanismos econômicos (fomento de um mercado de carbono nacional, linhas de crédito e incentivo fiscais) como instrumentos-chave no financiamento de medidas de mitigação e adaptação. No que tange à mitigação, somam-se aos recursos já previstos no Fundo Amazônia.

Um ponto importante para este trabalho refere-se ao artigo 5º, parágrafo 4º da lei que cria o Fundo Clima. Nele está previsto a distribuição dos recursos entre projetos e estudos envolvendo ciência do clima, mitigação e adaptação. Contudo, dos 13 pontos de aplicação dos recursos indicados no texto, sete referem-se exclusivamente à mitigação, enquanto apenas dois tratam explicitamente da vulnerabilidade e da adaptação. O protagonismo da mitigação na agenda do Fundo é reforçado na aplicação da dotação orçamentária para 2011. No período, foram disponibilizados cerca de R\$ 240 milhões para o Fundo Clima. Destes, 80% (R\$ 200 milhões) foram alocados em linhas de mitigação, enquanto 20% (R\$ 34 milhões) a medidas relacionadas à adaptação (FUNDO CLIMA, 2011).

II Comunicação Nacional e CEMADEN

Em meio à regulamentação da Política NMC e do FNMC, é lançada, em 2010, a 2ª Comunicação Nacional à CQNUMC. Também financiada por uma janela do GEF, a 2ª Comunicação traz um novo inventário das emissões brasileiras, adicionando estimativas de emissões de GEE para o período entre 1995 e 2005. Os setores *uso da terra* e *mudança do uso da terra* se mantiveram como principais fontes, respondendo por três quartos das emissões nacionais de GEE (BRASIL, 2010).

Todavia, digno de nota é o maior espaço dado ao tema impactos, adaptação e vulnerabilidade quando comparada à 1ª Comunicação publicada seis anos antes. Um seção inteira é destinada ao tema, na qual projeções de modelos climáticos regionais desenvolvidos no Brasil são relacionados aos impactos e à avaliação de vulnerabilidades em setores-chave: saúde, energético, recursos hídricos, agrícola, biodiversidade e zonas costeiras. Reflexões sobre áreas prioritárias para pesquisa e elaboração de políticas de tecnologia e inovação sobre adaptação são elencadas na Parte 4 da 2ª Comunicação, apesar de forma superficial. Isso reflete, por um lado, uma inserção crescente da adaptação como pauta relevante da agenda climática brasileira e, por outro, a falta de profundidade do conhecimento científico e ação política voltada ao tema (BRASIL, 2010).

Nesse sentido, em 2011, é dado o primeiro passo efetivo na criação de um arranjo institucional centrado na adaptação. Cabe lembrar que esse ano é marcado pela transição de gestão federal. No MCTI, a troca administrativa é acompanhada da mudança do foco da

pauta sobre mudança climática, o qual transita do inventário para a criação de um *Sistema Nacional de Alerta de Desastres Naturais*.

No final de 2011, a *Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento* (SEPED/MCTI) institui em sua arquitetura o *Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais* (CEMADEN²²). Instalado na sede do INPE, em Cachoeira Paulista, o CEMADEN conta com uma sala de situação para monitorar e alertar riscos climáticos com capacidade para 25 operadores. No sentido de consolidar a iniciativa, a dotação orçamentária de 2011 do Fundo Clima previu a destinação de cerca de R\$ 10 milhões para o desenvolvimento de um Sistema Nacional de Alerta contra Desastres Naturais (FUNDO CLIMA, 2011). O monitoramento ainda está restrito a eventos extremos de chuva e suas consequências (inundação, deslizamento de encosta e enxurradas), mas há uma expectativa de que em breve estenda a cobertura para outros tipos de desastres naturais (CEMADEN, 2013).

Até fevereiro de 2013, 294 municípios eram monitorados pelo sistema nas cinco regiões brasileiras. O CEMADEN está conectado diretamente ao *Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres*, sob responsabilidade da Defesa Civil (Ministério da Integração), configurando ações transversais com outras esferas do Governo. Posteriormente, poderá ser vista como arranjo institucional associada à gestão da adaptação à mudança climática. A esse sistema em formação, juntam-se autarquias, agências e instituições governamentais, tais quais o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), este último uma das lideranças científicas e políticas nacionais sobre mudança do clima.

Isso evidencia que o desafio da agenda climática brasileira não é apenas criar novos instrumentos para lidar com o problema. É também enxergar naqueles já existentes sinergias e complementariedades diante da necessidade de gestão dos riscos.

Rede Clima e PBMC: braços científicos da política climática brasileira

No âmbito científico, em 2009, foi criado o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC). Instituído pelo MCTI e MMA, o PBMC é inspirado no IPCC (*Intergovernmental Pannel on Climate Change*). O Painel Brasileiro irá produzir relatórios técnico-científicos visando dar suporte à tomada de decisão sobre mudança do clima em nível nacional. De forma semelhante ao IPCC, o PBMC está estruturado em 3 Grupos de Trabalho (GT) temáticos. O GT 1 refere-se às bases científicas do sistema climático e suas mudanças; o GT2 dedica-se a identificar vulnerabilidades, benefícios e adaptação à mudança global do

²² <http://www.cemaden.gov.br>, acesso em 12 de fevereiro de 2013

clima; o GT 3 avalia as opções de mitigação (BRASIL, 2010). Em novembro de 2013, o primeiro relatório do Painel Brasileiro já havia lançado o sumário executivo dos três GTs e estava na etapa final de preparação para a publicação dos relatórios finais.

Outra peça chave na estrutura científica nacional é a Rede Brasileira de Pesquisas sobre Mudanças Climáticas (Rede Clima). Criada em 2007 no âmbito do MCTI, a Rede Clima foi incorporada pela Política Nacional sobre Mudança do Clima como um dos instrumentos para sua implementação (Lei 12187/2009, Artigo 7º). O objetivo da Rede é produzir conhecimento para que o Brasil enfrente o desafio representado pela mudança climática. Está sob a coordenação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e foi composta por 13 centros de pesquisa do país, organizadas em sub-redes temáticas (BRASIL, 2010). Cada uma das sub-redes ficou responsável por criar suas próprias redes de pesquisa. A Rede Clima finalizou, em 2012, a primeira fase de sua implementação: estabelecer uma infraestrutura de pesquisa e consolidar as sub-redes. Em sua segunda etapa, está previsto integrar o trabalho das sub-redes por meio de temas transdisciplinares via projetos interdisciplinares (ARRAUT *et al*, 2013).

2.2.3 Considerações Finais

A agenda climática brasileira desenvolveu uma infraestrutura político-institucional e legal focada nas medidas de mitigação, enquanto destinou um espaço marginal à adaptação. Essa trajetória está em consonância com a evolução da agenda internacional e dos compromissos assumidos pelo Brasil junto à Convenção-Clima como país não-Anexo I. Também reflete a inserção brasileira no contexto mundial, como um país emergente, de matriz energética limpa, cuja principal fonte de emissões – o desmatamento – é passível de controle com relativo baixo custo para o desempenho econômico quando comparado a outros emergentes, como China e Índia (MOTTA, 2011). Entretanto, a morosidade nas negociações de metas de redução de GEE deixam claro que os esforços de mitigação não serão suficientes para evitar que algum grau de mudança climática ocorra. Soma-se a isso, o fato do Brasil ser assolado periodicamente por desastres naturais de natureza climática, evidenciando sua elevada vulnerabilidade. Assim, é urgente que adaptação seja incluída de forma efetiva na agenda nacional.

2.3 ESTADO, SECA E SEMIÁRIDO: DO COMBATE À SECA A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Uma das teses centrais deste trabalho é que o desenvolvimento sustentável e a adaptação à mudança climática são novas agendas científicas e políticas que se debruçam sobre um velho *problema* do Semiárido: a seca. Ambas são um contraponto às abordagens

desenvolvimentistas e de “combate” à seca que historicamente orientaram as intervenções do Estado na região.

O debate desenvolvido pelas duas agendas desafia a própria noção de seca que está cristalizada no imaginário político, científico e popular: a de flagelo climático. O espaço interdisciplinar e a produção científica orientada para política, que caracterizam a pesquisa sobre DS e mudança climática, são oportunidades para que o olhar setorial e essencialmente responsivo ao impacto seja reorientado para uma perspectiva transversal e preventiva.

Esta seção completa o marco político relevante à Tese. A seguir, a evolução das abordagens dispensadas pelo Estado para lidar com a seca e as mazelas associadas são apresentadas. O objetivo é contextualizar, dentro de um processo histórico, a paisagem político-institucional observada na seca de 2012 que, como ver-se-á nos próximos capítulos, foi fundamental para que os impactos na qualidade de vida humana das populações rurais nas regiões estudadas fossem sobremaneira moderadas, apesar de muito intensos nos sistemas produtivos.

2.3.1 Solidariedade excludente: o Estado paternalista e as soluções hidráulicas

Episódios periódicos de escassez alimentar e hídrica em anos de secas não são novidades no Semiárido brasileiro. Alguns dos eventos contribuíram para a decadência de grandes ciclos econômicos regionais. As secas de 1777 - quando cerca de 90% do rebanho bovino da região morreu - e de 1793 marcam o fim do ciclo do couro e das charqueadas que caracterizaram a ocupação portuguesa dos Sertões nordestinos (FILHO, 2006). A indústria do algodão, que prosperou a partir da segunda metade do século XIX, foi devastada pela seca de 1877-79 (MARENGO, 2008). Porém, foi na década de 1980 que o sistema produtivo tradicional, formado por gado/algodão/agricultura de subsistência, entrou em colapso definitivo. Dentre as diferentes causas econômicas e ambientais, a seca prolongada de 1979-83 figura entre as principais, enfraquecendo o setor, que não resistiu, anos depois (1986), à praga do bicudo (MEDEIROS; DINIZ, 2005).

Cada um desses episódios ocorreu em contextos políticos muito distintos no que se refere a intervenção do Estado no Semiárido. No século XVIII, o Estado central (metrópole portuguesa), incapaz de se fazer presente nos sertões nordestinos, era ausente. Depositava o poder na mão dos grupos econômicos locais em troca de apoio político (BURSZTYN, 1990). No século XIX, o governo imperial realiza as primeiras iniciativas de intervenção mais direta do Estado na região. Em 1856, já havia uma preocupação incipiente do Império com a questão das secas da região, manifestada pelo envio de uma comissão técnica. Esta propõe desde a introdução de camelos argelinos em substituição aos cavalos e bois, até

construção de açudes, estradas e ferrovias. Mas nenhuma dessas propostas resultaram em ações concretas (ANDRADE, 1986; FILHO, 2006).

Até meados do século XIX, a seca não tinha os contornos de problema e de flagelo como seria posteriormente conhecida. A baixa densidade de produtores familiares - que habitavam e trabalhavam nas grandes fazendas de gado e realizavam a agricultura de subsistência - encontrava na estrutura paternalista do fazendeiro e na diversidade de microambientes disponibilizada pela amplitude de terras (que aumentava as chances de encontrar terras mais úmidas, como alto de serras, baixios e vales) formas de lidar com eventos extremos de seca. Contudo, as transformações representadas pela Lei de Terras de 1850, e a expansão da indústria algodoeira sob moldes capitalistas, rompem com este sistema de produção e reduz as rotinas adaptativas que tradicionalmente os sertanejos e suas famílias costumavam acessar (MAGALHÃES, 2006).

A *Grande Seca* de 1877-79 evidencia esse novo contexto. Nesta, 100 mil retirantes do interior cearense deslocaram-se para a capital Fortaleza, que na época contava com apenas 27 mil habitantes (KENNY, 2002). Os retirantes ocuparam ruas e praças, em adensamentos humano precários chamados *abarracamentos*, nos quais, segundo relatos da época, observava-se miséria, fome, prostituição e até casos de antropofagia (NEVES, 1995). O ambiente propício a doenças levou a uma epidemia de varíola que chegou a matar, em um único dia, 1.000 pessoas na capital cearense. Soma-se a isto, a estimativa de 500 mil óbitos no Ceará devido a fome e doenças entre 1877-1880 (FILHO, 2006).

A magnitude das mazelas da seca 1877-79, explicitadas nas ruas e portas da capital da província do Ceará, trazem o fenômeno da seca para a pauta política e marca a sua institucionalização como um problema de Estado. A seca é então apropriada pelas elites para atrair recursos públicos - cooptados em esquemas de corrupção - e desviar a atenção das causas socioeconômicas subjacentes ao fenômeno (NEVES, 2006). Configuram-se, assim, as bases do que seria posteriormente chamada de *indústria da seca*. Datam da seca de 1877-79 as primeiras frentes de serviço, na qual o auxílio do Estado é vinculado ao emprego dos retirantes em obras de infraestrutura (DUARTE, 2000). Desta período, data também o início da política de *açudagem*, com o início da construção do reservatório de Cedro, em 1884, o qual foi terminado apenas em 1924 (MARENGO, 2008)

Em 1909, é criada a IOCS (Inspetoria de Obras Contra a Seca), a primeira instituição federal de atuação no Nordeste e precursora do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra a Seca) (DNOCS, 2013²³). A Inspetoria ficou encarregada de fazer estudos geológicos, hidrológicos, botânicos e mineralógicos que servissem de referência para realização de obras hidráulicas, como açudes e represas, assim como projetos de

²³ http://www.dnocs.gov.br/php/comunicacao/registros.php?f_registro=2&f_ope=registro, acessado em 13 de março de 2013

infraestrutura, tais quais estradas e ferrovias (ROCHA, 2008). Contudo, as obras eram pontuais e descontínuas, geralmente em resposta aos eventos de seca (FILHO, 2006). Ademais, concentraram-se em áreas privadas das elites rurais locais, apartando os pequenos produtores dos benefícios diretos, ou vinculado o acesso à água ao pernicioso ciclo paternalistas que reforçava a estrutura social clientelista típica da história do Semiárido (ANDRADE, 1986).

A invasão de Fortaleza pelos retirantes repetiu-se nas secas de 1889 e 1900. Tendo em vista a experiência das secas anteriores, o governo do Ceará cria, na seca de 1915, o campo de concentração do Alagadiço, uma estratégia que se tornaria comum nas secas seguintes. O campo de concentração do Alagadiço tinha por objetivo reunir os *flagelados* que chegavam de todos os cantos do Ceará em um único local, em vez dos dispersos *abarracamentos* que incomodavam os moradores de Fortaleza. Os retirantes, confinados, eram vigiados pela polícia. Lá recebiam a “caridade” e o “socorro” do governo e da sociedade civil até que as chuvas chegassem, quando eram dispersados novamente para o interior (NEVES, 1995). Este cenário é muito bem retratado por Raquel de Queiroz em seu clássico *O Quinze*, na figura do retirante Chico Bento e sua família, que migram do interior do estado para Fortaleza e são abrigados no campo do Alagadiço.

Quando transpôs o portão do campo (...) respirou mais aliviada (...) Através da cerca de arame, apareciam-lhe os ranchos disseminados ao acaso. Até a miséria tem fantasias e criara ali os gêneros de habitação mais bizarros (Queiroz, 1993, p. 57).

As transformações institucionais promovida pela revolução de 1930, que pôs fim a República Velha, reverberou no modelo de intervenção do Estado em anos de seca. Na Grande Seca de 1932, em vez da ação difusa e liderada pelas elites locais, o aparato institucional foi centralizado em agências e órgãos federais, como o *Ministério da Viação e Interventoria* e a IFOCS (Inspetoria Federal de Obras contra a Seca, sucessora do IOCS). No Ceará, um Departamento de Secas foi criado de forma provisória pelo governo estadual (NEVES, 2001). Os campos de concentração foram retomados em 1932, desta vez em número maior: dois em Fortaleza e cinco no interior (estrategicamente localizados nas principais fontes de retirantes e vias de acesso para a capital). O maior deles, Burity - localizado no município do Crato - reuniu uma população de 60 mil retirantes (Tabela 1). Esta foi a forma encontrada para evitar o influxo de dezenas de milhares de pessoas para Fortaleza (KENNY, 2002).

Tabela 1 - Os sete campos de concentração cearenses criados pelo governo durante a Grande Seca de 1932.

Municípios (Campo de Concentração)	Máximo de retirantes abrigados (número)
Fortaleza (Otávio Bonfim e Urubú)	5.500
Quixeramobim	5.000
Cariús	32.000
Crato (Burity)	60.000
Ipú	7.000
Senador Pompeu (Patú)	20.000

Fonte: Neves, 1995

A associação entre serviço e auxílio governamental, já presente nas secas anteriores, foi ampliada e sistematizado pelo Governo Vargas. A localização dos campos foi pensada segundo a logística da oferta de trabalho. O campo de Ipú, com cerca de 7 mil pessoas, foi estabelecido próximo a construção de uma ferrovia; o campo de Patú, abrigando 20 mil pessoas em seu auge, é levantado adjacente as obras do açude homônimo. Os campos eram cercados, vigiados pela polícia e seguiam uma disciplina hierárquica e de higienização muito rígida e estranha aos hábitos do sertanejo, que tiveram dificuldade de adaptação (NEVES, 1995). Cada um dos campos reunia, em 1932, populações maiores que a de qualquer município do Ceará, a exceção da capital Fortaleza.

Os campos de concentração ainda foram política de Estado durante a seca de 1942, quando, além de abrigarem os retirantes, foram utilizados para recrutar homens para o *exército da borracha*, cujo contingente foi enganado por falsas promessas ou mesmo alistados à revelia e enviados para a Amazônia como “soldados” de guerra. O fronte de combate eram o trabalho nos seringais. Incontáveis morreram de malária e outras doenças. Fruto de acordos entre Brasil e EUA, o objetivo era, por um lado, atender interesses estadunidenses: suprir a demanda de borracha dos aliados, cujo fornecimento havia sido interrompido pela conquista dos polos produtores da Malásia pelos japoneses durante os primeiros anos da Segunda Guerra Mundial. Por outro lado, atendia a interesses brasileiros: promover a ocupação da Amazônia, aos moldes da marcha para Oeste que a gestão Vargas fomentava no Planalto Central (VILLAS-BÔAS; VILLAS-BÔAS, 2012). O pós-guerra revelou para o mundo o holocausto judeu e de outras minorias dentro dos campos de concentração nazistas, tornando os campos cearenses estratégias governamentais politicamente insustentáveis nas secas do pós-guerra (NEVES, 1995).

O modelo de intervenção do Estado durante as secas nordestinas que ocorreram entre 1877 e 1942 é comumente chamada de *fase hidráulica* (FILHO, 2006; ROCHA, 2008). Neste período, consolidam-se duas ideias fundamentais. Primeiro, que o retirante é um flagelado, vítima do fatalismo do clima e do fatalismo divino. Segundo, que a seca é um problema de natureza climática, que deve ser combatido por meio de obras hídricas.

Ao mesmo tempo, estrutura-se um sistema paternalista Estatal, discriminatório em suas entrelinhas e fundado em políticas emergenciais que associavam auxílio e emprego a

obras públicas, cujos benefícios atendiam majoritariamente a interesses privados e/ou eram cooptados em esquemas de corrupção. Andrade (1986) descreve os comerciantes, políticos e grandes proprietários que se beneficiam neste contexto de *industriais da seca*. E a indústria da seca só sobreviveu e prosperou porque deslocou a reflexão das causas sociais e históricas do problema ao enfatizar a gênese na irregularidade pluviométrica (NEVES, 2006).

2.3.2 O Estado desenvolvimentista

A partir da década de 1950, há uma guinada importante na forma como o Estado pensa o Nordeste e, conseqüentemente, na forma – pelo menos no discurso de intenções – como lida com a seca. Transita-se do convencional foco hidráulico para uma abordagem desenvolvimentista. Pela primeira vez, reconhecia-se que as causas subjacentes à miséria, à fome e às migrações possuem na estrutura socioeconômica suas causas últimas (ANDRADE, 1986).

A criação do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), em 1954, é a primeira iniciativa nesse sentido. Em seguida, a criação da SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste), em 1958, dá início a uma fase de políticas modernizantes. Durante as décadas de 1960 e 1970, estas que irão fomentar polos e complexos agroindustriais (POLONORDESTE) com o objetivo de integrar o Nordeste à economia nacional (ANDRADE, 1986; ROCHA, 2008). A premissa explícita era: uma economia menos dependente da agricultura seria menos vulnerável ao clima errático (MAGALHÃES, 2006). O Estado gerencia a expansão, a organização e a estruturação do espaço por meio de instituições, como a CODEVASF (Companhia do Vale do São Francisco e do Parnaíba), DNOCS (Departamento Nacional das Obras Contra a Seca), SUDENE e CHESF (Companhia Elétrica do São Francisco) (SAMPAIO, 2006).

Na agricultura, dá-se o incentivo a sistemas de alta produtividade, como o polos de irrigação no vale do São Francisco (Petrolina-Juazeiro), café no Agreste e soja nas áreas de cerrado do Piauí e do Maranhão (ROCHA, 2008). Os cultivos de subsistência, como milho, feijão e milho, perdem áreas frente a expansão da fruticultura e outras culturas não tradicionais. O Estado intervencionista buscou dirigir a modernização por meio do sistema de crédito, cooperativismo e extensão rural vinculados a pacotes tecnológicos estranhos a produção rural familiar (BURSZTYN, 1984). Não há dúvidas que houve surtos de desenvolvimento econômico e prosperidade nas regiões onde estas iniciativas se desenrolaram (GOMES, 2006). Porém, esses espaços, criados para reduzir a fome e a pobreza, intensificaram as desigualdades entre aqueles que tinham acesso as

oportunidades e os que ficavam à margem (SAMPAIO, 2006). Isso implica que as cenas de fome, sede e migrações continuaram ocorrendo pelos sertões nordestinos.

A partir do final da década de 1970, programas emergenciais, coordenados pela SUDENE, foram implementados, tendo como carro chefe as *frentes* emergenciais, uma continuidade da lógica de associar trabalho e auxílio governamental em tempos de seca (IICA, 1995). A inovação destas frentes consistia no fomento de obras locais, dentro dos estabelecimentos nos municípios afetados, e não na captação da mão de obra em centros de concentração dos retirantes (PADOLFI, 1987). Dentre os objetivos desta estratégia, era manter os produtores em seus municípios de origem e evitar as onda de retirantes para os grandes centro urbanos, tão comuns em secas pretéritas. As frentes de emergência chegaram a empregar 460 mil e 660 mil trabalhadores apenas em 1979 e 1980, respectivamente, os primeiros dois anos do quinquênio de seca prolongada (1979-1983) (CAVALCANTI, 1986).

As frentes de emergência se repetiram na seca de 1993 (Programa de Frentes Produtivas de Trabalho) e na seca de 1998 (Programa Emergencial de Frentes Produtivas), contemplando 1,9 milhão e 700 mil trabalhadores, respectivamente. Elas foram aprimoradas em relação ao modelo de frentes adotado nas duas décadas anteriores. Nestas últimas, evidências no favorecimento de agentes privados com as obras levaram primeiro a prioridade (seca de 1993) e, depois, a obrigatoriedade, dos serviços serem em obras públicas (seca de 1998) (DUARTE, 2000). Inovou-se também no modelo de gestão, passando-se para *Comissões Municipais* as deliberações e fiscalização sobre as prioridades e andamento das obras (IICA, 1995). Os tipos de trabalho foram diversificados para além daquelas relacionadas à infraestrutura viária e hídrica rural, incluindo no seu portfólio benfeitorias rurais e urbanas. Ao mesmo tempo, houve distribuição governamental de cestas básicas e *Programas de Capacitação de Jovens e Adultos*, assim como frentes produtivas especiais (ecológicas e culturais) foram instituídos, em 1998, como parte do *Programa Federal de Combate à Seca*. Apesar de avanços importantes, as frentes emergenciais apresentaram limitações e problemas na sua execução. O imenso contingente de pessoas que buscavam nas frentes de trabalho e emergência apoio em anos de seca é o próprio testemunho do fracasso do modelo hidráulico e desenvolvimentista para solucionar os impactos humanos às secas no Semiárido brasileiro.

O número de produtores que se alistavam nas frentes emergenciais entre 1970 e 2000 mostra que pouco mudou ao longo das décadas. Nesse período, o espírito desenvolvimentista, embalado pela revolução verde, levou a projetos que buscavam modernizar o “pequeno produtor” sertanejo e retirá-lo da condição de elevada vulnerabilidade, como o Projeto Sertanejo e o Projeto Nordeste (década de 1970 e 1980, respectivamente). Tiveram baixíssima efetividade. Os fracassos tem, entre suas raízes, o

fato dos projetos ignorarem um dos vetores centrais da vulnerabilidade da produção rural familiar: a exclusão fundiária (ANDRADE, 1986; CAVALCANTI, 1986). Este fato é corroborado pelos dados de alistamento nas frentes de trabalho desde 1979, nos quais o pequeno proprietário e o produtor sem terra foram os mais impactados em anos de seca (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados sobre população afetada e inscrita nas frentes de trabalho nos anos de 1970, 1979, 1980, 1993 e 1998.

Ano de seca	Afetados (pessoas)	Inscritos nas frentes de trabalho (pessoas)	Inscritos que acusaram não possuírem terra (%)	Inscritos proprietários com áreas menores de 20ha (%)
1970	<i>sem informação</i>	<i>sem informação</i>	69,3	<i>sem informação</i>
1979	2.200.000	460.000	75,1	11,1
1980	3.300.000	661.000	63,3	22,9
1993	11.700.000	1.900.000	<i>sem informação</i>	<i>sem informação</i>
1998	<i>sem informação</i>	1.200.000	66,3	33,7

Fonte: Cavalcanti, 1986; Duarte, 2000

2.3.3 O Paradigma da convivência com o Semiárido: Estado e sociedade civil

A repetição periódica dos “flagelos” da seca evidenciam uma estrutura de vulnerabilidade praticamente inalterada durante os mais de 100 anos de intervenções do Estado. Os bilhões de contos, cruzeiros, cruzados e dólares em obras hidráulicas e ações emergenciais entre 1877 e 1990 foram pequenos paliativos para o pequeno produtor marginalizado e grande fonte de lucros para a indústria da seca, que consolidou uma estrutura política-institucional para se beneficiar com os eventos de seca. As evidências de favorecimento privado nas obras das *frente de emergência* durante a seca de 1979-1984 expõem mais uma vez o ciclo pernicioso deste modelo (DUARTE, 2000).

Porém, foi durante as décadas de 1970 e de 1980 que uma ainda incipiente ideia de convivência com o Semiárido emerge. Em documento conjunto, a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) e a EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural) lançam, em 1982, o documento *Convivência do Homem com o Semiárido* (SILVA, 2007). Nele, já estava presente a proposta de captação e armazenamento de água da chuva no estabelecimento do produtor rural familiar, proposta esta que depois seria um dos emblemas da convivência com o Semiárido.

A seca de 1992 dá novo impulso a construção do paradigma. A recorrência das mesmas mazelas, que se repetiram nas secas anteriores, evidenciam a imutabilidade do contexto de vulnerabilidade. É importante localizar esta seca em seu momento histórico: pós-redemocratização brasileira, surgimento do desenvolvimento sustentável como campo discursivo (no embalo da RIO 92) e o aparecimento de novos atores sociais e políticos (MAGALHÃES, 1998). A invasão da sede da SUDENE, em 1993, por produtores familiares em protesto contra a repetição dos efeitos da seca, levou a criação do *Fórum Nordeste*, um

marco importante no processo de desconstrução sócio-política do paradigma do *Combate à Seca* e a construção de um novo: *Convivência com o Semiárido* (DINIZ; PIRAUX, 2011).

Outro marco importante nesse processo, é a realização da ICID (Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sustentável em Regiões Semiáridas), em janeiro de 1992, em Fortaleza. A conferência tinha por objetivo fornecer subsídios para as negociações relativas às regiões Semiáridas durante a Rio 92, a qual ocorreu em junho do mesmo ano. Fruto direto desse processo é a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas no Combate a Desertificação e Efeitos da Seca (*UN Convention on Combating Desertification and the Effects of Droughts – UNCCD*), ratificada por 192 países em 1994, entrando em vigor a partir de 1996 (ICID, 2010²⁴). Cabe destacar aqui que o processo da *UNCCD* ocorre concomitantemente com a criação da Convenção Clima sobre Mudança do Clima (*UN Convention Framework on Climate Change – UNFCCC*). Apesar das deliberações internacionais sobre a seca em regiões Semiáridas desenvolver-se historicamente na convenção sobre desertificação, elas são de grande relevância para o debate que ocorre Convenção-Clima e *vice-versa*. Estas interconexões ficaram clara durante a 2ª ICID, realizada em Fortaleza, em 2010. Nela, vários dos painéis e mesas redondas traziam a mudança climática como tema.

Não menos importante é o lançamento do *Projeto Áridas*, resultado direto do ICID 1992. O projeto é desenvolvido pela cooperação entre entidades governamentais e não-governamentais, produzindo, nos anos seguintes, 50 relatórios técnicos sobre o Nordeste dentro da perspectiva do desenvolvimento sustentável (FGEB, 2013²⁵). Sua concepção tem por premissas a reestruturação fundiária e a pesquisa e experimentação de alternativas de convivência sustentável no Semiárido (SILVA, 2007). Durante o fórum da sociedade civil, que ocorreu em 1999, em paralelo à 3ª Conferência das Partes da *UNCCD*, é criada a ASA (Articulação do Semiárido) e é lançada a Declaração do Semiárido. Aquela organiza as entidades não-governamentais que virão a desempenhar, na década de 2000, papel central na implementação de tecnologias sociais adaptativas ao clima no interior do Nordeste. Já esta, é uma série de considerações sobre o modelo de convivência com o Semiárido, dentre as quais encontra-se a proposta que foi, mais tarde, contemplada pelo Programa 1 milhão de cisternas (P1MC) (ASA, 2013a).

A partir início da década de 2000, o Governo começa a dar mais espaço em sua agenda à proposta de convivência com o Semiárido. O Programa *Sertão Cidadão* é lançado em 2001/2002, contemplando a disseminação de tecnologias “apropriadas” para o Semiárido e sob o discurso do DS (SILVA, 2007).

²⁴ <http://www.icid18.org/?locale=pt&m=conteudo&a=history>, acessado em 28 de março de 2013

²⁵ http://esquel.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=92, acessado em 28 de março de 2013

Todavia, foi o P1MC a porta de entrada para a institucionalização da *convivência com o Semiárido* na ação governamental. Em 1999, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) anuncia que iria apoiar a mobilização social inicial, debates, demonstração e elaboração do programa, mas sem financiar a sua execução. Coube a Agência Nacional de Águas (ANA) financiar as primeiras 12 mil cisternas do programa. Áreas críticas, afetadas pela seca, foram priorizadas e os recursos vieram das sobras do fundo que a agência tinha para aplicar, ironicamente, no *combate à seca* (DINIZ; PIRAUX, 2011). Apesar de ainda não ser execução, o apoio da ANA serviu para consolidar a engenharia do P1MC e divulgar a ideia (DINIZ, 2007). Na gestão seguinte, o Programa é instituído no âmbito do Programa Sede Zero, vinculado diretamente ao Fome Zero. Seu objetivo era construir 1 milhão de cisternas no Semiárido, das quais cerca de 420 mil já haviam sido implementadas em janeiro de 2013 (ASA, 2013b).

O P1MC influenciou o conjunto de políticas de convivência com o Semiárido que viria depois. Segundo Diniz & Piraux (2011), o programa constitui uma experiência institucional nova no Brasil: gestão compartilhada entre sociedade civil e governo na gestão, concepção, execução dos projetos, baseados na parceria público-privada, descentralização, emancipação política e mobilização social. Uma OSCIP (Organização da Sociedade Civil de Interesse Público) foi criada para realizar a gestão central do programa e coordenar a descentralização por meio de 48 unidades gestoras, distribuídas pelos estados do Semiárido. Posteriormente, em 2007, surge no âmbito da ASA, o Programa 2 águas, 1 terra (P1 + 2), expandindo a ideia do P1MC para a captação de água da chuva para a produção por meio de cisternas-calçadão (52 mil litros), barragens subterrâneas, tanques de pedra e bombas de água populares (ASA, 2013c).

No âmbito governamental, outras ações também são relevantes. Em 2003, é implementado o Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Semiárido (*Programa Conviver*), sob a coordenação do Ministério da Integração em parcerias com outros órgãos federais, regionais e estaduais. O Programa foi pensando segundo um recorte territorial e incorporado aos Planos Plurianuais (PPA) desde 2004 (PPA 2004-2007; PPA 2008-2011; PPA 2012-2015), estabelecendo como diretriz:

A diminuição das vulnerabilidades socioeconômicas dos espaços regionais com maior incidência de secas, a partir de ações que levem à dinamização da economia da região e ao fortalecimento da base social do Semiárido, organizando a sociedade civil e promovendo a coordenação e a cooperação entre os atores locais” (BRASIL, 2009, p. 14).

O *Programa Conviver* contempla uma série de ações relevantes para a convivência com o Semiárido, tais quais: Garantia Safra e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA); recursos para manejo e captação e armazenagem de água; investimento no cultivo de forrageiras e manejo da caatinga; cartão alimentação; assistência técnica e extensão rural

para o convívio com o Semiárido (SILVA, 2007). O impacto destes programas puderam ser verificados em campo e serão discutidos nos capítulos de resultados e discussão.

2.3.4 Desenvolvimento territorial e institucionalização da produção familiar rural: para além do clima

A perspectiva territorial do Programa Conviver faz parte de uma abordagem regional do desenvolvimento, que se inicia na década de 1990 e é ampliado no planejamento político a partir de 2003 (SABOURIN, 2007). Nessa linha, em 2003, foi lançado o Programa de Desenvolvimento Sustentável de Territórios Rurais (PDSTR), cujo objetivo consistia em fomentar o desenvolvimento regional integrado - baseado principalmente em investimentos de infraestrutura - por meio da ação transversal entre órgãos governamentais nas três esferas do Estado (município, estado e União) e em parceria com a sociedade civil, tendo por foco a agricultura familiar (SABOURIN, 2007). Dos 126 territórios rurais contemplados entre 2003 e 2007, cerca de 30% (40) encontrava-se no Semiárido brasileiro.

Em 2008, o PDSTR foi sucedido pelo Programa Territórios da Cidadania, cujo objetivo era “*promover o desenvolvimento e universalizar programas básicos de cidadania por meio de uma estratégia de desenvolvimento território sustentável.*” (Portal da Cidadania, 2013a). Dos 120 territórios que o compunha em março de 2013, encontra-se o Território do Cariri e do Sertão de São Francisco, ambos abrangidos por esta pesquisa. As ações e temas relacionados ao rural vão além da agropecuária familiar, apesar de perpassá-la (PORTAL DA CIDADANIA, 2013b).

Não menos importante, é a institucionalização da agricultura familiar, a partir de 1990, em um aparato político-institucional que fornece um marco legal e instrumentos financeiros e políticos para, a princípio, criar sistemas familiares menos vulneráveis ao clima, mesmo que este não seja o objetivo primário ou explícito. Na esteira desse processo, destacam-se a criação do *Programa Nacional da Agricultura Familiar* (PRONAF), em 1995, e a promulgação da *Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais* (Lei 11.326 de 24 de junho de 2006). De relevância também é a sanção presidencial da *Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural para a Agricultura Familiar e Reforma Agrária* - PNATER e do *Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural na Agricultura Familiar e na Reforma Agrária* – PRONATER (Lei 12.188, de 11 de janeiro de 2010).

Somam-se a esta infraestrutura político-institucional, programas de transferência de renda, a aposentadoria rural (1971) e o bolsa família (e seus antecessores), assim como os de infraestrutura, primeiro com o *Luz no Campo* e, posteriormente, o *Luz para Todos*. Em conjunto, todas estas iniciativas tomadas nos últimos dez anos e, em especial, desde 2003, provocaram uma mudança profunda na zona rural brasileira e, de relevância para este

trabalho, do rural nordestino, que concentra 50% dos estabelecimentos familiares nacionais. Esta “revolução”, em seu sentido de transformação, foi observada em campo. Antigas instituições, como o coronelismo, entram em colapso, enquanto outras sofreram um forte impacto, como o clientelismo e paternalismos locais, apesar de ainda sobreviverem pontualmente. Todavia, ainda não está claro se esta “revolução” – que trouxe pontos positivos para a queda da vulnerabilidade climática rural – será interessante dentro da perspectiva do DS e em longo-prazo.

2.3.5 Velhos problemas, novas agendas: convergindo DS, adaptação à mudança climática e convivência com Semiárido

As agendas do DS, da adaptação à mudança climática e da convivência com o semiárido surgem em um mesmo momento histórico, com motivações, provocações e perspectivas comuns em suas raízes. A perspectiva do DS inspirou e foi absorvida na agenda climática e de convivência com o Semiárido, presente entre as diretrizes de ambas. Apesar das particularidades e autonomia de cada uma das três agendas, a sinergia e o potencial de convergência entre elas é muito grande, o que pode trazer benefícios mútuos, tanto científico, quanto político.

O *DS*, como campo discursivo, cria um espaço de interlocução comum para negociação de anseios, desejos e objetivos sociais e coletivos, muitas vezes antagônicos. A noção de DS aponta uma direção, explicita lacunas, mas não traça o caminho. Ele é suficientemente vago para ser um consenso político o que, antes de ser uma deficiência, talvez seja a sua maior virtude. Do ponto de vista científico e político, o DS estrutura um arcabouço de raciocínio que rompe com abordagens reducionistas, unidimensionais, setoriais e disciplinares, permitindo um olhar sobre a realidade como ela é: complexa. Porém, a amplitude discursiva e a fragmentação do mundo em dimensões torna a operacionalização do arcabouço bastante limitada.

É neste contexto que a agenda da mudança climática pode contribuir. Primeiro, ao problematizar o DS frente a uma questão prática e clara: o risco de uma mudança ambiental global que pode ser quantificada. Contribui também ao fornecer um arcabouço teórico-conceitual mais funcional do ponto de vista político por meio das duas principais abordagens: ciência da vulnerabilidade e da resiliência. Ambas são uma releitura dos quatro pilares da sustentabilidade em um formato mais operativo e palatável a intervenção política (vide capítulo 1). Apesar de não ser exclusiva da pesquisa em mudança climática, é nessa que as abordagens vem intensificando o diálogo e sendo fonte de reflexão para o que vem sendo chamada de ciência da sustentabilidade. Tanto a agenda do DS quanto da Mudança Climática são construídas de cima para baixo, ou seja, surgem, primeiro como uma questão

global e científica, antes de descerem à sociedade civil e agendas políticas nacionais e subnacionais.

Já a *convivência com o Semiárido* é uma agenda que seguiu o caminho inverso. Em vez de originar-se na acadêmica ou na política internacional, emerge diretamente dos movimentos sociais de base, a partir dos quais ascende a níveis de decisão mais amplos e a esfera científica. Cabe destacar que já existiam um debate científico, porém foi na mobilização social que o paradigma da convivência com o Semiárido ganha forma e força como uma crítica ao paradigma do combate à seca.

O emprego dos termos *Convivência* e *Semiárido* é por, si só, simbólico. *Convivência* rompe com a ideia de luta contra o clima, subentendido até então como algoz histórico, a causa das mazelas sociais. Em vez do embate, a convivência; em vez de vítimas e flagelados, sujeitos. O segundo termo, *Semiárido*, também tem grande significação: a convivência não é com um fenômeno: a seca, flagelo periódico que atinge a região. A convivência é com um contexto ambiental permanente, caracterizado não só por uma grande variabilidade climática e eventos extremos de déficit hídrico, mas também por um conjunto de outras condições naturais, como solo e vegetação, e socioeconômicas (concentração fundiária, desequilíbrio no acesso à água etc). Implicitamente, esse reconhecimento leva a repensar o modelo de desenvolvimento capaz de prosperar neste contexto ambiental.

Estas interconexões não são novidades e devem ser enfatizadas sempre que possível, de forma que as agendas não disputem recursos e atenção política, mas, ao contrário, que possam somar forças e atuar, sempre que possível, de forma complementar e sinérgica (Figura 14).

Agendas



Figura 14 Convergência das agendas políticas e epistêmicas do DS, adaptação à Mudança Climática, Convivência com o Semiárido e do Combate à Desertificação e aos Efeitos da Seca
Fonte: elaborado pelo autor

2.3.6 Considerações Finais

Independente de suas origens políticas e científicas, as quatro agendas discutidas acima são novas reinterpretações para velhos problemas e, portanto, tem grande potencial de convergência. O DS quebra paradigmas e cria um novo espaço discursivo que viabiliza a participação e negociação entre diferentes perspectivas. A adaptação à mudança climática e o combate à desertificação estabelecem referências de risco, problemáticas, para guiarem à ação e reunir esforços políticos e financeiros. Ademais, a agenda da adaptação também é palco para reflexões de um arcabouço teórico operativo (vulnerabilidade e resiliência) para a intervenção política. Por fim, o paradigma da *convivência com o Semiárido* é a própria síntese das três agendas anteriores, aplicada a um contexto muito particular do Brasil e com características político-institucional próprias: experimentalismo político de governança, na qual Governo e sociedade civil compartilham a gestão; pautas pensadas e implementadas a partir de anseios coletivos; descentralização da gestão; emergência identidades específicas: resistência (ao paradigma do combate à seca e à modernização econômica); intervenção por meio de projetos; negociação.

PARTE II – TRAJETO (OU RESULTADOS E DISCUSSÃO)-

3. METODOLOGIA DA PARTE II: RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma a compreender como os produtores rurais familiares são afetados e respondem ao clima e seus efeitos adversos, dois estudos de caso no Semiárido brasileiro foram utilizados. O primeiro, na Bahia, é composto de quatro municípios (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá), nas proximidades da represa Sobradinho. O segundo estudo de caso, no Ceará, é composto, essencialmente, de um município, Salitre, apesar de informações colhidas em municípios vizinhos terem sido agregadas na análise qualitativa.

3.1 METODOLOGIAS PARTICIPATIVA E ESPECIALISTA

A metodologia adotada combina duas abordagens: a abordagem especialista e a abordagem participativa. A primeira²⁶ consiste na análise de uma realidade a partir do conhecimento *a priori* do pesquisador sobre ela. Para tal, ele pode usar a sua própria experiência no assunto e banco de dados secundários disponíveis para refletir uma realidade. Contudo, empregada isoladamente, a abordagem especialista aliena as comunidades locais do processo de pesquisa e falha em captar fatores relevantes localmente (FRASER *et al*, 2006). Por sua vez, os métodos participativos²⁷ partem da compreensão da realidade local por meio da interação e diálogo com os atores envolvidos diretamente na construção dessa realidade, permitindo identificar processos socioeconômicos e ambientais particulares em cada contexto. Na pesquisa sobre a dimensão humana da mudança climática, as abordagens participativas são fundamentais, uma vez que tanto a vulnerabilidade quanto a adaptação são condições e processos local-específicos.

Aqui, cabe uma ressalva quanto ao emprego do termo *participativo*, visto que é empregado em outros campos da ciência e tomada de decisão. Em processos políticos, *participativo* é apropriado por *caronas* discursivos para legitimar tomadas decisões com “*estampa*” de democráticas, assim como se adequar às práticas da “boa governança”, quando, na realidade, grande parte é uma participação elitizada, nas quais a opinião da maior parte dos interessados não é considerada nas deliberações (FONSECA; BURSZTYN, 2008). No campo científico, metodologias participativas são associadas à pesquisa que envolve os atores locais na produção do conhecimento e busca algum tipo de intervenção na realidade estudada (BARBIER, 1996).

Apesar de reconhecer o risco do emprego do termo participativo criar expectativas não atendidas nos próximos capítulos, optou-se pelo termo *participativo* de forma a sintonizar o presente trabalho à literatura especializada (RONCOLI, 2006; FRASER *et al*, 2006; JONES;

²⁶ Também referida como abordagem “top-down” na literatura inglesa ou “descendente” em sua versão traduzida

²⁷ Também referida como abordagem “bottom-up” ou “ascendente” em sua versão traduzida

BOYD, 2001). Assim, é essencial definir o que entende-se por método participativo: envolvimento dos produtores rurais na pesquisa, sem que necessariamente a forma ou o nível de envolvimento sejam especificados (SCHMITZ; MOTA, 2010b). Os produtores e atores locais são a principal fonte de informação da pesquisa, não só de dados, mas também de percepções que foram mister na análise da vulnerabilidade e da adaptação. Apesar do objetivo da Tese não ter sido intervir na realidade, os seus resultados tem forte implicação para a tomada de decisão e pode ser eventualmente apropriada nas reflexões e deliberações dos produtores e atores institucionais.

Discutindo metodologias na pesquisa rural, SCHMITZ & MOTA (2010b) distinguem dois tipos de métodos participativos: orientados à ação e diagnósticos. O primeiro tipo diz respeito àqueles cuja participação do produtor na pesquisa visa produzir ações que interfiram na realidade agroprodutiva. Esta abordagem está, geralmente, associada à extensão rural. É o caso da Pesquisa-Desenvolvimento, Pesquisa-ação e Desenvolvimento Participativo de Tecnologias. Já os métodos diagnósticos consistem no levantamento de informações sobre uma dada realidade sem que necessariamente haja interferência (apesar de que, eventualmente, métodos orientados à ação se utilizem de métodos diagnósticos em alguma das etapas de pesquisa).

Feita esta distinção, este trabalho adota alguns elementos do método participativo Diagnóstico Rural Participativo (*DRP*), lançando mão de algumas de suas ferramentas (questionários, entrevistas semiestruturadas, entrevistas não-estruturadas) e métodos (observação direta, caminhada em transecto - *transect walk* - e triangulação). A vantagem do *DRP* é que ele permite o levantamento de grande quantidade de informação na escala comunitária em relativo curto espaço de tempo (RONCOLI, 2006). Esta escolha está em consonância com abordagens adotadas em pesquisas semelhantes identificadas na etapa da revisão sistemática da literatura (BELLON *et al*, 2011; CAVATASSI *et al*, 2011; CHAUDHARY *et al*, 2011; SÁNCHEZ-CORTÉS; CHAVERO, 2011; DILLON *et al*, 2011; FALCO *et al*, 2011; IBNOUF, 2011; JONES; BOYD, 2011; MANANDHAR *et al*, 2011; RAO *et al*, 2011).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA EMPÍRICA

A pesquisa empírica foi dividida em três etapas: pré-campo, campo e pós-campo. A fase pré-campo consiste nos preparativos necessários para ida a campo, tanto no que tange a logística, quanto no que se refere a caracterização preliminar do estudo de caso. A etapa campo foi dividida em três momentos: *Campo 1*, *Intercampos*, *Campo 2*, cada qual com suas particularidades. Por fim, a etapa pós-campo refere-se à organização e tratamento dos dados coletados, seguido da análise dos resultados (Quadro 4).

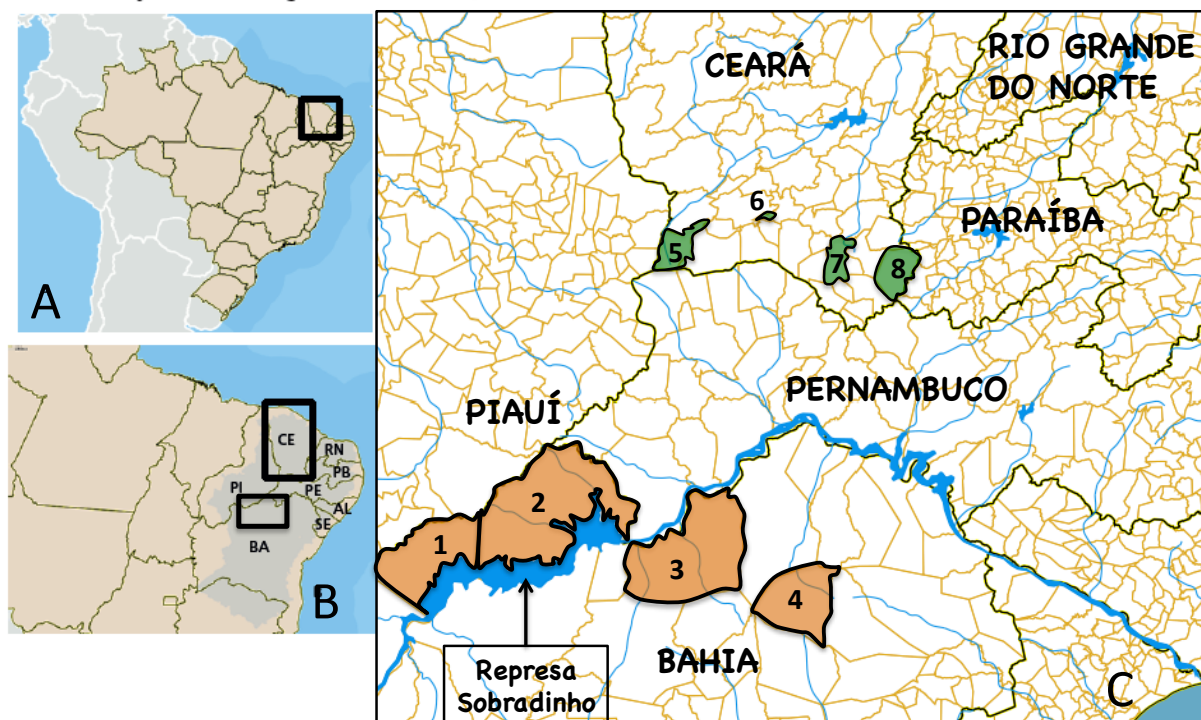
Etapas		Atividades
Pré-campo		<ul style="list-style-type: none"> - Levantamento de dados preliminares sobre os estudos de caso - Pré-seleção dos municípios - Organização da logística de campo (ex.: contato com atores chave)
Campo	Campo 1	<ul style="list-style-type: none"> - Visita aos municípios pré-selecionados - Entrevistas semiestruturadas institucionais - Identificação de atores-chave na região - Visita a estabelecimentos rurais familiares - Mapeamento de comunidades em potencial - Consolidação de contatos locais relevantes para Campo 2
	Intercampos	<ul style="list-style-type: none"> - Seleção definitiva dos municípios - Pré-seleção das comunidades a serem visitadas - Adequação do questionário à realidade do estudo de caso - Organização da logística para o Campo 2
	Campo 2	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicação dos questionários - Entrevistas semiestruturadas com atores institucionais
Pós-Campo		<ul style="list-style-type: none"> - Tabulação dos questionários no programa Sphinx - Transcrição das gravações - Tratamento estatístico - Análise

Quadro 4 - Etapas da pesquisa empírica utilizada em ambos os estudos de caso
Fonte: elaborado pelo autor

A seguir os instrumentos de coleta de dados primários e fontes de dados secundários, assim como os procedimentos metodológicos adotados são descritos em maiores detalhes.

3.3 SELEÇÃO DOS ESTUDOS DE CASO

As áreas de pesquisa foram selecionadas com base na sua relevância dentro do contexto do Semiárido e das regiões nas quais se localizam. Como referência os projetos utilizaram o recorte político dos Territórios da Cidadania, programa lançado pelo governo federal, em 2008, para promover o desenvolvimento territorial sustentável (Portal da Cidadania, 2013a). No Ceará, o Território do Cariri foi escolhido. Na Bahia, o Território do Sertão do São Francisco. Os municípios contidos em cada um destes territórios formam os universos iniciais, a partir dos quais houve uma seleção preliminar durante a etapa pré-campo e, por fim, a seleção definitiva após o primeiro campo. O número máximo de municípios por estudo de caso foi determinado pela capacidade de pesquisa (tamanho da equipe, tempo disponível e logística de campo). Em ambos os estudos, quatro municípios foram selecionados (Mapa 1).



Estudo Bahia (laranja): 1. Remanso 2. Casa Nova 3. Juazeiro 4. Uauá

Estudo Ceará (verde): 5. Salitre 6. Altaneira 7. Missão Velha 8. Mauriti

Mapa 1 - Localização dos municípios dos estudos de caso do Ceará (verde) e Bahia (laranja) no Brasil (A), no Semiárido (área cinzenta) (B) e nos respectivos estados (C)
 Fonte: elaborado pelo autor a partir da ferramenta do i3Geo, MMA

3.3.1 Estudo de caso Bahia – Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá

A cidade de Juazeiro compõem, junto com sua cidade irmã, Petrolina (PE), um dos principais polos de irrigação do Semiárido, destacando-se pela fruticultura de exportação. A região fica às margens de um dos principais rios brasileiros e principal do Nordeste: o São Francisco. No final da década de 1970, o rio foi represado na altura das corredeiras de Juazeiro, dando origem a um dos maiores lagos artificiais do mundo: o lago Sobradinho. Ao mesmo tempo, a região é um dos centros da caprinovinocultura no Brasil.

Este contexto ambiental e produtivo resulta em uma das áreas mais complexas e diversas do Semiárido no que tange à produção rural familiar. Por este motivo, o Território da Cidadania Sertão do São Francisco foi selecionado como estudo de caso. Os quatro municípios escolhidos dentro do território foram selecionados durante o Campo 1, a partir de informações fornecidas pelos atores institucionais, visitas *in loco*, e dados secundários. Os critérios utilizados tinham por objetivo obter o conjunto de municípios que melhor refletiam o mosaico de realidades locais (produtivas, ambientais e institucionais) (Quadro 5).

Município	Critérios de seleção dos municípios - Bahia
Remanso	- À montante da represa Sobradinho. - Apresenta a maior área de vazante entre os municípios à beira do lago - Congrega um contexto complexo de atividades (pecuária de sequeiro e vazante; agricultura de sequeiro e vazante; apicultura; pesca; beneficiamento de espécies nativas da caatinga)
Casa Nova	- À montante da represa Sobradinho - Abriga um exemplo bem sucedido de associativismo (fazenda Santarém) - Agrega produção familiar de vazante, sequeiro e irrigada
Juazeiro	- À jusante da represa Sobradinho - Abriga os perímetros irrigados da Codevasf - Distrito de Massaroca: exemplo de associação de fundo de pasto - Açude de Pinhões (Dnocs), na beira do qual se desenvolve produção familiar irrigada
Uauá	- 100% sequeiro (distante do rio São Francisco) - Cooperativa de beneficiamento de frutas da caatinga modelo no Semiárido - Polo caprinovinocultor

Quadro 5 - Critérios de seleção dos município no estudo de caso da Bahia
Fonte: elaborado pelo autor

3.3.2 Estudo de caso do Ceará – Salitre, Mauriti, Missão Velha e Altaneira

O Território do Cariri é composto por 27 municípios e abrange uma área de 15.225 Km². Possui uma população de cerca de 900 mil habitantes, metade da qual encontra-se na zona urbana de apenas três cidades: Juazeiro, Crato e Barbalha (cuja conurbação é conhecida como *CraJuBa*), os quais constituem o coração da região metropolitana do Cariri (Portal da Cidadania, 2013b).

Do ponto de vista ambiental, o Território fica em região peculiar do Semiárido. Muitos dos municípios que o compõem localizam parte de seus territórios nas terras altas e verdes da chapada do Araripe e a outra parte na depressão sertaneja xerófila que a circunda (ANDRADE, 1980). Essa topografia única é resultado da sucessão de processos geológicos ao longo de centenas de milhões de anos, resquício de uma ampla bacia sedimentar que ocupava o interior nordestino (ASSINE, 1992). As áreas no topo da bacia sedimentar são regiões mais úmidas, chamadas popularmente de *Serras*, e dominadas por vegetação densa, chamada carrasco, semelhante ao cerrado. Na porção leste da chapada do Araripe brotam centenas de fontes naturais de água mineral. As áreas de Serra são propícias para a mandiocultura, um dos principais motores econômicos dos municípios da porção oeste do Cariri. A bacia sedimentar fornece matéria prima para o principal polo gesseiro do país e, devido ao seu passado geológico, é considerada um dos principais sítios fossilíferos do Brasil. Já nas áreas da depressão sertaneja, de solos rasos, predominam milho, feijão e pecuária.

A seleção dos quatro municípios no estudo de caso do Cariri cearense seguiu uma metodologia distinta do aplicado a Bahia. O critério primário era ter, no universo de pesquisa, um representante de cada gradiente pluviométrico ou que tivesse apresentado tendência de mudança climática (Quadro 6), segundo análises climatológicas realizadas

pelo GT2 da sub-rede Mudança Climática e Desenvolvimento Regional da Rede Clima (FETTER *et al*, 2012a). Alguns municípios podiam ser abrangidos por mais de uma área homogênea. Um conjunto de 6 municípios foi pré-selecionado. Destes, 4 foram escolhidos após visitas *in loco* durante o Campo 1. Considerou-se ainda a análise de dados socioeconômicos, políticos, de infraestrutura agropecuária, obtidos junto aos atores institucionais locais e fontes secundárias. O impacto da seca de 2012 também foi utilizado como critério de escolha, dando preferência a aqueles municípios mencionados como mais afetados por atores institucionais durante o Campo 1 (Quadro 7).

Critérios climáticos (precipitação média)		Municípios pré-selecionados
Gradiente pluviométrico	606-736 mm	Salitre Araripe
	736-908 mm	Salitre Araripe Mauriti
	908-987 mm	Altaneira
	987-1053 mm	Abaiara Missão Velha
Tendência de queda nas chuvas	Área K	Mauriti

Quadro 6 - Aspectos climáticos que orientaram a seleção dos municípios do estudo de caso do Ceará. A área K foi a única das 13 áreas homogêneas identificadas que apresentou tendência na queda de chuvas dentro da série histórica considerada (1962-2010)

Fonte: Fetter *et al*, 2012a

Município	Critérios de seleção dos municípios – Ceará
Salitre	<ul style="list-style-type: none"> - Polo mandiocultor e apícola do Cariri cearense - Localização em dois gradientes de precipitação (606-736mm/736-908mm) - Mencionado como um dos municípios mais afetados pela seca de 2012 - Localizado no extremo oeste do Cariri cearense e com território tanto no topo de Serra quanto em áreas da depressão sertaneja
Altaneira	<ul style="list-style-type: none"> - Localização no gradiente de precipitação (908-987mm) - Facilidade dentro da logística de campo
Mauriti	<ul style="list-style-type: none"> - Polo produtor de milho e da pecuária leiteira - Abriga obras da transposição do São Francisco - Localizado na área homogênea K (única a mostrar tendência de queda das precipitações na série histórica considerada)
Missão Velha	<ul style="list-style-type: none"> - Polo produtor de pecuária leiteira - Localização no gradiente de precipitação (987-1.053mm) - Perpassado pelo rio Salgado - Abriga obras da ferrovia Transnordestina

Quadro 7 - Critérios de seleção dos município no estudo de caso do Ceará

Fonte: elaborado pelo autor

3.4 SELEÇÃO DA AMOSTRA

Uma vez selecionados os municípios, o passo seguinte foi estabelecer o tamanho do esforço de amostra em cada estudo de caso. No processo de delimitação da amostra, deve-se respeitar dois fatores: o tamanho da população e os fatores de enviesamento. Para tanto, a amostragem foi dividida nas seguintes etapas (Figura 15):



Figura 15 Organograma de etapas da construção da amostra
 Fonte: Elaborado por Flávio Eiró a pedido do autor

A etapa *população* corresponde à identificação do universo total. No caso, o total de estabelecimentos rurais familiares nos quatro municípios selecionados na Bahia e nos quatro municípios selecionados no Ceará segundo o último Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2006). Em seguida, foi realizado o cálculo para amostra representativa mínima, a qual seria usada como referência para a aplicação dos questionários junto aos produtores rurais, utilizando-se um software livre para o cálculo da amostra mínima (SANTOS, 2011). Estabeleceu-se 6% de margem de erro e 95% de nível de confiança, resultando em uma amostra mínima de 260 entrevistados para o estudo de caso da Bahia e 263 para o estudo de caso do Ceará (Tabela 3 e Tabela 4).

Tabela 3 - Distribuição dos estabelecimentos rurais familiares por município (Casa Nova, Juazeiro, Remanso, Uauá) e distribuição da amostra no estudo de caso da Bahia, considerando um erro amostral aceitável de 6% e nível de confiança 95%. Na última coluna são mostrados o número de questionários de fato aplicados.

	Estabelecimentos rurais familiares*	Porcentagem (%)	Nº entrevistas ideal	Nº entrevistas aplicado
Casa Nova	7.011	39%	103	58
Juazeiro	4.669	26%	68	48
Remanso	3.307	18%	48	59
Uauá	2.944	16%	43	85
Total	17.937	100%	263	250

Fonte: elaborado pelo autor com base no Censo Agropecuário IBGE, 2006

Tabela 4 - Distribuição dos estabelecimentos rurais familiares por municípios (Mauriti, Missão Velha, Salitre, Altaneira) e distribuição da amostra no estudo de caso do Ceará, considerando um erro amostral aceitável de 6% e nível de confiança 95%. Na última coluna são mostrados o número de questionários de fato aplicados.

	Estabelecimentos rurais familiares*	Porcentagem (%)	Nº entrevistas ideal	Nº entrevistas aplicadas
Missão Velha	3.468	39%	101	101
Mauriti	3.114	35%	91	92
Salitre	1.909	21%	55	38
Altaneira	501	6%	16	19
Total	8.992	100%	260	250

Fonte: elaborado pelo autor com base no Censo Agropecuário IBGE, 2006

O próximo passo foi a estratificação da amostra por município. Em uma amostra ideal, toda população deve ter a mesma chance de ser sorteada, garantindo assim a representatividade estatística. Na impossibilidade de alcance de algumas áreas dos municípios por acesso e distâncias, e visto o caráter exploratório da pesquisa - no qual interessa mais aprofundar em diferentes tipologias agroprodutivas familiares - optou-se pela estratificação de acordo com o tamanho dos municípios. Segundo essa abordagem, aquele município que detém o maior número de estabelecimentos rurais familiares na população mantém a mesma proporção na amostra mínima (Tabela 3 e Tabela 4)

Observa-se que no estudo de caso da Bahia, a quantidade de questionários ideal e aplicada teve uma correspondência menor do que o estudo de caso do Ceará, no qual a correspondência foi elevada, a exceção de Salitre. Isto se deve a imprevistos e limitações na execução do campo.

Na etapa seguinte da construção da amostra, *seleção das comunidades* (Figura 15), buscou-se incluir aquelas que representassem a diversidade agroprodutiva dos municípios. Para tal, durante o Campo 1, os atores institucionais entrevistados foram questionados sobre as tipologias agroprodutivas presentes em seus municípios, assim como requisitados a darem sugestões de comunidades representativas desses contextos. As informações foram cruzadas e, então, gerada uma lista de potenciais comunidades a serem visitadas no Campo 2. Destas, algumas foram escolhidas para aplicação dos questionários junto aos produtores familiares. A seleção foi feita com base em critérios específicos, de modo que o esforço amostral abrangesse o máximo possível da diversidade agroprodutiva dos municípios (Quadro 8).

Critérios	Variações	
	Ceará	Bahia
Agrombiente	Serra, chapada e sertão	Sertão; margem do lago Sobradinho; margem de açude;
Tipologias de produção familiar	Agricultura; Pecuária; Apicultura	Agricultura; Pecuária; Apicultura
Impactos 2012	Mais e menos afetados pela estiagem 2012	<i>Não se aplica</i>
Ações/políticas públicas	Brasil sem miséria, PAA, PNAE, projeto biodiesel, ausência de políticas etc	PAA, PNAE, ausência de políticas etc
Fonte da água na produção	Sequeiro, irrigação	Sequeiro, perímetros irrigados, vazante
Situação Fundiária	Assentamentos de reforma agrária; assentamento de quilombolas; ocupantes	Assentamentos de reforma agrária; perímetros de irrigação; fundos de pasto; ocupantes
Citações nas entrevistas institucionais	Número de vezes que foi mencionado pelos atores institucionais	Número de vezes que foi mencionado pelos atores institucionais

Quadro 8 - Critérios utilizados na seleção das comunidades a serem visitadas
Fonte: elaborado pelo autor

Por fim, na última etapa da amostragem, *escolha das propriedades a serem visitadas*, a estratégia era pular duas casas a cada estabelecimento entrevistado. Contudo, muitas vezes isso não foi possível, visto que frequentemente as distâncias entre as casas eram grandes ou porque os produtores não se encontravam em casa. Quando isso era recorrente em uma comunidade, as entrevistas eram feitas nas casas nas quais se encontravam pessoas disponíveis a responderem os questionários.

3.5 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS PRIMÁRIOS E FONTES SECUNDÁRIAS

A base de dados que alimentou a pesquisa é composta de dados primários coletados em campo por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas e banco de dados secundários, obtidos em órgãos estatísticos oficiais, secretarias municipais e Emateres ou disponibilizados em relatórios do grupo de pesquisa da sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional da Rede Clima (Quadro 9).

Natureza dos dados	Fonte dos dados/Instrumentos de coleta
Primários	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Questionários (produtores) ✓ Entrevistas não-estruturadas (<i>produtores, lideranças</i>) ✓ Entrevistas semiestruturadas (<i>instituições, lideranças</i>)
Secundários	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sites oficiais (MDA; MDS; MMA; MI; EMBRAPA; INPE; INMET; ANA; FUNCEME) ✓ Secretarias municipais/ órgãos estaduais ✓ Censo Agropecuário IBGE 2006; ✓ Censo Demográfico IBGE 2010; ✓ IPEA data

Quadro 9 - Fontes secundárias e instrumentos de coleta de dados primários utilizados na pesquisa
Fonte: elaborado pelo autor

3.5.1 Dados secundários

Os dados secundários utilizados têm por fonte o Censo Agropecuário Brasileiro de 2006 e o Censo Demográfico Brasileiro de 2010, realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estes serviram na caracterização demográfica e da produção rural familiar na escala municipal. Eles estão disponíveis gratuitamente no portal do SIDRA²⁸ (Sistema IBGE de Recuperação Automática). Sempre que pertinente, o banco de dados disponibilizado no IPEA data²⁹ (Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas) foi utilizado para complementar eventuais informações socioeconômicas e produtivas não disponíveis na base do SIDRA.

As secretarias municipais de agricultura e de saúde, assim como instituições estaduais, como as Empresas de assistência técnica (Emateres) e Agências de Sanidade

²⁸ <http://www.sidra.ibge.gov.br>

²⁹ <http://www.ipeadata.gov.br>

Animal, e sites de ministérios relacionados à produção rural familiar, também forneceram, em alguns casos, informações e estatísticas que foram, eventualmente, usadas na pesquisa.

Quanto aos dados meteorológicos, séries históricas curtas e pontuais foram obtidas no site da Embrapa Semiárido (estudo de caso da Bahia) e no site da FUNCEME (estudo de caso do Ceará). Estas serviram para análises simples de anomalia de chuvas, relevantes em alguma das discussões empreendidas. Análises climáticas, mais complexas e regionais, foram disponibilizadas pelo Grupo de Trabalho 2 da sub-rede *Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional*, ao qual o autor é especialmente grato. O GT utilizou o banco de dados de precipitações diárias de estações meteorológicas fornecido pela ANA (Agência Nacional de Águas). A partir deste banco, produziram-se mapas de zonas climáticas homogêneas (método de Ward), análises de extremos climáticos (Índice Padronizado de Precipitação – SPI) e análises de tendências nas precipitações para o período (método Mann-Kendall) (Quadro 10). Para maiores informações sobre os dados climatológicos vide Fetter *et al* (2012a; 2012b). Os resultados foram fundamentais na seleção do estudo de caso e na caracterização do atributo exposição da vulnerabilidade.

Região analisada	Número de estações	Série histórica
Cariri cearense	267	1963-2010
Submédio baiano	377	1963-2010

Quadro 10 - Número de estações meteorológicas e série histórica utilizada pelo GT 2 nas análises climáticas empreendidas

Fonte: Fetter *et al*, 2012a; 2012b

3.5.2 Instrumento de coleta de dados primários: questionários e entrevistas qualitativas

Os dados primários foram levantados durante as visitas de campo por meio de: **(i)** questionário aplicado junto aos produtores familiares; **(ii)** um roteiro de entrevista semiestruturadas com atores institucionais-chave em nível municipal e de comunidade; **(iii)** entrevistas não-estruturadas com produtores familiares e outros atores envolvidos nas cadeias produtivas e estrutura institucional de apoio à produção rural familiar

Questionário

O *questionário* foi aprimorado ao longo de 7 campos realizados entre julho de 2010 e janeiro de 2013. No primeiro campo, realizado no Pará, em 2010, um questionário piloto foi utilizado, construído a partir da expertise dos pesquisadores. Outros dois campos foram realizados em outras regiões da Amazônia (Mato Grosso e Acre) no mesmo ano, durante os quais o questionário foi sendo aprimorado a partir das experiências dos campos anteriores e objetivos da pesquisa. O campo da Bahia foi o quarto campo da série e o primeiro realizado no Semiárido. Neste, foi adotada uma estratégia distinta: dividir o campo em dois (Campo 1 e Campo 2), com um intervalo de um mês entre eles (*Intercampos*). A partir das informações

colhidas no Campo 1, o questionário aplicado na Amazônia foi adaptado à realidade do Semiárido.

Esta mesma estratégia foi aplicada nos dois campos seguintes, nas regiões de Gilbués (PI) e Seridó (RN). O questionário recebeu, então, mais alguns ajustes. Por fim, no campo do Ceará, ele foi novamente aprimorado após 3 semanas de Campo 1, realizado em novembro de 2012, e aplicado junto aos produtores, em janeiro de 2013.

Portanto, os questionários aplicados no estudo de caso da Bahia e no do Ceará são ligeiramente distintos, apesar de estarem em continuidade e apresentarem a mesma essência. A parte majoritária das questões apresenta correspondência, permitindo comparações, com a ressalva de que algumas perguntas foram reformuladas para facilitar a aplicação (*vide* Apêndice A e B). As principais diferenças são o número de questões e algumas informações extras no questionário do Ceará para captar o impacto da seca de 2012 (Quadro 11).

	Bahia	Ceará
Nº de questões	163	240
Informações comuns	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterização do produtor e atividades agropecuárias - Sensibilidades e adaptações agropecuárias à variabilidade climática - Caracterização socioeconômica do estabelecimento e família - Acesso a políticas públicas - Percepção climática 	
Informações específicas		<ul style="list-style-type: none"> - Segurança alimentar - Impactos da seca de 2012

Quadro 11 - Comparação entre os questionários aplicados no estudo de caso do Ceará e no da Bahia
Fonte: elaborado pelo autor

Entrevistas semiestruturadas

As entrevistas semiestruturadas foram aplicadas junto aos atores institucionais-chave da governança da produção rural familiar. Consistem em um roteiro de perguntas-base que guiou as entrevistas (Apêndice C). O objetivo era obter um panorama geral da produção familiar municipal, mapear as principais políticas públicas destinadas ao setor e o papel da instituição na governança adaptativa. No caso do Ceará, buscou-se também compreender os impactos da seca de 2012 e as respostas institucionais a ela. Neste estudo, também foi apresentado um termo de livre-consentimento aos entrevistados, nos quais eles declaravam que foram informados adequadamente dos objetivos da pesquisa e registravam a forma como gostariam de ser identificados na pesquisa, caso fosse necessário (Apêndice D). Apesar da grande maioria ter consentido que seus nomes fossem mencionados, optou-se por identificá-los, quando pertinente, apenas com o cargo que ocupam na instituição. Aqueles que não quiseram ser identificados, permanecem anônimos no texto, sendo referidos de forma genérica, como “*um extensionista no estudo de caso da Bahia afirmou...*” ou “*um secretário de agricultura no estudo do Ceará relatou...*”

Entrevistas não-estruturadas

As entrevistas não-estruturadas consistiram em dezenas de conversas informais seguindo questões gerais, mas que se desenrolavam livremente de acordo com o rumo dado pelos entrevistados. Essa foi uma fonte valiosa de informações, visto que os entrevistados expressavam aspectos que, de outro modo, não seriam captados pelos instrumentos mais estruturados de coleta de dados. Algumas das entrevistas e questionários tiveram o áudio registrado, totalizando 50 horas e 20 minutos que foram escutados novamente após retorno de campo. Não foi feita transcrição, mas todas as entrevistas gravadas foram reunidas em sínteses temáticas. Em Salitre, também foram gravados 70 minutos de vídeos curtos com os relatos de produtores familiares sobre os efeitos adversos da seca de 2012 e outras informações relevantes para a pesquisa. Os registros em áudio e vídeo foram fundamentais para revisar as falas e captar informações que passaram despercebidas nas anotações de campo, questionários e conversas informais.

3.6 COLETA DOS DADOS PRIMÁRIOS

3.6.1 Aplicação dos questionários

Os questionários foram aplicados individualmente com cada produtor, sempre em seu estabelecimento, por uma equipe que variou de tamanho e composição entre os estudos de caso. Na Bahia, reuniu-se uma equipe de nove pessoas, sendo que quatro pesquisadores da UNEB (Universidade Estadual da Bahia), dois da UFCA (Universidade Federal do Cariri), um da UEFS (Universidade Estadual de Feira de Santana) e dois da UnB. No Ceará, uma equipe de 20 pessoas, entre pesquisadores da UFCA e UnB se revezaram na aplicação dos questionários. O autor esteve presente em ambos estudos de caso, auxiliando na coordenação das equipes em campo. Tanto na Bahia como no Ceará, foi realizado um treinamento antes do Campo 2, de modo que as equipes se familiarizassem com o questionário, assim como para que a metodologia de aplicação fosse padronizada entre os pesquisadores.

Abordagem do produtor

Na abordagem do produtor adotou-se os seguintes procedimentos. Primeiro, o entrevistador se identificava e em seguida realizava uma breve apresentação do projeto de pesquisa e do propósito do questionário. Ao final da introdução, o produtor era questionado se havia alguma pergunta sobre o projeto e indagado se poderia participar da pesquisa. Antes de começar as perguntas, o entrevistador informava que, se o produtor não se sentisse à vontade, ele não era obrigado a responder ao questionário ou a perguntas específicas. Se concordava em participar, o questionário era aplicado. O índice de recusa foi

insignificante. A aplicação do questionário durava em média 45 min, variando de acordo com o entrevistador, entrevistado e complexidade do estabelecimentos e atividades agropecuárias, podendo levar mais de 1h ou ser finalizado em apenas 30 minutos.

Possíveis vieses

Os pesquisadores foram orientados a aplicar os questionários prioritariamente aos chefes de família, que eram, em sua maioria, homens. Apenas naquelas comunidades em que as casas eram muito distantes entre si e/ou houve dificuldade em encontrar produtores em casa, abriu-se a possibilidade das esposas ou de outra pessoa envolvida nas atividades agropecuárias responderem a pergunta. Esta estratégia foi adotada para obter o máximo de informação sobre o cotidiano produtivo, informações essas que as esposas ou filhos nem sempre dominam em sua totalidade (Tabela 5).

Tabela 5 - Frequência de entrevistados homens e mulheres nas amostras da Bahia (n=250) e Ceará (Salitre) (n=38)

Estudo de caso	Homens	Mulheres
Bahia	70%	30%
Ceará (Salitre)	77%	23%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Isso ficou muito claro ao longo dos campos. As esposas, na maioria dos casos, desconhecem alguns detalhes do funcionamento do estabelecimento, especialmente no que se refere a informações numéricas, como área, tamanho dos rebanhos, produtividade, produção anual, custos etc. Também são desconfiadas e se sentem pouco à vontade em fornecer informações sobre o estabelecimento sem a presença do marido, não raro dando respostas vagas e estimadas. Em contrapartida, são mais comunicativas e dão respostas mais detalhadas sobre assuntos domésticos (ex.: segurança alimentar). Acredita-se que essa diferença de papéis entre os gêneros, ainda muito forte no Semiárido, possa ser fonte de vieses. Essa hipótese pode ser verificada durante algumas entrevistas nas quais a esposa estava presente. Em algumas questões nas quais o chefe do estabelecimento dava respostas curtas, elas completavam com uma riqueza de informações que muitas vezes mudavam a opção marcada. A preferência pelos chefes de família foi uma forma de reduzir vieses na qualidade das respostas quanto aos sistemas produtivos, sendo a exclusão feminina não objetivo da pesquisa, mas consequência da estrutura social rural. Quando o estabelecimento era chefiado por uma mulher (o que é raro, mas foi observado), esta era a entrevistada prioritária.

A desconfiança do produtor em relação ao entrevistador é outra fonte de viés. Por um lado, há vários casos de estelionato na zona rural, na qual pessoas abusam da boa fé da população rural sertaneja para aplicar golpes ou se apropriar de informações para fins escusos. Alguns dos entrevistados mostraram-se desconfiados e evidentemente davam respostas erradas ou vagas, logo identificadas em outras perguntas do questionário ou no

final da aplicação, quando estavam mais à vontade. Há também desconfiança de que o entrevistador seja um agente governamental ou que as informações coletadas sejam usadas por órgãos de fiscalização ambiental (ex.: IBAMA) ou de natureza fiscais, de forma que a informação dada possa ser usada contra o produtor. Apresentar-se como estudante ou da universidade logo no início da entrevista mostrou-se a estratégia mais eficaz.

O risco desse viés foi confirmado por um coordenador do IBGE e alguns dos entrevistados, que relataram uma tendência dos produtores subestimarem alguns números e omitirem práticas degradantes ao meio ambiente. Para contornar esse viés, os pesquisadores foram orientados a não serem tão formais e sistemáticos na aplicação dos questionários e a dedicarem os primeiros cinco minutos para se apresentar ao produtor de forma mais descontraída, buscando criar um ambiente mais leve para aplicação do questionário. Foram orientados também a não pedirem o nome completo do produtor e explicitar que os dados são de uso exclusivo da pesquisa, na qual é garantida o anonimato.

Há também o viés do próprio entrevistador, tanto na aplicação do questionário, quanto na interpretação da resposta. Apesar do treinamento antes do Campo 2 buscar padronizar a aplicação e tirar dúvidas, cada entrevistador apropria-se de uma forma muito própria do questionário. Diferença na experiência pessoal, conhecimento sobre a realidade da produção rural familiar, habilidades de comunicação etc, interferem nas respostas marcadas nos questionários. Buscou-se contornar esse viés formando duplas durante a aplicação dos primeiros questionários, sempre juntando um pesquisador mais experiente com um novato ou menos experiente. Primeiro, este acompanha. Depois é acompanhado. Isso é repetido algumas vezes antes de liberar o pesquisador novato para aplicar sozinho os questionários. Os coordenadores de campo também eram orientados à checar os questionários no final de cada dia para identificar dificuldades ou falhas mais graves no preenchimento, de forma a reorientar a aplicação.

3.6.2 Aplicação das entrevistas institucionais

O primeiro passo ao chegar aos municípios, era procurar algumas instituições-chave (governamentais e não-governamentais): secretaria municipal de agricultura, sindicato dos trabalhadores rurais, Emater e, quando presente, Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e ONGs. Estas instituições forneciam um bom panorama da produção rural familiar do município e indicavam novos contatos e instituições de relevância local, assim como sugeriam comunidades a serem visitadas. Instituições de abrangência regional também foram entrevistadas. Um total de 52 atores institucionais foram entrevistados no conjunto do estudo de caso da Bahia e Ceará (Quadro 12)

Instituição	Número de atores	Municípios onde ocorreu a entrevista
Emater	6	Remanso (BA); Juazeiro (BA); Uauá (BA); Salitre (BA); Mauriti (BA); Araripe (CE)
Técnicos agrícolas privados	2	Juazeiro (BA)
Embrapa	6	Petrolina (PE)
Defesa civil municipal	3	Salitre (CE); Araripe (CE); Casa Nova (BA)
Secretaria municipal de obras	1	Salitre (CE)
Secretaria de agricultura	5	Salitre (CE); Araripe (CE); Remanso (BA); Casa Nova (BA); Juazeiro (BA)
BNB	4	Campos Sales (CE); Juazeiro (BA)
ONG	4	Ouricuri (PE); Araripina (PE); Juazeiro (BA); Remanso (BA)
Cooperativas de agricultores	2	Casa Nova (BA); Uauá (BA)
Colônia de pescadores	2	Casa Nova (BA); Remanso (BA)
Dono de casa de farinha	4	Salitre (CE)
Dono de curtume	1	Remanso (BA)
Conab	1	Juazeiro do Norte (CE)
PAA	1	Salitre (CE)
Codevasf	1	Juazeiro (BA)
Cogerh	1	Crato (CE)
CPT	1	Juazeiro (BA)
Fundação ESQUEL	1	Brasília (DF)
IBGE	1	Remanso (BA)
STR	3	Remanso (BA); Uauá (BA); Salitre (BA)
Universidade	2	Petrolina (PE); Juazeiro (BA)
Total	52	-

Quadro 12 - Lista de instituições e número de atores entrevistados por instituição nos estudos de caso da Bahia e Ceará. **EMATER**: Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural; **Embrapa**: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **BNB**: Banco do Nordeste do Brasil; **Conab**: Companhia Nacional de Abastecimento; **Codevasf**: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba; **Cogerh**: Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará; **STR**: Sindicato dos Trabalhadores Rurais
Fonte: elaborado pelo autor

3.6.3 Observação e vivências de campo

Como estratégia de campo, o autor buscou vivenciar o dia-a-dia do produtor familiar e das instituições envolvidas com a adaptação do setor. Realizou vivências de campo, na qual pernitoou na casa de produtores familiares, acompanhando as atividades do estabelecimento, como plantio, cuidado dos animais, e visitas guiadas aos sistemas produtivos. Acompanhou também a distribuição de material para construção de cisternas e distribuição de água pelos pipas do exército, assim como o trabalho de agentes de extensão rural das ONGs. Como método qualitativo, adaptou-se o método *caminho em transecto* (*transect walk*), o qual percorria as *carroçais* (estradas de terra) da zona rural durante um turno do dia (manhã ou tarde). Ao longo do percurso, anotações quanto à paisagem eram empreendidas e entrevistas não-estruturadas com produtores familiares realizadas.

3.7 PÓS-CAMPO: ANÁLISE DOS DADOS

3.7.1 Análise quantitativa: questionários ³⁰

Os questionários forneceram a base para a análise quantitativa da Tese. A pesquisa foi exploratória e não tem a ambição de generalizar suas observações para todo o conjunto de produtores rurais familiares da região onde foi realizada, muito menos para o Semiárido como um todo. Como o próprio título da Tese explicita, o Semiárido comporta um conjunto muito diverso de Semiáridos que precisam ser compreendidos em suas particularidades. Portanto, os resultados dizem respeito apenas às realidades visitadas.

Para o tratamento e análise estatísticas, foi montada uma base de dados no software SPHINX IQ. Uma máscara foi construída no software para cada um dos estudos de caso. Na Bahia, a máscara contém 186 variáveis e na do Ceará, 548 variáveis. Cada um dos questionários foi tabulado nessas máscaras para que tratamentos estatísticos e analíticos fossem realizados. O tratamento estatístico foi descritivo, lançando mão de médias e participação relativas ao total da amostra para caracterizar as respostas, sem que correlações entre parâmetros e variáveis fossem estatisticamente estabelecidas. Todos os entrevistados permanecerão anônimos.

Ao final deste processo, duas amostras foram constituídas. A primeira, a amostra da Bahia, é composta pelos questionários aplicados nos quatro municípios (Quadro 13). Já no estudo de caso do Ceará, apenas os questionários aplicados no município de Salitre foram considerados na amostra quantitativa. Os questionários aplicados nos outros três municípios (Missão Velha, Mauriti e Altaneira) foram excluídos, uma vez que até a finalização deste trabalho, o processo e tabulação ainda estava em andamento.

Amostra	Municípios	Número de comunidades	Número de questionários
Amostra Bahia	Remanso, Casa Nova, Uauá, Juazeiro	24	250
Amostra Ceará	Salitre	12	38

Quadro 13 - Amostras quantitativas da Bahia e Ceará
Fonte: elaborado pelo autor

Cabe destacar que, durante as análises, a amostra de questionários utilizada frequentemente será menor que o total apresentado no quadro 13. Isso ocorre em duas situações. A primeira, quando a análise é feita em uma sub-amostra da amostra total. Por exemplo, ao discutir a adoção de uma determinada estratégia adaptativa na alimentação do gado, apenas a sub-amostra de produtores que realiza pecuária será considerada. A segunda situação é quando uma determinada variável do questionário apresenta um grande número de respostas não-válidas (ex.: em branco, mais de uma opção marcada em questões fechadas que só permitiam uma resposta etc), devido a falhas no preenchimento

³⁰ Nesta etapa da pesquisa, o autor contou com a valiosa ajuda da colega Stephanie Nasuti

do questionário ou durante a tabulação. Nesses casos, as respostas não-válidas são excluídas e a amostra alvo da análise estatística é feita considerando as respostas válidas. Nesses casos, o tamanho da amostra considerada na estatística será indicada por meio da letra *n* seguido do número de respostas válidas (ex.: *n*=180).

3.7.2 Análise qualitativa

As entrevistas semiestruturadas e não-estruturadas forneceram dados qualitativos essenciais à Tese. As entrevistas realizadas junto aos atores institucionais-chave permitiram sistematizar as políticas voltadas para a produção rural familiar e compreender o papel das instituições formais na implementação das mesmas. As informações recebidas dos atores institucionais também foram usadas para caracterizar a produção familiar rural no município, complementando os dados obtidos nos questionários. As entrevistas institucionais contaram com uma base de municípios mais ampla do que a pesquisa quantitativa (*vide* Quadro 12). Outra fonte fundamental de informação para a análise qualitativa foi as centenas de entrevistas *não-estruturadas* realizadas junto a produtores e outros autores envolvidos nas atividades agropecuárias familiares.

Por fim, foram identificadas 64 estratégias adaptativas executadas pelos produtores rurais familiares para lidar com os distúrbios climáticos. Estas estratégias foram classificadas segundo tipologias adaptativas, seguindo o método de análise categorial (GUERRA, 2006), no qual as adaptações foram desconstruídas analiticamente e reagrupados em categorias (ou tipos) de acordo com características comuns. Algumas das categorias foram adaptadas de trabalhos da literatura (BRYANT *et al*, 2000; SMIT *et al*, 2000; SMIT; SKINNER, 2002; SMITHERS; SMIT, 1997), enquanto outras foram criadas tendo em vista às especificidades do processo adaptativo no Semiárido (*vide* capítulo 8).

3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A METODOLOGIA

A pesquisa da Tese envolveu metodologias quantitativas e qualitativas, apoiadas por um conjunto de instrumentos de coleta de dados e métodos. A pesquisa quantitativa concentra-se em quatro municípios da Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro, Uauá) e um no Ceará (Salitre), totalizando 288 questionários. A pesquisa qualitativa institucional abrange estes municípios e outros visitados ao longo dos estudos de caso. Por fim, observações e vivências do autor no contexto da produção rural familiar nestes municípios do Semiárido - e em alguns municípios da Amazônia - complementam o conjunto de dados utilizados na Tese e que serão apontados, pontualmente, nos resultados e discussões (Figura 16). Portanto, o universo estudado cobre uma ampla variedade de realidades da produção rural familiar e

regiões brasileiras, com ênfase no Semiárido, totalizando 17 municípios e cerca de três meses de campo entre julho de 2010 e fevereiro de 2013.

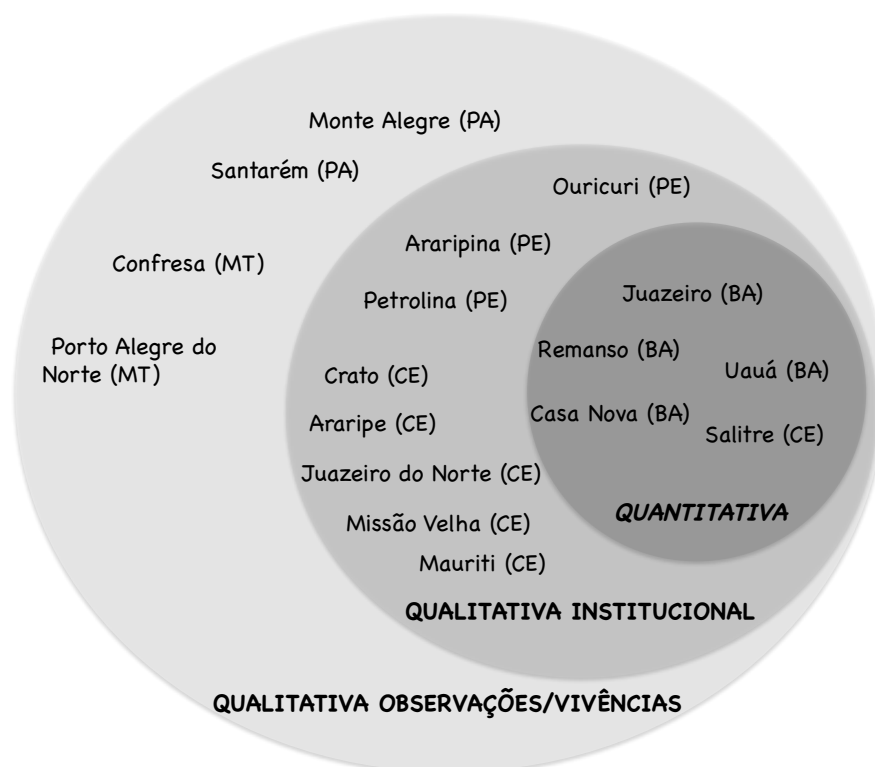


Figura 16 Universo dos 17 municípios pesquisados, entre 2010 e 2013, segundo o tipo de informação fornecida para as análises realizadas na Tese.

Fonte: elaborado pelo autor

Nos próximos capítulos (Resultados e Discussão) essa base de informações é utilizada. A parte majoritária das análises referem-se aos municípios incluídos na pesquisa quantitativa e, sempre que pertinente, informações colhidas nos demais municípios e regiões são agregadas.

4. EXPOSIÇÃO CLIMÁTICA: CONSIDERAÇÕES SOBRE VARIABILIDADE CLIMÁTICA, SECAS E PERCEPÇÃO DO CLIMA EM SALITRE³¹³²

O semiárido possui precipitação média inferior a 800 mm/ano e taxas de evaporação variando entre 1.000mm e 4.000mm por ano. Devido à proximidade com o equador, a região possui alta insolação (média 2.800h/ano), temperaturas médias elevadas (variando entre 23°C e 27°C) e baixa amplitude térmica (INMET, 2013). A estação chuvosa tem duração média de três meses, concentrando-se nos meses de verão³³ (dezembro, janeiro e fevereiro). Os padrões anuais e sazonais de pluviosidade caracterizam-se por sua irregularidade, nos quais anos com precipitações bem acima da média intercalam com outros bem abaixo (NOBRE; MELO, 2001; MOURA *et al*, 2007).

Mesmo em anos de precipitação próxima à normal, o padrão intra-anual da distribuição das chuvas resulta em estresse hídrico significativo para os sistemas humanos e agrícolas. Por exemplo, quando as chuvas são bem distribuídas ao longo da quadrante chuvosa, o escoamento superficial é pequeno, comprometendo a recarga dos reservatórios superficiais (e.g. açudes, barreiros) e, conseqüentemente, a disponibilidade de água durante a estação seca. O outro extremo ocorre quando as chuvas são concentradas em poucos episódios intensos, intercalados com longos períodos sem chuvas, comprometendo assim a produção agrícola, mesmo em anos nos quais a precipitação é próxima da média (MOURA *et al*, 2007).

Historicamente, o semiárido nordestino é assolado por secas cíclicas, as quais, eventualmente, são muito severas, trazendo impactos substanciais aos sistemas rurais, como perda de animais e lavouras. A grande seca de 1877-79, por exemplo, exterminou cerca de 90% do rebanho bovino do Semiárido e dizimou a indústria de algodão, após quase três décadas de forte expansão do cultivar³⁴ (MARENGO, 2008). Cunha (1979), a partir de relatos antigos do século XVIII e XIX, identificou intervalos variando de 9 a 12 anos entre secas severas, sugerindo uma correlação com os ciclos solares. Marengo (2008) apresenta um quadro-síntese das principais secas entre 1700-2000, agregando relatos históricos aos registros meteorológicos do século XX, cujas informações permitiram um monitoramento mais refinado dos episódios de seca (Tabela 6).

³¹ Optou-se por concentrar a discussão deste capítulo no estudo de caso de Salitre (CE). Todavia, os dados do campo da Bahia estão disponíveis e, em uma avaliação preliminar, apontam para tendências e percepções muito semelhantes às observadas para Salitre

³² Parte deste capítulo foi publicado em LINDOSO, D. P.; ROCHA J. D.; DERBOTOLI, N. I.; PARENTE, I. I. C.; EIRÓ, F. BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO S. "Climate Change and Vulnerability to Drought in the Semiarid: The Case of Smallholder Farmers in the Brazilian Northeast". In **Climate Change in Brazil: Economic, Social and Regulatory Aspects**, Brasília, IPEA, 2011 pp. 235–256.

³³ A quadrante chuvosa, apesar de ocorrer nos meses de verão e início do outono, é popularmente chamada de *inverno* pelos produtores familiares, enquanto a estação seca, apesar de ocorrer nos meses de inverno e primavera austral, é popularmente conhecida como *verão*.

³⁴ Durante a guerra civil norte-americana, o Brasil ocupou o espaço dos EUA no mercado internacional de algodão, fornecendo grande parte da matéria prima para o grande polo industrial da época: Inglaterra.

Tabela 6 - Principais relatos e registros de secas severas que assolaram o Semiárido nordestino nos últimos três séculos. Para os séculos XVIII e XIX foram usadas como referências as datas fornecidas por Marengo e Cunha. As datas de Cunha que se distinguem de Marengo estão entre parênteses. Para o século XX foram usados apenas dados fornecidos por Marengo (2008).

Principais relatos/registros de grandes secas no Semiárido nordestino		
Século XVIII	Século XIX	Século XX
1710-1711	1809 (08) -1810 (09)	1903-1904
1723-1724 (27)	1824-1825	-
1736-1737	1830 (35)-1833 (37)	1932-33
1744-1746 (45)	1845 (1844-1845)	1941-44
-	-	1951-53
1777 (76)* - 1777(78)*	1877-1879	1979-1983/1986-1987
-	-	1991-1993/1997-1998

Fonte: Marengo, 2008; Cunha, 1979

Todavia, seca é um termo amplo, que comporta diferentes conceituações, dependendo da perspectiva adotada. Do ponto de vista meteorológico, uma grande seca é caracterizada pela acentuada redução da precipitação anual (abaixo de 50% das normais pluviométricas) (MAGALHÃES; GLANTZ, 1992). Já da perspectiva agrícola, uma má distribuição das precipitações durante épocas críticas do desenvolvimento dos cultivares e crescimento das forrageiras pode representar um evento de seca agroprodutiva. Fala-se em *seca verde* quando ocorre intensos episódios de chuvas intercalados por longos intervalos de estiagem (conhecidos como veranicos) durante a quadra chuvosa (MARENGO, 2008). Neste casos, a caatinga fica verde, porém a disponibilidade de água para a agricultura é deficitária (MOURA *et al*, 2007).

Os produtores rurais familiares do semiárido são especialmente sensíveis a estes eventos, uma vez que seus sistemas são majoritariamente de sequeiro e, portanto, dependentes das chuvas no seu desenvolvimento. Dessa forma, em última análise, as secas meteorológica e agrícola levam à insegurança hídrica e alimentar humana. Estima-se, por exemplo, que a grande seca de 1877-79 foi responsável pela morte de cerca de 500 mil pessoas no nordeste, das quais 40% ocorreram no Ceará (VILLA, 2000). Outras secas igualmente devastadoras periodicamente trouxe estragos para o nordeste brasileiro ao longo do século XX. Contudo, como ver-se-á no próximo capítulo, um contexto adaptativo favorável pode amenizar os impactos humanos de eventos extremos do ponto de vista climático e agropecuário, de modo que não sejam compreendidos como secas extremas da perspectiva humana. Esta construção subjetiva da seca é tão importante quanto seu aspecto objetivo medido em anomalias em relação a normais climatológicas. Este trabalho sugere que é o caso da seca de 2012.

O presente capítulo trata do componente biofísico da vulnerabilidade, caracterizando os vetores de exposição climáticos aos quais os sistemas agropecuários familiares estão sujeitos. Em outras palavras, tem por objetivo responder *ao que o sistema é vulnerável*.

Para tal, conta com o auxílio de dados climatológicos fornecidos por órgãos oficiais (FUNCEME) e providos pelo trabalho desenvolvidos pelo GT 2 da sub-rede Mudança Climática e Desenvolvimento Regional (FETTER *et al*, 2012a). Adicionalmente, lança mão das entrevistas não-estruturadas, semiestruturadas e questionários para captar a percepção climática dos atores locais e, a partir das informações coletadas, identificar quais vetores são de fato relevantes para compreender a vulnerabilidade climática dos agroprodutores familiares. Os termos quadra chuvosa, quadra invernososa, estação das chuvas, estação chuvosa e inverno serão usados de forma alternada para se referir aos meses nos quais as precipitações se concentram (novembro-maio).

4.1 CLIMATOLOGIA DO ESTUDO DE CASO: DO CARIRI A SALITRE

Fetter *et al* (2012a) analisaram a climatologia do Cariri cearense considerando a série histórica de 48 anos (1963-2010). Neste esforço, os autores observaram que as chuvas concentram-se entre dezembro e maio. Em particular, destacam-se fevereiro, março e abril, meses nos quais as médias diárias de precipitação atingem os maiores valores (Gráfico 1). Eles também verificaram que, a semelhança do restante do nordeste, a região do Cariri é marcada por grande variabilidade interanual, sendo que os anos de 1989, 1974, 2004 e 1964 apresentaram as maiores médias diárias da série histórica, enquanto 1983, 1993, 1988, 1998 e 1982, as menores (Gráfico 2).

Fetter *et al* (2012a) também identificaram 13 Áreas Homogêneas (AH), cada qual caracterizada por um conjunto de estações meteorológicas que apresentaram precipitação e variabilidade pluviométrica similares. O resultado é mostrado na figura 17, a qual explicita o amplo gradiente pluviométrico que caracteriza o Cariri cearense. Em sua porção nordeste, próxima a divisa com a Paraíba, concentram-se as AH mais úmidas (L, J, G, M, I, H) com médias pluviométricas variando entre 900-1100 mm/ano. Na sua porção oeste, encontram-se AH mais áridas (A, C e D), com pluviometria variando entre 600mm/ano e 740mm/ano (Figura 17).

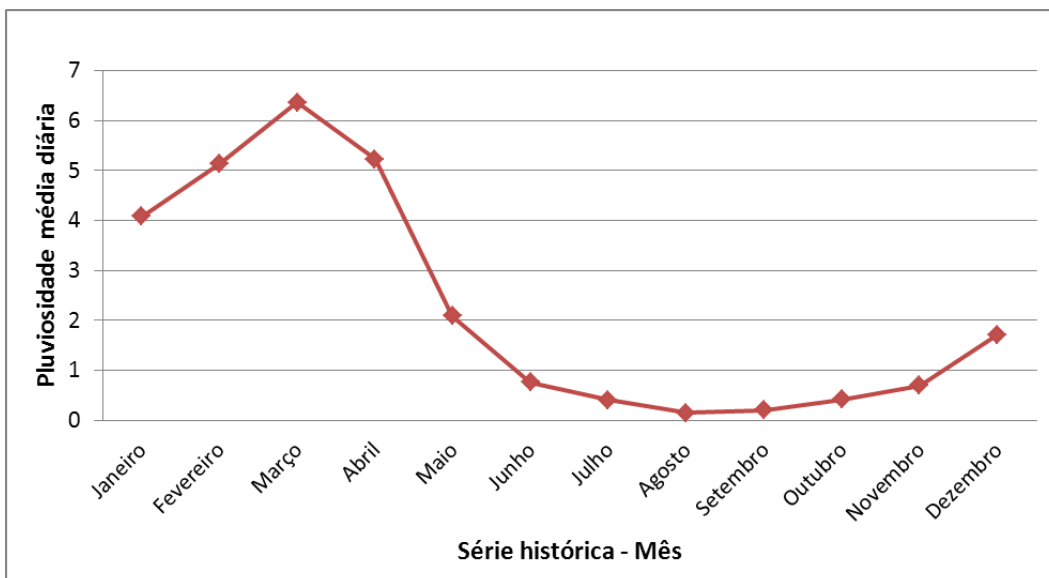


Gráfico 1- Pluviosidade média diária para os meses do ano na série histórica de 1963 a 2010 na área de estudo

Fonte: Fetter *et al*, 2012a

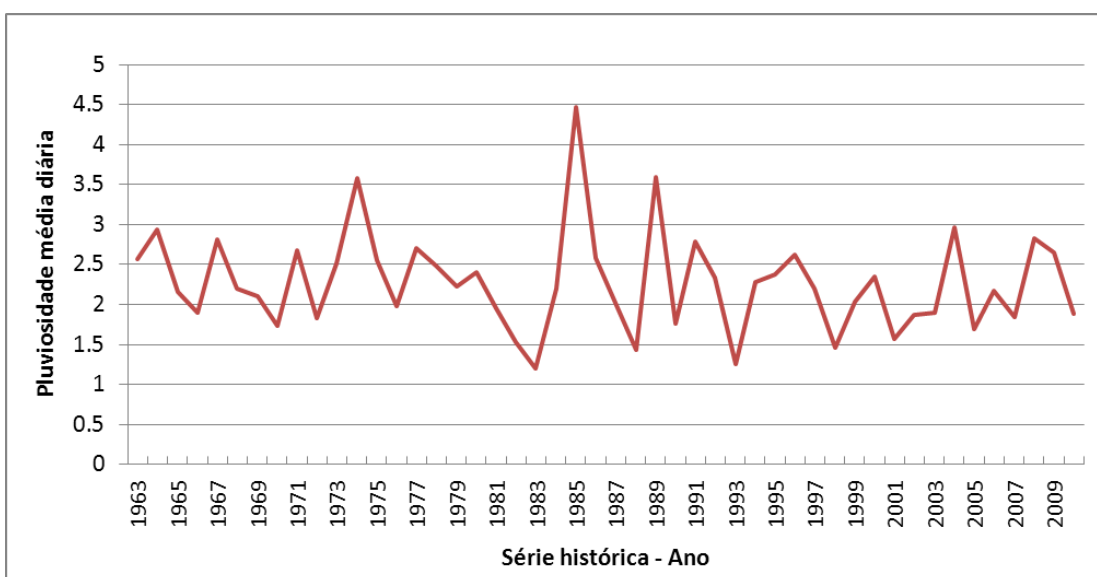


Gráfico 2- Pluviosidade média diária (mm) ao longo da série histórica de 1963 a 2010 na área de estudo

Fonte: Fetter *et al*, 2012a

O território de Salitre localiza-se na porção oeste, contido em duas das AH: “A” e “C” (Figura 17). A primeira (“A”) é mais seca, com média pluviométrica de 627 mm/ano. A segunda (AH “C”), apresentou uma média pluviométrica igual a 724 mm/ano, cerca de 15% superior a da AH “A”.

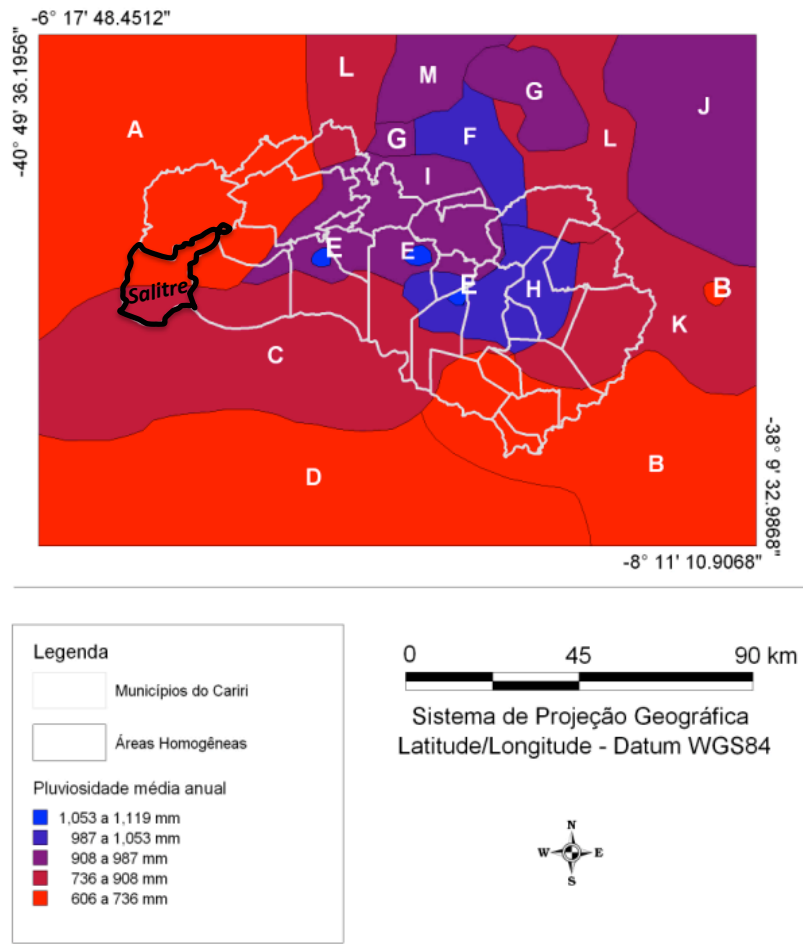


Figura 17 . Pluviosidade média das 13 Áreas Homogêneas do Cariri cearense. Os municípios do Cariri Cearense estão destacados pelos contornos em branco, enquanto os contornos de Salitre são destacados em preto
 Fonte: adaptado de Fetter *et al*, 2012a

Essa heterogeneidade espacial das chuvas no município é explicada em grande parte pelo relevo, de modo que a AH mais chuvosa, localizada na porção sul de Salitre, coincide com o topo da chapada do Araripe, enquanto a AH mais árida, situada no norte, está sobre regiões de *Sertão e Chapada*. Cabe destacar que esta heterogeneidade espacial pluviométrica foi corroborada pelas entrevistas com produtores rurais locais. Estes apontaram as áreas de *Serras* como mais chuvosas e as contrastaram com aquelas mais secas, localizadas nas áreas mais baixas, de *Sertão*.

Como mencionado acima, o Cariri é marcado por grande variabilidade climática temporal, na qual anos de secas moderadas e severas intercalam-se com anos de chuvas intensas. Neste contexto, Fetter *et al* (2012) lançaram mão do Índice Padronizado de Precipitação (*SPI* em sua sigla em inglês) para avaliar a variabilidade climática e ocorrência de eventos extremos climáticos na região (Gráfico 3).

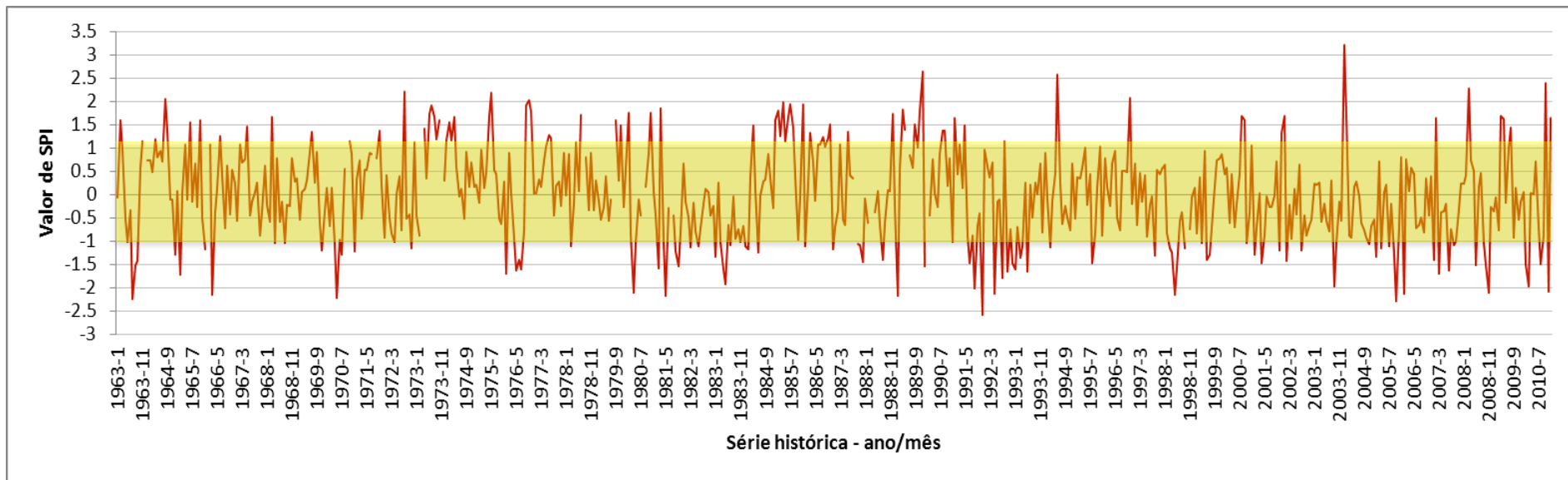


Gráfico 3- Valores de SPI mensais para a região do Cariri. A escala ano/mês comporta intervalos de 10 meses. Em amarelo encontra-se a faixa na qual os valores de SPI são considerados dentro da normalidade (acima de 1 e abaixo de -1)
 Fonte: adaptado pelo autor de Fetter *et al*, 2012a

O índice calcula a anomalia da precipitação (em desvio padrão) da precipitação de uma determinada unidade de tempo (dia, mês, ano) em relação a média de um período (série histórica pré-definida). Em outras palavras, os valores refletem a magnitude e severidade de um evento climático (tabela 7).

Tabela 7 - Valores do SPI e classificação dos eventos de anomalias de chuva

Valor do SPI	Severidade da seca
≥ 2,00	Chuva extrema
1,99 a 1,50	Chuva severa
1,49 a 1,00	Chuva moderada
0,99 a - 0,99	Normal
-1,00 a -1,49	Seca moderada
-1,50 a -1,99	Seca severa
≤ -2,00	Seca extrema

Fonte: Fetter *et al*, 2012a

Dentro de uma distribuição normal, os eventos chamados extremos correspondem a 5% das observações (2,5% chuva extrema e 2,5% seca extrema). Isso significa que os 95% restantes não são extremos climáticos. Ademais, verifica-se que 65% das observações encontram-se dentro da normalidade ($-1 > SPI > 1$). Dessa forma, o SPI permite uma avaliação objetiva da magnitude e severidade de eventos climáticos dado um certo contexto temporal e espacial (Fetter *et al*, 2012a). O gráfico 3 traz a análise do SPI mensal das chuvas para o Cariri cearense no período de 1963-2010, destacando a grande irregularidade das precipitações e ocorrência de eventos extremos. Identifica-se a chuva extrema de dezembro de 1989, novembro de 1996, janeiro de 2004, março de 2008 (valores de SPI maiores ou iguais a 2). Meses de seca extrema (e.g. fevereiro de 1989, janeiro de 2006, dezembro de 1991) e severa (e.g. fevereiro de 1981, janeiro de 1993) também são identificados (valores de SPI menores ou iguais a -2).

4.2 PERCEPÇÃO CLIMÁTICA

Percepções influenciam o tipo de pergunta, explicações, significados e valores que as pessoas dão ao mundo, assim como a forma que estruturam e orientam suas ações e representações por trás das escolhas em um espaço de múltiplas possibilidades (SANCHÉZ-CORTÉS; CHAVERO, 2011). No âmbito da produção rural familiar, compreender o conhecimento local sobre o clima é importante para a P&D, assim como para o planejamento da extensão rural (CHAUDHARY; BAWA, 2011).

Desde meados da década de 2000, vem crescendo o número de estudos que relatam as percepções dos produtores rurais familiares sobre a variabilidade climática e as medidas adaptativas correspondentes. Todavia, ainda há, relativamente, poucos trabalhos dedicados ao confronto entre as percepções climáticas com os dados meteorológicos de chuva e temperatura. Este trabalho busca somar forças no preenchimento desta lacuna.

Para tal, os questionários foram desenhados com dois objetivos: identificar as percepções climáticas dos produtores e cruzá-las com a análise climatológica desenvolvida por Fetter *et al* (2012a). O segundo objetivo, é a identificação dos aspectos da mudança do clima que são relevantes para a agropecuária familiar, apontando que tipo de alterações no clima são relevantes para o cotidiano do produtor. Seria a redução total das chuvas o elemento chave? Ou é mais importante variações na distribuição temporal das precipitações? As respostas a esta pergunta servem de subsídios para identificar o que é relevante na análise das sensibilidades e adaptações ao clima.

4.2.1 Percepção climática: extremos de seca e chuva

Quando questionados sobre os anos de chuvas marcantes, o ano de 2004 foi o mais lembrado pelos entrevistados. Na amostra de Salitre (n=38), o ano foi mencionado por 63% dos entrevistados. Também relevantes, são os anos de 1974, 1994 e o período 1984-1986, cada um mencionados por 26% dos produtores respondentes. Ademais, 11% dos entrevistados (todos acima de 60 anos) relataram 1960 como ano de chuva intensa. Um deles, inclusive, afirmou ter sido este “o maior inverno de todos os tempos”.

Quanto aos eventos extremos de seca, os anos de 1993 e 2012 foram os mais citados, presentes em 50% das respostas dadas³⁵ (n=38). Estas percepções correspondem às análises climatológicas (Gráficos 2, 3 e 4). A exceção é 1960, cuja informação não pode ser confirmada por ser anterior a série histórica considerada por Fetter *et al* (2012a).

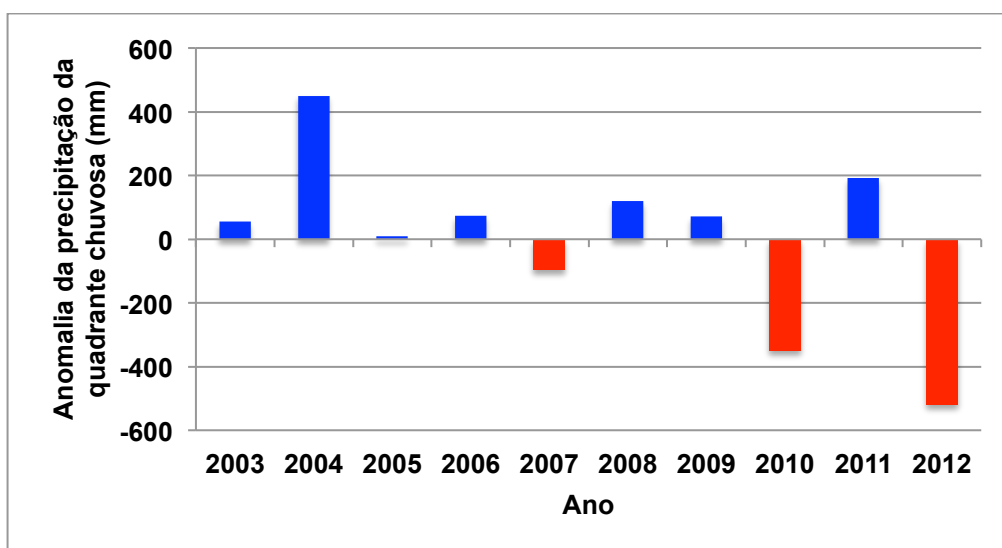


Gráfico 4- Anomalia das precipitações (mm) da quadrante chuvosa (novembro-maio) entre 2003 e 2012 para a estação meteorológica de Salitre
Fonte: FUNCEME, 2013

O gráfico 4 considera a pluviometria dos meses chuvosos relevantes para a agropecuária familiar de sequeiro (novembro-maio). Os dados fazem referência ao período 2003-2012, coletados pela única estação meteorológica de Salitre em atividade no período

³⁵ A pergunta deixava em aberto a resposta, que podia assinalar mais de um ano

(FUNCEME, 2013). A formulação do gráfico segue uma lógica semelhante ao cálculo do SPI, porém a anomalia de chuvas é dada em mm em relação a média dos 10 anos da série (535mm). Considerando que anos de chuva severa e extrema apresentam pluviometria acima de 50% da média, 2004 destaca-se com precipitações 85% (985mm) acima da média histórica. Por sua vez, considerando que anos de grandes secas correspondem a pluviometrias 50% abaixo da média (MAGALHÃES; GLANTZ, 1992), os anos de 2010 e 2012 destacam-se com chuvas 65% e 97% abaixo da média da série histórica, respectivamente.

Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Fetter *et al* (2012a) para a região do Cariri, a exceção dos anos de 2011 e 2012, que não estão presentes na série histórica coberta pelos autores. Aqui cabe uma ressalva hipotética. Caso a média encontrada por Fetter *et al* (2012a) para Salitre (676mm) fosse adotada no cálculo da figura 6, os eventos extremos de seca, como 2012, 2010 e 2007 seriam de maior magnitude dentro da série histórica de 1960-2012 quando comparada à severidade relativa delas dentro da série histórica de 2003-2012. Ao mesmo tempo, os anos de chuva extrema representariam menor anomalia relativa. Isso implica que a década 2003-2012 foi mais seca quando comparada ao período 1963-2010. Este ponto é destacado, apenas para reforçar que as análises climáticas são sempre relativas ao período ao qual são calculadas e que, portanto, o recorte temporal influencia na avaliação da magnitude de um evento extremo. Neste ponto, levanta-se uma questão para qual este trabalho não teve fôlego para responder. É possível falar em uma normal climática perceptiva? Uma hipótese para futuras pesquisas é tentar compreender qual o recorte temporal usado pelo produtor na construção de sua percepção climática e como isso influencia nas suas respostas.

De especial relevância para o presente trabalho, é a quadra chuvosa de 2012. Esta apresentou pluviometria de 16 mm em Salitre, concentrada em apenas dois eventos de chuva no mês de abril: dia 8 e dia 10 (FUNCEME, 2013). Do ponto de vista agropecuário, isto constitui uma catástrofe e é equivalente a dizer que em 2012 não choveu. De fato, essa fala foi recorrente durante as entrevistas com os produtores familiares e atores institucionais, os quais, quando questionados sobre se o inverno de 2012 tinha sido ruim, respondiam que não fazia sentido ponderar se foi bom ou ruim, visto que “não houve inverno”.

Comparativamente, a seca de 2012 foi apresentada como a pior da experiência individual por grande parte dos produtores entrevistados. Apesar de também identificarem 1993 como a última grande seca antes de 2012, afirmavam que 2012 foi pior no que se refere a quantidade de chuvas, visto “*que não deu água*” (os barreiros não foram recarregados). A singularidade de 2012 na experiência dos produtores é explicada, em parte, pelo perfil etário da amostra (n=38), na qual 73% encontra-se abaixo dos 55 anos. Já os produtores mais velhos (acima de 55 anos) entrevistados lembraram dos anos de 1971,

1972 e 1973 como aqueles da última seca semelhante a vivenciada em 2012: os anos foram mencionados em 3%, 8% e 5% da amostra, respectivamente. Não foi possível obter a pluviometria da estação de Salitre para a década de 1970, mas as informações colhidas nos questionários e junto com outros informantes-chave sugerem que, muito provavelmente, o ano de 2012 foi a pior seca meteorológica dos últimos 40 anos.

Os anos de 2007 e 2003 também foram relevantes como anos de seca, mencionados por 5% e 8% dos entrevistados, respectivamente. Outros anos também lembrados, mas em menor proporção, foram 1966, 1969, 1983, 1992, 1998, 2002, 2006. Observou-se também que algumas citações, provavelmente, são confusões de memória com anos próximos, como é o caso de 2004, 1994 e 2011, caracterizados por dois entrevistados como anos de seca, apesar da maior parte da amostra e a análise climatológica os identificarem como anos de chuvas intensas, acima da normal.

Cabe também destacar que alguns resultados se mostraram dúbios. O ano de 2003, por exemplo, foi colocado como ano de chuvas marcantes por 8% da amostra e como de seca marcante por outros 8%. Não foi encontrado explicação para essa incongruência, mas talvez a amostra reduzida possa ser um dos fatores. De todo modo, considerando os dados da estação de Salitre, 2003 foi marcado por chuvas 10% acima da média (Gráfico 4). Entretanto, cabe lembrar que esta única estação não representa a complexidade climática do município e é possível que diferenças espaciais na distribuição das chuvas, não captadas pelos registros meteorológicos, expliquem percepções distintas.

Outro ano que chama a atenção é 2010. Ele não foi mencionado como ano de seca marcante por nenhum dos entrevistados, apesar dos dados pluviométricos apontarem precipitações 65% abaixo da média do período (Gráfico 4). Em contrapartida, 11% da amostra apontou o ano como de boa quadra invernal. Este trabalho não encontrou explicação sólida para essa aparente incongruência, mas algumas hipóteses aqui são levantadas: **(1)** confusão com o ano de 2011, caracterizado por uma boa quadra de chuvas; **(2)** a precipitação de dezembro de 2010 foi acima da normal histórica para o mês e essa pode ter sido a referência usada pelos entrevistados; **(3)** os meses de março, abril e maio de 2010 tiveram chuvas regulares (FUNCEME, 2013), com destaque para o dia 20 de março (chuva de 32mm), o dia seguinte de São José (equinócio de outono), data central no calendário agrícola dos produtores rurais familiares. Em alguns relatos, o dia de São José foi apresentado como último dia para o plantio. Chuvas próximas a esta data e nos meses seguintes, mesmo que abaixo da média na escala anual, podem ser percebidas como uma quadra chuvosa relativamente abundante do ponto de vista agrícola e interferir na construção da percepção.

Esta última hipótese é a mais plausível, encontrando em outros trabalhos na literatura respaldo que apontam que a percepção climática do produtor está mais relacionada as

consequências para as atividades agroprodutivas do que para o fenômeno meteorológico em si (RAO *et al*, 2011). Isso reforça a necessidade de que em futuras pesquisas a avaliação da percepção tome também como referência análises pluviométricas mais detalhadas com ênfase na variabilidade e pluviometria intra-sazonal.

Destacam-se também o relato de dois entrevistados idosos sobre secas mais antigas que não foram mencionadas com frequência na amostra. Um, de 68 anos, contou que o avô contava que a seca de 1932 foi uma grande seca. Outro, de 92 anos, também lembrou-se dos relatos do avô sobre a seca de 1877-79. Nestes relatos, chama-se a atenção para as evidências da importância da transmissão intergeracional de informação sobre experiências pretéritas sobre o clima, chave na memória e aprendizado coletivo e que podem servir de subsídio para adaptações futuras. Contudo, verificou-se também que a cultura da transmissão oral está sendo perdida entre as novas gerações.

Os eventos de 1932 e 1877-79 são notórios na história do Semiárido. A de 1932 serviu de inspiração para o clássico de Graciliano Ramos, *Vidas Secas*, e recorrentemente apareceu na lembrança de entrevistados idosos e de meia idade em outros estudos de caso da sub-rede, como aqueles registrados na Bahia. Já a grande seca de 1877-79 está marcada na memória e imaginário do sertanejo, apesar de não restar nenhum sobrevivente da época. Esta seca foi eternizada na obra de Euclides da Cunha, *Os Sertões*, como fonte de grande fome e morte no Semiárido brasileiro. Davis (2002) mostra que a escala da seca destes três anos atingiu escala mundial. Em ampla revisão da literatura da época e atual, o autor estimou que ondas de seca, fome e doenças no triênio 1876-78 tenha tirado a vida de dezenas de milhões de pessoas: na Índia entre 6-10 milhões; na China, entre 9 e 20 milhões; no Brasil (0,5-1 milhão).

Um dos entrevistados na Bahia apresentou um padrão popularmente aceito para a previsão de grandes secas: anos terminados em 4 (1974; 1984; 1994; 2004) são anos de *inverno bom*, enquanto anos terminados em 2 e 3 (1932; 1972; 1982; 1993; 2002; 2012) são anos de *inverno fraco*. Neste contexto, em Julho de 2011, após uma boa quadra chuvosa, este produtor afirmou, em entrevista, que 2012 ia ser um ano de seca extrema, como pouco havia se visto no nordeste. Quando perguntado como ele tinha tanta certeza, ele argumentou para a matemática descrita acima associada a sua percepção de que a cada 40 anos o Semiárido é assolado por uma seca mais severa que o normal. Em uma análise superficial e puramente especulativa, o método do produtor mostrou-se correto: de fato sua previsão para 2012 se confirmou, assim como o intervalo sugerido parece encontrar respaldo nos relatos: há uma distância de 40 anos entre a seca de 1932 e 1972, assim como entre esta e a de 2012. Contudo, a matemática popular não encontrou respaldo nos dados científicos usados na presente pesquisa. Fetter *et al* (2012a; 2012b) realizaram análise espectral por meio de periodograma de Lomb-Scargle para as regiões estudadas no intuito

de verificar a existência de ciclos pluviométricos. Entretanto, os resultados não identificaram nenhum tipo de periodicidade: nem ciclos de 10 anos, nem ciclos de 40 anos que pudessem dar suporte à percepção relatada pelos produtores.

4.2.2 Percepção climática: variabilidade e mudança do clima

Os questionários também continham perguntas relativas às percepções sobre mudanças na variabilidade climática. No estudo de caso de Salitre, era dado aos produtores uma referência temporal específica para basear suas percepções: seus 20 anos de idade. Essa estratégia está de acordo com abordagens da literatura (SÁNCHEZ-CORTEZ; CHAVERO, 2011). Na amostra válida para Salitre (n=39), 100% dos entrevistados responderam que haviam percebido mudança na *quadra invernal*. A maioria relatou um decréscimo na quantidade e intensidade das chuvas (Gráficos 5A e 5B), assim como a tendência de concentração espacial das precipitações (Gráfico 5D).

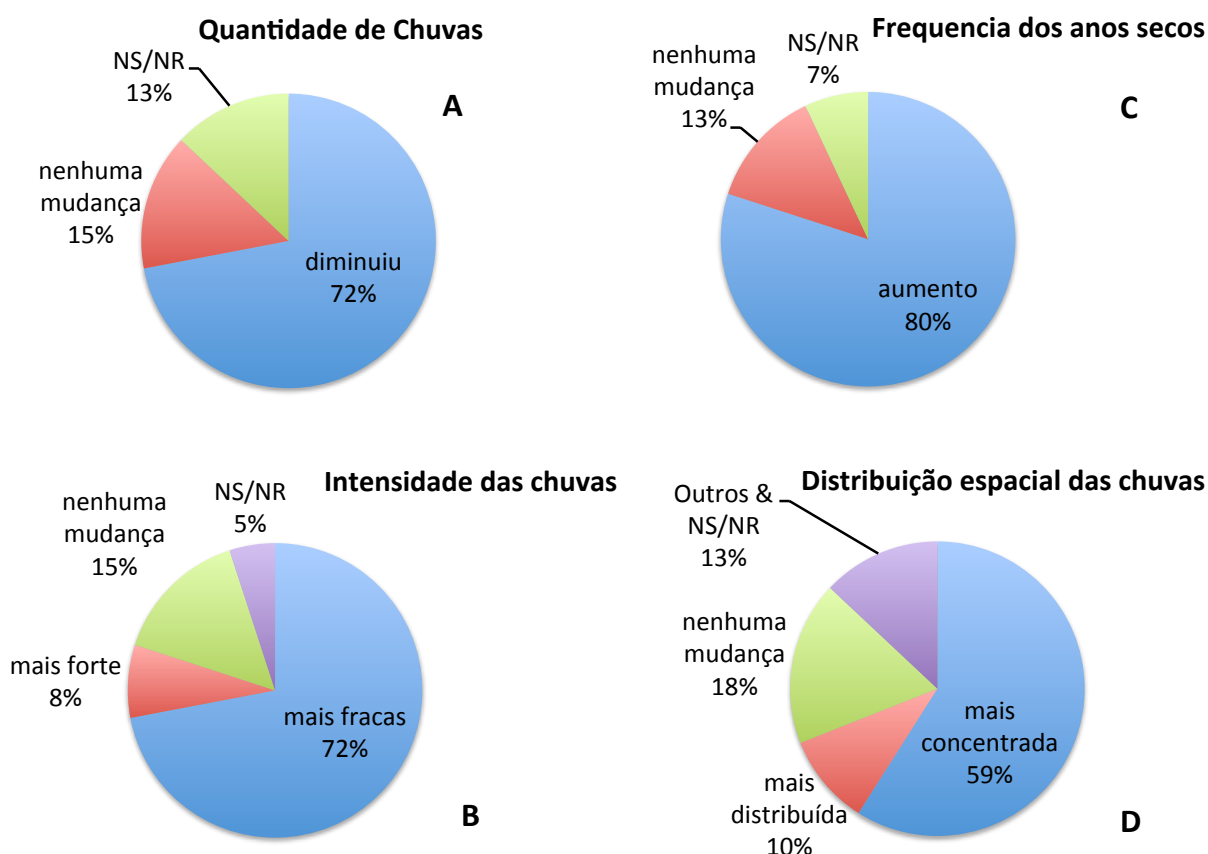


Gráfico 5- Perfil das respostas das percepções dos produtores entrevistados quanto à natureza da mudança das chuvas em Salitre (n=39): **(A)** quantidade de chuvas; **(B)** intensidade das chuvas; **(C)** frequência de anos secos; **(D)** distribuição espacial das chuvas
Fonte: pesquisas de campo, 2013.

Nas respostas sobre intensidade das chuvas, alguns complementaram que “as chuvas estão vindo em pancadas fortes” ou “quando as chuvas chegam, observa-se grande

quantidade". No que diz respeito às percepções sobre a distribuição espacial, alguns relataram que "nos últimos 15 anos vem chovendo só em alguns lugares" ou usam a expressão "chove aqui, chove ali". Ao mesmo tempo, os produtores foram questionados se perceberam alguma mudança na frequência dos anos secos. Cerca de 80% da amostra apontou para uma tendência de aumento dos anos secos (Gráfico 5C). Segundo a fala de um dos produtores: "sempre houve secas, mas agora as vemos com mais frequência". Em seguida, aqueles que identificaram mudança na frequência de anos secos, foram questionados sobre *a partir de quando achavam que começou a mudar* (Tabela 8).

Tabela 8 - Frequência dos anos assinalados como marco inicial da mudança na frequência de anos secos na sub-amostra que relatou mudança na frequência de anos secos (n=24)

Ano/período	Vezes em que foi citado na amostra válida (n=24)
2012	38% (9)
2007-2011	29% (7)
2002-2006	25% (6)
1992-2001	8% (2)

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos questionários

Os resultados sugerem que os produtores tendem a elencar anos mais recentes e/ou marcados por extremos climáticos como marcos na construção de suas percepções sobre mudança do clima. O ano de 1992, por exemplo, foi pouco citado como marco de mudança na frequência de anos secos, mesmo sendo um marco de evento extremo antes de 2012. Nesse sentido, um produtor disse: "eu percebi a mudança começando a partir de 2012; em 1993 também foi ruim, mas depois melhorou." Aqui, parece que, dado 20 anos desde o evento, anos de chuva acima da média, como 1994 e 2004, contrabalancearam a percepção de que 1992 foi um marco de alteração. Em contrapartida, as entrevistas foram feitas em 2012, no auge da seca extrema, de modo que não há referências posteriores e, de imediato, o produtor pode ser levado a entender o fenômeno como um marco de mudança.

Tais percepções corroboram outros trabalhos da literatura. Alguns autores - tendo como estudo de caso populações rurais familiares - observaram que a percepção sobre a variabilidade climática é mais precisa para anos recentes, mas tende a se tornar dúbia e subjetiva à medida que as referências temporais distanciam no tempo (JONES; BOYD, 2011; MANANDHAR *et al*, 2011) Hansen *et al* (2004) argumenta que na construção da percepção baseada na experiência individual pretérita, há uma tendência individual e coletiva de supervalorizar experiências negativas e subvalorizar experiências positivas na construção da percepção..

Apesar dos produtores entrevistados perceberem mudanças nas quantidade de chuvas, a análise climatológica não encontrou tendências negativas na pluviometria. Fetter *et al* (2012a) aplicaram o teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ - tau) para avaliar se houve tendências quanto às chuvas, no período de 1963-2010, para cada uma

das áreas homogêneas que abrangem o Cariri Cearense (vide figura 17, p. 133) . Das treze AH, apenas uma (AH “K”) apresentou tendência negativa na pluviometria anual, com $\tau = -0,21$. Isso significa que “do total de possibilidades de comparações entre anos distintos (não necessariamente em sequência), observamos um número de diminuições de chuva 21% superior ao número de aumentos” (Fetter *et al*, 2012a) Todas as outras áreas homogêneas, inclusive aquelas que abrangem Salitre, não apresentaram nenhum tipo de tendência (figura 18).

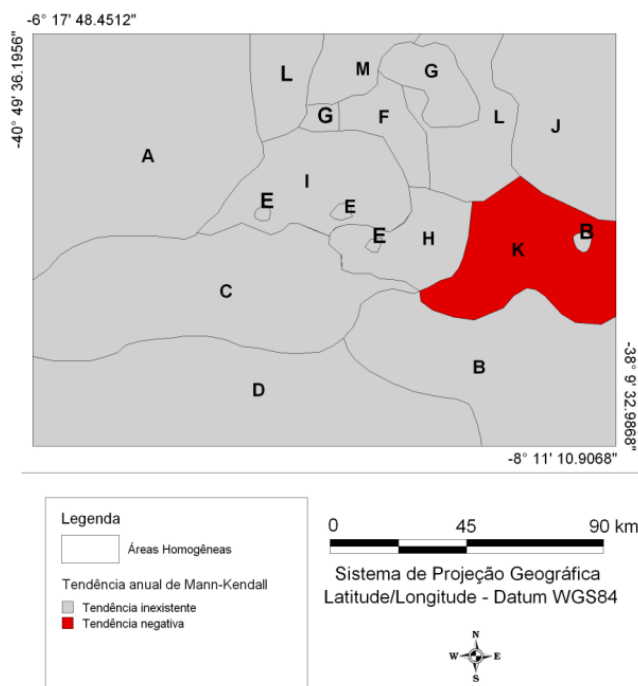


Figura 18 Análise de tendências pluviométricas anuais a partir do teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ - tau). O período considerado é 1963-2010. As 13 Áreas Homogêneas (AH) são indicadas pelas letras (A –M). As AH que apresentaram tendências negativas são destacadas em vermelho. Salitre está contido nas AH “A” e “C”

Fonte: Fetter *et al*, 2012a, adaptado pelo autor

Aqui, cabem algumas considerações. O teste de Mann-Kendall foi aplicado para um período relativamente longo (1963-2010), enquanto a percepção dos produtores abrange curtos períodos de tempo que podem ser marcados por micro-tendências positivas e negativas quanto à pluviometria. O embasamento científico para refletir a estatística por trás do teste de Mann-Kendall está além da competência deste trabalho, mas sugere-se que, caso seja viável, trabalhos futuros também apliquem o teste para períodos mais curtos, comparáveis aos marcos temporais de curto-prazo usada na construção da percepção pelos produtores. Talvez, esta estratégia revele que a percepção dos produtores estejam de fato percebendo mudanças de curto prazo, mesmo quando referências de longo prazo são fornecidas.

O questionário também permitiu análises quanto à duração da quadra chuvosa. A maior parte das respostas apontaram para uma atraso no início da estação chuvosa e para o seu fim precoce em relação ao passado (Gráfico 6).

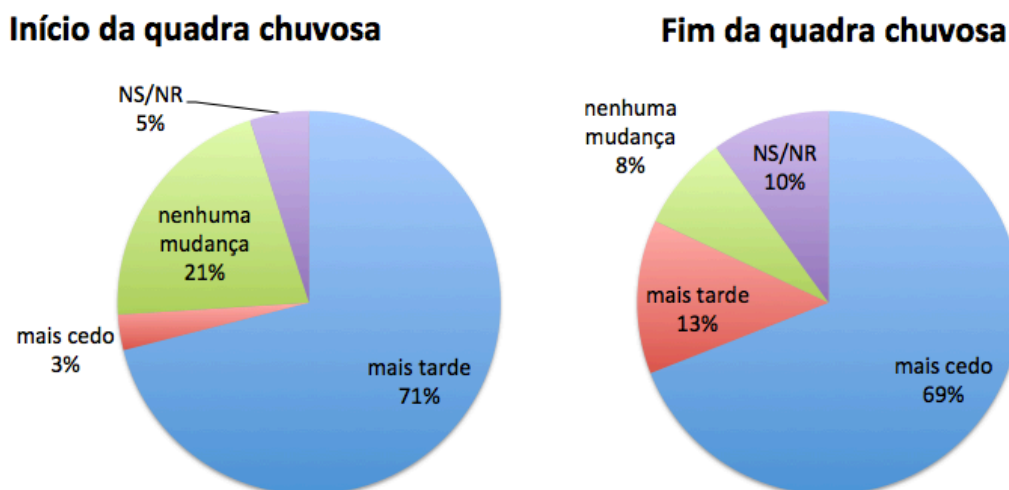


Gráfico 6- Porcentagem das respostas quanto à percepção de mudanças no início (gráfico da esquerda) e final (gráfico da direita) da quadra invernal; n=39
Fonte: pesquisas de campo, 2013.

Tomadas em conjunto, as percepções sugerem tanto o *deslocamento* do calendário de chuvas quanto para a redução da duração da estação chuvosa. Alguns dos relatos sobre esta questão são apresentados na tabela 9. Apesar da amostra ser muito pequena para generalizações, os comentários trazidos pelos produtores familiares apontam para uma percepção de que há um avanço do início da estação chuvosa para os primeiros meses do ano e um final precoce da mesma, recuando para os meses de maio e abril.

Tabela 9 - Relato de alguns produtores de Salitre (CE) sobre mudanças no início e fim das chuvas em ordem decrescente de idade do entrevistado. Cabe ressaltar que era pedido aos produtores remeterem-se aos seus 20 anos quando formulassem suas respostas

Idade (anos)	Comentário sobre o início e término das chuvas
Quanto ao fim da quadra chuvosa	
58	“Antigamente chovia até junho; agora termina em abril”
56	“Antigamente eram 6 meses de inverno e 6 de verão. Agora são 3 meses de inverno”
54	“Antes chovia até meio de junho. Agora termina em maio”
42	“Antes chovia até maio”
32	“Antes chovia até junho. Agora termina em abril”
31	“Antes as chuvas terminavam em maio. Agora terminam em março”
Quanto ao início da quadra chuvosa	
50	“As chuvas começavam em dezembro e hoje começam em fevereiro. Hoje o inverno vai embora antes de eu conseguir plantar”
38	“Às vezes chove em outubro, mas depois só chove em janeiro”
36	“A chuva começava em novembro”
34	“Lembro que meu pai plantava mandioca em outubro”

Fonte: pesquisa de campo, 2013

O teste de Mann-Kendall também foi aplicado para cada um dos meses do ano na busca por tendências negativas e positivas mensais de chuvas, lembrando que o período de

análise é 1963-2010. Os resultados mostram que de fato houve tendências negativas na pluviometria nos meses de novembro e junho nas AH que abrangem o município de Salitre (Figura 19). Na AH A, onde se localiza principalmente as áreas mais áridas de depressão sertaneja em Salitre, não houve tendência para o mês de junho, mas apresentou uma tendência negativa com $\tau = -0,21$ para novembro. Já na AH C, que abrange a região do município no alto da chapada do Araripe, uma tendência negativa das chuvas foi observada tanto no mês de junho ($\tau = -0,36$) e novembro ($\tau = -0,28$). Respectivamente, estes são os meses nos quais as primeiras e últimas chuvas ocorriam segundo os produtores mais velhos, o que sugere, em uma primeira análise, correspondência entre percepção e dados climatológicos. Os resultados não apontaram tendências nos demais meses da quadra chuvosa nas AH que perpassam Salitre (Fetter *et al*, 2012a)

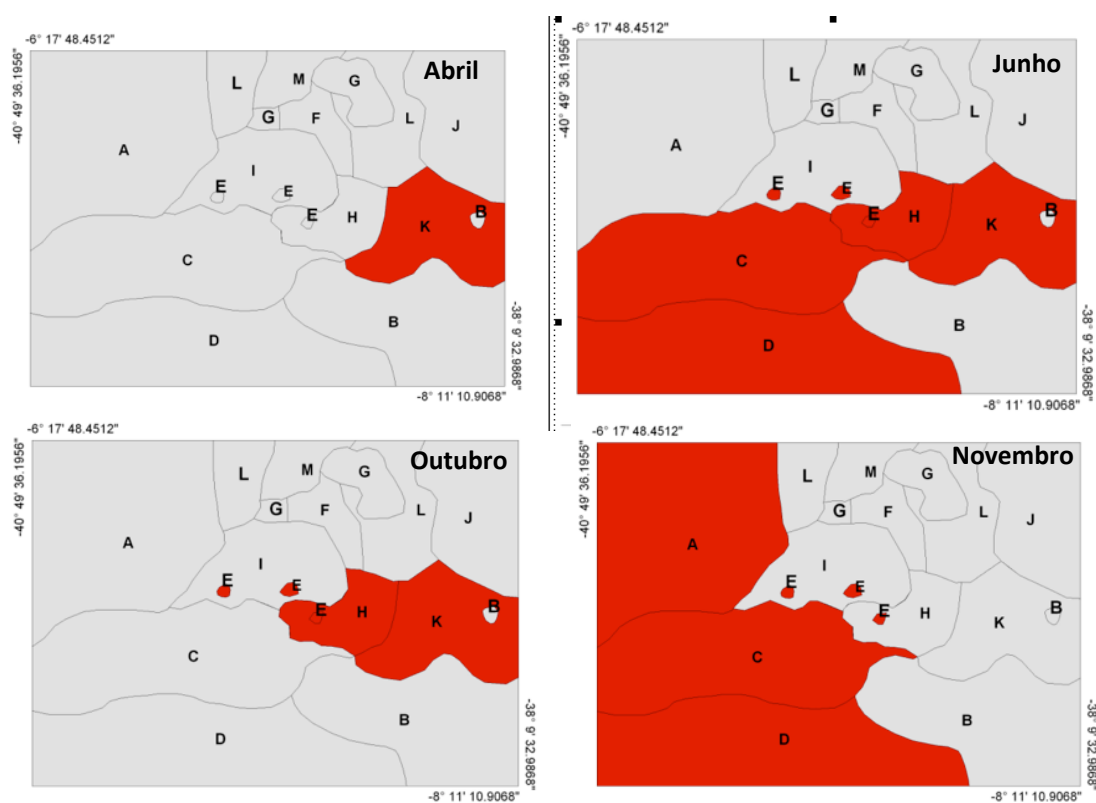


Figura 19 Análise de tendências a partir teste estatístico não-paramétrico de Mann-Kendall (τ - tau) para os meses de abril, junho, outubro e novembro. O período considerado é 1963-2010. As 13 Áreas Homogêneas (AH) são indicadas pelas letras (A –M). As AH que apresentaram tendências negativas são destacadas em vermelho. Salitre está contido nas AH “A” e “C”

Fonte: Fetter *et al*, 2012a, adaptado pelo autor

Por fim, o questionário também permitiu obter a percepção dos produtores quanto às temperaturas. De modo geral, as percepções identificam alterações na temperatura, principalmente uma tendência de aumento (Gráfico 7 e Tabela 10). Uma das referências recorrentes usadas pelos produtores é o horário do dia em que o calor começa a incomodar o trabalho na roça. Segundo os mais velhos, hoje, as horas de serviço por dia foram reduzidas devido a *quentura* que começa mais cedo e termina mais tarde. Uma expressão

comum nas respostas era que “o sol está mais baixo” (Tabela 10). Desta expressão, subentende-se que, para o produtor, subjetivamente o aumento da temperatura é associada a uma aproximação do Sol da Terra.

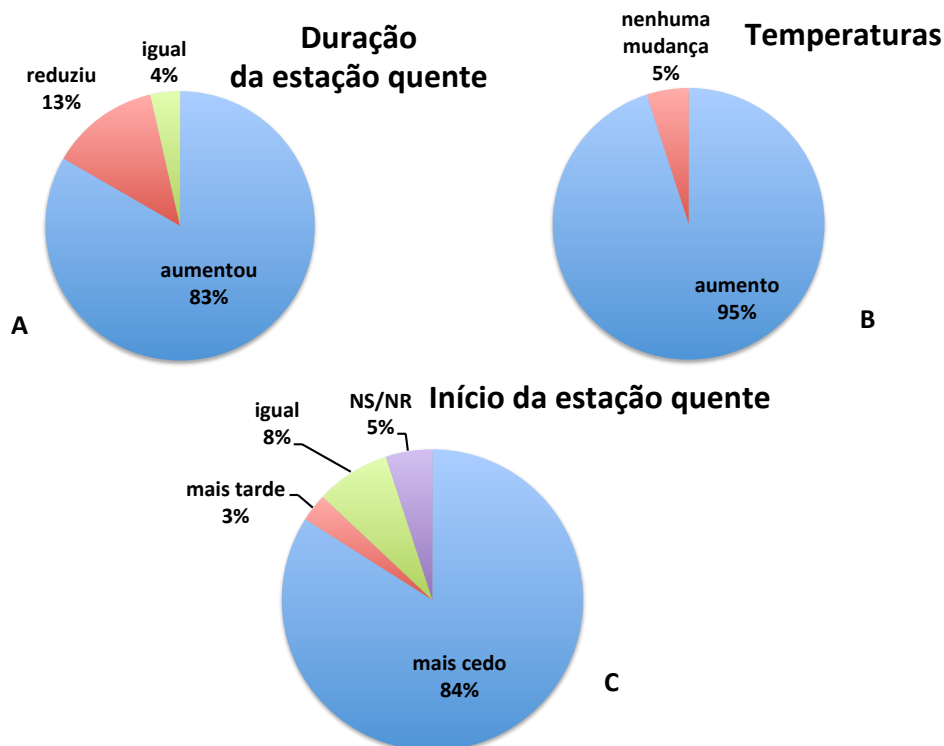


Gráfico 7- Percepção dos produtores que notaram mudança nas temperaturas quanto à: (A) duração da estação quente; (B) mudança nas temperaturas; (C) mudança no início da estação quente
Fonte: pesquisa de campo, 2013.

Tabela 10 - Relato de alguns produtores sobre mudanças na temperatura segundo a idade. Pedia-se ao produtor responder remetendo-se aos seus 20 anos de idade

Idade (anos)	Comentário sobre mudanças nas temperaturas
	Aumento da temperatura
77	"O sol está mais baixo"
60	"É um calor medonho: 6h30 da manhã já está calor; tem hora que pega fogo"
54	"Mesmo no inverno, durante o dia, é quente"
37	"O dia amanhece e já é quente; às 9h o calor é de rachar."
	Mudança na duração da estação quente
77	"Antigamente maio e junho eram frios e agora está calor"
54	"Esta quente quase o ano inteiro"
54	"Em setembro já está quente. Antes, só em novembro"
51	"Hoje o calor é quase o ano todo, enquanto que antes em maio era frio"
50	"Antes o período do calor começava em junho, mas agora começa em maio e vai até o fim do ano."
39	"Antigamente o período de calor durava 6 meses, mas hoje dura 8 meses. Agora, começa em maio, enquanto antes começava em julho."
38	"Antigamente, de maio a setembro era frio; hoje não é mais."
38	"Além do calor começar mais cedo, é mais quente"
	Associação calor e chuvas
39	"Quando a chuva vai embora, já começa a esquentar."
38	"Em 2012, não houve período frio"
37	"As chuvas vão cedo e começa o calor"

Fonte: pesquisa de campo, 2013

Os produtores também relataram uma antecipação do início do período quente do ano e, conseqüentemente, a extensão da sua duração (Gráfico 7 e tabela 10). As respostas sugerem que, antigamente, entre maio e setembro, as temperaturas eram mais amenas, e que o período considerado quente durava 6 meses. Destaque para os meses de maio e junho, identificados por alguns como meses tipicamente frios, mas que se tornaram quentes. As respostas também revelam que a sensação de calor é frequentemente associada às chuvas (Tabela 10). Um dos produtores, por exemplo, afirmou que “*em 2012 (marcado pela ausência de chuvas) não houve período frio*”. Outro disse que “*quando as chuvas vão embora, já começa a esquentar*”, semelhante a fala de um terceiro que apontou que agora “as chuvas vão cedo e logo começa o calor”

Esta associação entre chuvas e temperaturas mais amenas é interessante e encontra respaldo científico. Primeiro, porque o processo evaporativo que forma as nuvens de chuva usa o calor para a mudança da água do estado líquido para o de vapor (calor latente) sem o aumento da temperatura do ar (calor sensível). Segundo, porque o efeito albedo das nuvens de chuva refletem as ondas de calor oriundas do espaço, reduzindo assim a insolação e, conseqüentemente, a sensação de calor. Essa associação evidencia que o conhecimento local tradicional guarda grande semelhança com o científico na medida em que se baseia em uma observação sistemática e empírica da realidade, mesmo que as explicações não se enquadrem em teorias ou leis científicas.

Levanta-se este ponto com o intuito de ressaltar a riqueza do conhecimento tradicional local e do grande potencial que representa ao agregá-lo na prática científica como fonte de dados primários sobre o contexto estudado. Do contrário, estas informações jamais chegariam ao conhecimento da ciência nas resoluções espacial e temporal necessárias dada a impossibilidade física e financeira de um monitoramento científico onipresente das realidades estudadas. Ao mesmo tempo, esta abordagem participativa, de cima para baixo, permite uma sintonia maior entre a produção científica como subsídio a ação política e as necessidades locais.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão acima mostra que os produtores familiares de Salitre (CE) percebem a variabilidade climática e registram a ocorrência de eventos extremos em suas experiências de vida. Por um lado, a percepção dos entrevistados aponta, de modo geral, para a redução da distribuição espacial e temporal das chuvas, tanto sazonal quanto interanual. Por outro lado, sugerem o aumento nas temperaturas e extensão do período do ano considerado quente.

Uma análise separada foi realizada para avaliar se há diferenças entre a percepção das sub-amostras *Serra* e *Sertão*. Os resultados apontam que tendências de mudanças nas

chuvas e temperaturas foram proporcionalmente mais relatadas entre os entrevistados do *Sertão* (n= 23) do que por aqueles localizados na *Serra* (n=16). Contudo, a amostra é muito pequena para considerar essas diferenças significativas, apesar dos números suscitarem uma nova hipótese de pesquisa a ser testada: a altimetria é um fator que influencia a percepção climática. Talvez, nas áreas de *Serra*, as temperaturas mais amenas e as precipitações mais abundantes mascaram a percepção de eventuais mudanças regionais.

Não menos importante, é a influência de outros fatores, como idade, gênero, religião, acesso à educação e meios de comunicação, os quais também interagem na construção da percepção climática (SÁNCHEZ-CORTES; CHAVERO, 2011; JONES; BOYD, 2011; RAO *et al*, 2011). Por exemplo, verificou-se que, dentre aqueles que não perceberam mudanças no início da estação chuvosa ou no seu final, há uma grande proporção de pessoas idosas ou muito jovens. Isso levanta uma nova hipótese, também a ser testada em amostras estatisticamente significativas: os mais velhos, pela longa experiência no campo, já presenciaram anos de seca extrema e anos de chuvas intensas, assim como micro-tendências positivas e negativas nas chuvas, de modo que identificam eventuais mudanças como parte da oscilação natural e não necessariamente de uma tendência linear.

Nesse sentido, um produtor de 80 anos, ainda ativo na agropecuária, quando perguntado se as chuvas mudaram ao longo dos anos, respondeu que o começo e o fim dos invernos não mudaram, mas seguem uma oscilação natural: “*tem ano que chove cedo, outros que chovem tarde.*” Relatos semelhantes também foram escutados no campo da Bahia na fala dos entrevistados mais velhos. Por sua vez, os mais novos possuem curta experiência nas atividades agroprodutivas. Talvez, não tenham tido vivência suficiente para observar alterações significativas no clima. Outra hipótese é que muito jovens possuem um cotidiano cada vez menos conectado com às atividades agropecuárias e mais ligada com os estudos e atividades na zona urbana, o que pode influenciar na sua percepção quanto aos ciclos e tendências ambientais. Essa hipótese é respaldada pelas observações de campo.

Por fim, as análises climatológicas utilizadas neste capítulo ainda não permitem tirar conclusões categóricas sobre o quão acurada é a percepção dos produtores rurais familiares e o quão elas são artefatos da apreensão subjetiva individual e coletiva. No que tange o regime de chuvas, as análises climatológicas para o estudo de caso (Fetter *et al*, 2012a) corroboram tendências negativas percebidas para alguns dos meses que marcam a quadra chuvosa, porém não suportam a percepção generalizada de que houve uma queda das médias pluviométricas como relatado pela maior parte da amostra.

Essa incongruência aparente não pode ser usada para concluir que os produtores não percebem mudança de longo prazo, apesar desta hipótese ser plausível. Esta dificuldade se baseia não na limitação do método utilizado pelos especialistas, mas na ausência de um monitoramento mais detalhado das particularidades climáticas observadas dentro do

município, visto que a amostra congrega comunidades em contextos geoambientais distintos, enquanto Salitre só possui uma estação meteorológica em funcionamento. Fetter *et al* (2012a) avançaram nesse sentido ao aplicar o método *Ward* de agrupamento para identificar áreas homogêneas tomando por base várias estações meteorológicas em municípios vizinhos a Salitre. Porém, análises mais sólidas necessitam que uma rede intra-municipal de monitoramento seja instalada a fim de compreender particularidades da variabilidade climática e, assim, estabelecer mapas de risco e estratégias adaptativas mais efetivas.

Quanto às temperaturas, não foi realizada análises climatológicas para corroborar ou negar as percepções relatadas, apesar da grande consistência das respostas na direção de um aumento das temperaturas e extensão do período considerado quente sugerirem que estes não são fenômenos desprezíveis. Aqui cabe destacar que futuras análises devem considerar estas percepções em conjunto com as percepções sobre as chuvas, visto ambas parecem estar relacionadas na construção da percepção.

Ademais, mesmo que no futuro haja disponibilidade de dados em resolução adequada e as análises climatológicas venham confirmar a percepção dos produtores que de fato há mudanças ou alterações climáticas em curso na região, muita cautela será necessária antes de afirmar que as alterações percebidas devem-se à mudança climática global, especialmente aquela associada a interferência humana. Cabe lembrar que fatores regionais influenciam no microclima local e, nesse sentido, as percepções podem estar associada a estas dinâmicas. O aumento da população rural e da área agrícola, por exemplo, associadas às práticas tradicionais de corte e queima foram relatadas como forças motrizes do desmatamento de grandes áreas de caatinga e carrasco em Salitre nas últimas décadas. O impacto do desmatamento na regulação pluviométrica e térmica mantida pela vegetação (via evapotranspiração e efeito albedo) ainda não é compreendida para o estudo de caso em questão, mas é muito provável que tenha alguma influência. Assim, é possível que muitas das percepções de que há alteração no clima estejam associadas a mudanças climáticas locais, resultado da dinâmica do uso da terra.

Nesse sentido, uma abordagem mais robusta de pesquisa seria o cruzamento dos dados climáticos locais e regionais, percepção dos produtores e análises de sensoriamento remoto da mudança do uso da terra nas últimas décadas. Sem dúvida, isso iria agregar elementos importantes à discussão, assim como amadurecer e respaldar as conclusões. Por fim, permitiram também reforçar a necessidade de políticas de conservação florestal - geralmente associadas à mitigação – dentro do portfólio adaptativo.

5. VULNERABILIDADE DO SISTEMA APÍCOLA E AGRÍCOLA

5.1 APICULTURA

A extração de mel é, tradicionalmente, uma atividade de subsistência no Semiárido. As colmeias “arranchadas” na caatinga foram, historicamente, fonte de alimento rico e acessível ao sertanejo. A partir do final da década de 1980, o mel como produto comercial passa ter relevância crescente nas regiões estudadas, funcionando como importante complemento na renda agropecuária. No estudo de caso da Bahia, a apicultura está presente em 6% dos estabelecimentos visitados, concentrando-se em dois municípios: Remanso e Casa Nova. Em conjunto com o municípios vizinhos, como Campo Alegre de Lourdes, a região é um dos principais polos baianos de produção de mel. Apenas em Remanso, foi estimada uma produção anual de 700 toneladas, cujo valor de venda supera R\$ 4 milhões. Todavia, grande parte da produção entra nas estatísticas do Piauí, estado no qual se encontram os postos avançados de algumas das principais empresas compradoras. Atores da cadeia da apicultura entrevistados para a pesquisa, estimaram que 80% da produção de Campo Alegre de Lourdes (vizinho à Remanso) tem por destino o município de Picos (PI).

A apicultura também é uma atividade de grande relevância no estudo de caso de Salitre (CE), apesar da amostra não refletir esse fato (apenas 2% relatou praticar a atividade). Não há estatísticas oficiais, mas o ex-presidente da associação dos apicultores estimou em 200 os apicultores no município, um valor equivalente a 10% dos estabelecimentos familiares. De forma semelhante à Bahia (Remanso e Casa Nova), Salitre faz parte de um polo regional de produção de mel, cuja grande parte da produção é comprada por atravessadores e empresas e tem por destino o Piauí. Outro mercado cativo da produção municipal é uma empresa localizada em Botucatu (SP), cujo atravessador local intermediou a compra e venda de 40 toneladas de mel em 2011. Em menor proporção, empresas cearenses sediadas na Serra do Crato - distante 140Km de Salitre - também são destino certo de parte do mel salitreense.

A apicultura é uma das atividades rurais de maior rentabilidade e menos intensiva em trabalho dentre as disponíveis nas condições do Semiárido. Uma demanda reprimida e crescente por mel, associada à elevada lucratividade, confere à atividade um grande potencial econômico para o produtor rural e sua família. Todavia, como as demais atividades familiares, possui vulnerabilidades climáticas específicas que precisam ser compreendidas e moderadas. A análise que se segue é baseada na pesquisa de Salitre, onde a relação entre apicultura e clima foi investigada em detalhes. Sempre que for pertinente e houver disponibilidade de dados, informações de outros municípios também serão apresentados.

5.1.1 Elemento Produtivo: *abelhas e colmeias*

A apicultura é baseada em diferentes subespécies de *Apis mellifera*, genericamente chamada de abelhas europeias. Nos estudos de caso, quando questionados sobre o tipo de abelha que compunha suas colmeias, os produtores respondiam que eram de abelhas *oropa*, *italiana* ou *rajadinha*, nomes populares de diferentes subespécies europeias. Em algumas entrevistas, os produtores referiam-se as suas colmeias como africanizadas, ou seja, compostas por abelhas híbridas entre subespécies europeias e a subespécie africana *A. mellifera scutellata*.

Não foram feitas coletas ou análises *in loco* mais aprofundadas para diferenciar as subespécies e o grau de hibridização. Todavia, trabalha-se com a hipótese de que a parte majoritária das colmeias sejam de abelhas africanizadas. Primeiro, pela alta taxa de hibridização que naturalmente ocorreu em populações selvagens de *A. mellifera* desde que as abelhas africanas foram introduzidas no Brasil³⁶ (SHEPPARD *et al*, 1999). Segundo, porque trabalhos na literatura registram alta frequência de colmeias africanizadas em populações selvagens de *A. Mellifera* (LORENZON *et al*, 2003; DEMARTELAERE *et al*, 2010). Esse aspecto é relevante para a discussão, porque características biológicas são os determinantes diretos da sensibilidade e capacidade adaptativa dos sistemas produtivos ao clima. Neste sentido, para a apicultura, a africanização das colmeias é positiva, visto que as subespécies africanas são mais adaptadas às condições tropicais brasileiras, e, em especial, ao clima semiárido. Todavia, a proliferação das *Apis* africanizadas representa um fator de distúrbio para a conservação das espécies nativas, pois competem com estas por recursos e habitat.

Houve também relatos - tanto no estudo de caso do Ceará quanto no da Bahia – do uso de abelhas sem ferrão na produção de mel. Estas pertencem a diferentes espécies do gênero *Melipona* - nativas da caatinga - e seu uso para produção de mel é chamado de *meliponicultura* em contraponto à *apicultura* (baseada no gênero *Apis*). Do ponto de vista biológico, as espécies de *Melipona* da caatinga são altamente adaptadas, visto que evoluíram nas condições extremas do Semiárido. Porém, a meliponicultura comercial é atividade rara nos estudos de caso. Uma explicação para este fato foi dada pelo presidente de uma associação de apicultores no município de Casa Nova (BA). Segundo ele, a ausência de produção comercial de mel nativo são três: **1)** a falta de práticas de manejo bem estabelecidas; **2)** a baixa produção de mel por colmeia quando comparadas às abelhas do gênero *Apis*; **3)** a ausência de regulamentação brasileira que verse sobre a produção de

³⁶ A abelha africana (*Apis mellifera scutellata*) é uma subespécie subsaariana, trazida para o Brasil em meados da década de 1950 com o intuito de melhorar a produção de mel em condições neotropicais. Populações africanizadas - híbridas entre estas e subespécies europeias – se espalharam rapidamente nas décadas seguintes, chegando ao sul dos EUA e a Argentina em meados da década de 1990 (SCHEPPARD *et al*, 1999)

mel de abelhas sem ferrão. Apesar das limitações que restringem seu comércio, o mel da *Melipona spp* é altamente valorizado no mercado, podendo chegar a valores de R\$ 50/litro³⁷, superiores ao preço do mel da apicultura (R\$ 7/litro). Todavia, por ser uma atividade pouco significativa na amostras analisadas, optou-se por não explorar a vulnerabilidade da meliponicultura, embora reconheça-se sua potencialidade dentre as atividades rurais na região.

5.1.2 Modelos de produção: extrativismo, *ranchos de pedra* e *caixas*

O mel é produzido a partir do néctar das flores e constitui a principal fonte de alimento para os enxames. As abelhas destinam parte da produção para suprir as demandas diárias da colmeia. O excedente é armazenado em favos de reserva para uso posterior da colmeia em tempos de escassez. É justamente este o mel extraído na apicultura comercial.

Observou-se em campo a existência de três sistemas de extração do mel apícola. O mais simples é o extrativismo tradicional, baseado na colheita *in natura*, retirando o mel de colmeias instaladas em troncos de árvore ou montes de pedra espalhados pela vegetação. Este modelo é pouco eficiente do ponto de vista produtivo: as colmeias estão dispersas no território e são danificadas no processo de extração. A produção é muito baixa e o manejo não se enquadra no marco legal da atividade, de modo que o destino do mel costuma ser o consumo doméstico ou a venda de pequenas quantidades aos atravessadores.

Ademais, o uso do fogo é prática corrente neste modelo para atordoar as abelhas, enquanto os favos de mel são retirados. As consequências negativas para a flora e fauna deste método levanta questões quanto a sua sustentabilidade ambiental. Mas segundo a percepção de um produtor:

Muita gente vê o extrativista como aquele que põe fogo, destrói a caatinga. Mas eu acho que cada caso é um caso. Tem produtor que faz isso por precisão (sic) (apicultor de Casa Nova/BA)

Os outros dois métodos de manejo encontrados são baseados na captura e concentração das colmeias em um único ponto construído pelo homem. Assim, facilita-se a extração e o manejo, além de otimizar a produção. O método mais rústico é baseado na construção de estruturas de pedra, referidas como *ranchos de pedra* ou *meleiras*. É um modelo tradicional e pouco intensivo em tecnologia. O mel é extraído manualmente (torcendo os favos sobre um recipiente). As abelhas são atraídas pela captura da rainha diretamente de uma colmeia *in natura* ou por meio de “iscas” artesanais, que atraem as rainhas e seus enxames para o local desejado.

O método mais complexo de manejo - e majoritário nos sistemas apícolas rurais visitados - é a construção de apiários com caixas de madeira compartimentalizadas. Na

³⁷ Valor corrente em julho de 2011 no município de Casa Nova (BA)

base da caixa fica a colmeia, onde se encontram a rainha e as operárias. Os enxames são alocados nesse compartimento após serem atraídos tanto pelo uso de *cera alveolada*³⁸ ou *iscas* caseiras. Em um segundo compartimento da caixa, superior à colmeia, o apicultor posiciona as melgueiras. Estas são estruturas nas quais os favos do mel de reserva são armazenados pelas abelhas. As melgueiras são removidas e é delas que o mel comercial é extraído.

As caixas são organizadas em apiários, cada qual comportando um máximo de 60 caixas, colocadas lado a lado em um mesmo espaço. As abelhas são sensíveis ao calor, de forma que é recomendado que as caixas tenham coloração clara, de preferência branca, e devem ser posicionadas em local sombreado, com a abertura voltada para o nascer do sol. Uma fonte de água deve ser colocada próxima as caixas para que as abelhas resfriem as colmeias. O número de caixas varia bastante entre os apicultores. Em Salitre, os de pequeno porte apresentaram entre 10 e 20 caixas, enquanto o apicultor de grande porte possuía algumas centenas.

5.1.3 Produção de mel: pastagem apícola e a sazonalidade climática

De forma semelhante à agropecuária, a coleta de mel na apicultura é organizada em safras. Uma safra apícola corresponde a um conjunto de *floradas*³⁹ que ocorrem mais ou menos no mesmo período. Cada safra, geralmente, tem uma florada principal, aquela que responde pela maior parte do mel produzido. O processo de extração é popularmente chamado de *batidas ou tiradas*. Quando as melgueiras estão cheias, são levadas até as *casas de mel*, onde mel, cera e, eventualmente, pólen, são extraídos pelo apicultor e vendidos para atravessadores ou indústrias que irão beneficiar os produtos. Finda a extração, as melgueiras são retornadas às caixas para que ocorra uma nova recarga de mel. Dependendo da duração e quantidade de floradas, uma mesma safra pode permitir mais de uma batida.

Floradas de inverno

A produção de mel concentra-se na estação chuvosa (*inverno*). Nela, floradas nativas e exóticas - que crescem nos roçados e pastagens da região - servem de fonte de néctar e pólen para as abelhas. Duas safras de inverno foram identificadas em Salitre (Quadro 14):

1ª safra: tem como florada-chefe o marmeleiro (*Croton sonderianus*). O mel foi descrito como sendo claro e de ótima qualidade. A safra do marmeleiro ocorre no início da estação chuvosa, tendo uma duração relativamente curta (entre 20-30 dias), o que explica o

³⁸ Placa de cera impregnada como feromônio específico para *Apis* e encontradas em casas apícolas locais

³⁹ *Floradas*: nome popular das florações que fornecem o pólen e o néctar usados pelas abelhas na produção de mel. Pastagem apícola é o termo técnico

número pequeno de *batidas* por safra (1-2). Além do marmeleiro, as floradas da canelinha, velame e jequiri foram mencionadas em regiões de Serra.

Safras	Mês											
	Estação Chuvosa				T	Estação seca					T	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1ª Safra: Marmeleiro												
2ª safra: Belote												

Quadro 14 - Safras apícolas de inverno identificadas em Salitre. As principais floradas das safras, em um ano de chuvas regulares, são citados. Os meses estão indicados por meio de suas iniciais em ordem crescente (janeiro à dezembro). T: meses de transição onde eventualmente há episódios de chuva
Fonte: pesquisa de campo, 2013

Com base na literatura (PEREIRA *et al*, 2004; SILVA *et al*, 2010), as duas primeiras espécies provavelmente são, respectivamente, *Croton grewoides* e *Croton campestris*, as quais, junto com o marmeleiro (*C. sonderianus*), evidenciam o gênero *Croton* como táxon de grande relevância para a apicultura da região. Todavia, essa classificação não pode ser confirmada, uma vez que não houve observação *in loco* ou coleta de material para identificação botânica. Quanto ao *Jequiri*, não foi possível identificar ou especular o seu nome botânico.

2ª safra: tem no belote (ou belota) a principal florada, também conhecida como *cabecinha-de-negro* ou *vassourinha*. Pela fenologia e características da planta descrita pelos produtores e confrontada com a literatura (PEREIRA *et al*, 2004), supõem-se que o belote seja o nome popular da *Borreria verticilata*. Contudo, não foi possível realizar a identificação botânica *in loco*. O belote é uma pastagem típica das roças de *Sertão* e *Chapada*, florindo na transição entre a estação chuvosa e a estação seca (Quadro 14), logo após a colheita do feijão. Pode ser encontrado também em meio às roças de mandioca. A florada tem uma duração mais prolongada (cerca de 60 dias) que a do marmeleiro, permitindo um maior número de batidas por safra. Assim, em termos quantitativos, o belote é a principal florada da apicultura de Salitre. Em algumas áreas do *Sertão* também foi mencionado o *bamburral* (*Hyptis suaveolens*). De ciclo mais curto, o bamburral responde por uma produção pequena, mas relevante de mel durante a 2ª safra em algumas áreas do município de Salitre.

A flora apícola é muito mais diversa do que as mencionadas acima. Contudo, do ponto de vista do volume de mel produzido, as demais espécies são pouco relevantes e não serão detalhadas neste trabalho.

Floradas de verão

Durante a estação seca, a quantidade e diversidade de floradas diminui drasticamente. Neste contexto, as poucas plantas que florem são de vital importância para manutenção das colmeias. As floradas de verão são compostas principalmente pelo estrato

arbóreo, mais resistente à escassez de chuvas e capaz de produzir botões florais durante a estação seca. Dependendo do adensamento populacional das árvores, as floradas de *verão* permitem alguma produção de mel, porém esta não se compara ao volume da produção de *inverno*. Em Remanso e Casa Nova, espécies lenhosas, como a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e o Angico (*Anadenanthera colubrina*) foram citadas como pastagem apícola produtivas durante a estação seca. Já em Salitre, nenhuma safra foi relatada durante a estiagem, apesar de plantas apícolas florescerem nas caatingas nesse período do ano. Este contexto sugere que há disponibilidade, porém em quantidade insuficiente para sustentar excedentes comercializáveis.

A heterogeneidade de fitofisionomias em Salitre torna a disponibilidade de floradas de verão desigual no território. As áreas de *Serra* foram apontadas como aquelas nas quais a apicultura é menos afetada pela estiagem devido a um número maior de espécies em floração durante este período nos carrascos do alto da chapada do Araripe. Já nas áreas de *Sertão*, a Algaroba (*Prosopis juliflora*) e o Juazeiro (*Zyziphus joazeiro*), típicas da caatinga⁴⁰, foram mencionadas como florações de verão em algumas comunidades, mas ausentes em várias outras.

A escassez de floradas de verão em Salitre, em relação ao estudo de caso da Bahia, levanta algumas reflexões. Apesar de áreas de Caatingas serem substanciais em ambos os casos, o elevado grau de degradação das matas de Salitre talvez explique a baixa densidade de espécies lenhosas. O estrato arbóreo é típico de estágios mais maduros da sucessão ecológica, ou seja, matas primárias ou em processo avançado de regeneração. Os relatos obtidos com diversos produtores e atores institucionais de Salitre, especialmente os mais velhos, apontam um processo de desmatamento histórico intenso e abrangente no município, de modo que grande parte da caatinga observada nas propriedades é vegetação secundária.

A própria relevância que marmeleiro tem para apicultura é um indicador que reforça essa hipótese. A planta é uma espécie pioneira da caatinga, apresentando alta densidade no processo de recolonização de áreas após corte e queima da vegetação (SAMPAIO *et al*, 1998). A sua ampla distribuição nas comunidades visitadas sugere que as caatingas nas quais a apicultura vem se desenvolvendo são compostas majoritariamente de vegetação secundária. Este é um indicador ambiental revelador e que corrobora os relatos dos gestores e produtores mais idosos de que as práticas tradicionais de agricultura baseada no fogo já modificaram grande parte da caatinga original do município. Em contraste, apesar do desmatamento também ser um problema no estudo de caso da Bahia, as áreas de caatinga preservada são mais comuns, visto o seu uso como pastagem para a caprinovinocultura e

⁴⁰ A Algaroba é nativa da África, mas se adaptou muito bem as condições do Semiárido, sendo sua ocorrência frequente em áreas de caatinga

uma menor densidade populacional resultam em relativa menor pressão humana quando comparada a Salitre.

5.1.4 Variabilidade climática e a apicultura

A fenologia das floradas é o elo direto entre a apicultura e o clima. A produção de flores, néctar e pólen envolve grande investimento por parte das plantas. Um complexo aparato fisiológico é finamente regulado por fatores ambientais, especialmente aqueles de natureza climática, como chuvas e temperatura. Em condições extremas de calor e déficit hídrico, a floração pode ser reduzida ou mesmo inibida. Em contrapartida, chuvas abundantes e bem distribuídas potencializam a floração.

A produtividade das colmeias e o volume total da produção de cada apiário será um reflexo indireto dessa relação. Observou-se que variações qualitativas e quantitativas no regime de chuvas tem grande influência na produção apícola. É esperado que em anos de chuva acima da média, a produção apícola tenha um bom desempenho. Um apicultor de Salitre afirmou ser possível fazer até 8 batidas de mel em um inverno de boas chuvas. Outro, tomando como exemplo o ano 2011 (considerado de inverno chuvoso), relatou ter feito 4 batidas apenas na safra do belote: uma batida a cada 15 dias.

Por outro lado, em anos nos quais as chuvas são abaixo da média, há quedas expressivas na produção de mel, permitindo não mais que 3 batidas anuais. Um apicultor de Araripina (PE) assinalou esse ponto. Ele mantinha um registro da relação entre produção de mel e clima desde 1990. Segundo observou, há uma relação entre anos de *El Niño* e quebra da safra de mel. Esse dado não pode confirmado pela pesquisa, mas é um forte indicador da relação clima e apicultura.

Outro vetor climático relevante é a distribuição temporal das chuvas dentro da quadra invernal. Os distúrbios podem ser compreendidos a partir de três aspectos: deslocamento das chuvas, redução da estação chuvosa e aumento da duração dos veranicos.

Deslocamento/duração da estação chuvosa: o atraso no início da estação chuvosa e antecipação do seu fim foi percebida por 71% dos entrevistados de Salitre (vide capítulo 4). Caso seja uma tendência duradoura, essa mudança é potencialmente negativa para a apicultura, pois implica diretamente na redução na duração das floradas. A safra de 2013 é um exemplo. Foi relatado que o atraso do início da estação chuvosa foi acompanhado do atraso da floração do marmeleiro, esperada para janeiro. No dia 31 deste mês - quando as entrevistas foram realizadas - a florada ainda não havia se iniciado em muitos pontos do município por falta de chuva. Alguns produtores manifestaram preocupação quanto aos impactos na 1ª safra de mel. Ao mesmo tempo, o encurtamento da estação chuvosa implica no aumento da duração da estação seca, período crítico para a manutenção dos exames apicultura.

Aumento da duração dos Veranicos: uma má distribuição temporal das precipitações dentro da estação chuvosa pode ser tão nociva para a apicultura quanto a redução no total de chuvas. Mesmo em anos de chuvas regulares, veranicos prolongados podem gerar déficits hídricos que inibem ou reduzem a floração. O relato de um apicultor do *Sertão* de Salitre exemplifica esse fato. Na sua região, houve chuva na primeira quinzena de janeiro de 2013, o que estimulou o início da floração do marmeleiro. Todavia, não houve chuvas na sequência e as flores começaram a murchar antes de produzirem néctar e pólen. A expectativa, segundo ele, é que o número de batidas da safra seja reduzida substancialmente.

A variabilidade espacial do clima também deve ser levada em conta na análise da vulnerabilidade. Como visto no capítulo anterior, cerca de 60% da amostra de Salitre percebia chuvas mais concentradas no espaço em relação a antigamente. A distribuição desigual das chuvas no espaço desencadeia a floração em épocas diferentes ao longo do território municipal, formando “ilhas de floradas” que beneficiam apenas os apicultores próximos. Durante a pesquisa de campo, áreas que receberam chuvas desiguais apresentavam estágios de desenvolvimento das floradas diferenciadas. No final de janeiro de 2013, enquanto a florada do marmeleiro já havia iniciado na porção oeste de Salitre, ainda não havia começado em comunidades do nordeste do município.

Considerando que a mobilidade das abelhas se restringe a um raio de no máximo 3Km dos apiários, a formação de “ilhas” de floração pode potencializar diferenças na sensibilidade e adaptabilidade da apicultura em diferentes áreas do território de Salitre. Esse cenário evidencia a necessidade de pensar o município como uma unidade heterogênea de vulnerabilidade e não como a menor unidade da gestão adaptativa.

5.1.5 Eventos extremos e apicultura: a seca de 2012

A seca de 2012 é um caso extremo de déficit hídrico que permitiu visualizar os limites da vulnerabilidade apícola. O único posto meteorológico de Salitre registrou precipitação de 16mm de chuvas entre janeiro e junho de 2012, concentradas em dois episódios no mês de abril (FUNCEME, 2013). Como esperado, sem chuvas não houve floração expressiva do pasto apícola, fato assinalado por todos os apicultores entrevistados. Em uma área de *Sertão*, um produtor relatou que não houve a safra do bamburral, enquanto as demais safras floriram muito aquém de um ano normal.

Sem flores, as abelhas tiveram grande dificuldade para produzir até mesmo o mel usado na rotina da colmeia. Como consequência, houve uma fuga em massa dos enxames em busca de áreas mais propícias para se instalarem. Em janeiro de 2013, o número de colmeias por produtores tinha sido drasticamente reduzido (Tabela 11).

Tabela 11 - Tamanho e proporção de fugas (%) dos enxames de 6 produtores entrevistados

	Número de enxames		Fuga de enxames (%)
	Dezembro 2011	Janeiro 2013	
Produtor 1	18	14	23%
Produtor 2	70	18	71%
Produtor 3	80	30	63%
Produtor 4	250	190	124%
Produtor 5	300	60	80%
Produtor 6	650	100	85%

¹A fuga relativamente pequena dos enxames do produtor 4 é resultado da escolha desse em reduzir drasticamente a colheita de mel em 2012. Ele foi o único a relatar esse comportamento

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O abandono dos enxames começou cedo. Em alguns casos a partir de Julho de 2012 já foram registrados. Na pequena amostra analisada (n= 6), observa-se que os maiores produtores são, geralmente, os mais afetados (Tabela 11). Essa observação foi corroborada por atores institucionais que trabalham diretamente com os apicultores da região. Isso se deve por dois fatores: **(1)** o pasto apícola das safras de 2012 não sustentaram o grande número de enxames **(2)** medidas adaptativas, tais quais migração das caixas para áreas de pastagem e fornecimento de alimento artificial para enxames tão grandes é muito custoso para o apicultor. Assim, frequentemente ele tem condições de suprir apenas as necessidades de parte das colmeias.

Os enxames que não abandonaram as caixas, sofreram uma queda expressiva na produtividade, que, associada com a fuga de parte dos apiários, resultou em produções de mel muito abaixo do esperado em anos de chuvas regulares (Tabela 12)

Tabela 12 - Exemplo de queda na produção de mel de dois apicultores de Salitre

	Produção de mel (Kg)		Queda 2011/2012
	Inverno bom	Safra 2012	
Produtor 1	392	140	65%
Produtor 2	6.250	250	96%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O impacto na produção em nível municipal reflete os prejuízos individuais. O depoimento de um dos principais intermediários de mel do município é ilustrativo. Em 2011, ele comprou 42 toneladas de mel dos apicultores da região. O destino foi uma indústria de Botucatu (SP). A própria empresa fretou o caminhão que fez o transporte entre as duas cidades. Em 2012, o mesmo intermediário conseguiu comprar apenas 500 kg de mel, uma redução de 99% em relação ao ano anterior. A pequena escala não justificou o custo do frete, e a empresa de SP optou por não comprar a safra.

O impacto da seca de 2012 também terá um efeito prolongado no tempo. A reprodução das abelhas depende da chuva para acontecer. Caso essa seja suficiente, novos enxames são formados e saem em busca de um local para iniciar uma colmeia. É nesse momento que os apicultores costumam capturar os enxames. No primeiro ano de uma colmeia, a produtividade é menor do que a de colmeias mais antigas. Assim, mesmo que

seja possível recuperar o número de enxames perdidos, os sistemas apícolas irão trabalhar abaixo do seu potencial em 2013. Desta forma, é esperado uma produção relativamente baixa, que só será normalizada em 2014, considerando chuvas adequadas em 2013. Se ao contrário, a quadra chuvosa de 2013 também for abaixo da média, é provável que a apicultura só retome em 2015 os índices de produção pré-seca.

No final de janeiro de 2013, o prognóstico não era otimista. As precipitações do início da quadra chuvosa tinham sido insuficientes para desencadear as primeiras floradas e havia uma expectativa dúbia por parte dos apicultores: grande esperança de que o inverno fosse bom, mas desânimo com as previsões de chuvas escassas trazida pela FUNCEME.

5.1.6 Adaptação da apicultura em Salitre

Os produtores não são passivos diante dos distúrbios do clima e adotam diferentes estratégias para administrarem a sazonalidade e os efeitos adversos que a variabilidade climática e eventos extremos tem sobre a apicultura. Identificou-se em Salitre quatro estratégias principais de adaptação climática.

Migração sazonal

Uma estratégia comumente adotada pelos apicultores com mais recursos é o deslocamento de todos ou parte dos apiários para áreas que possuem floradas durante determinadas épocas do ano (Quadro 15). Foram observados dois tipos de migração: a migração de inverno e a migração de verão.

Migrações sazonais	Mês											
	Estação Chuvosa				T	Estação seca					T	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Safra Belote												
Estação Seca												

Quadro 15 - Migrações sazonais da apicultura em Salitre. T: mês de transição
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

A migração de inverno consiste na descida de enxames do alto da *Serra* para áreas de Chapada ou *Sertão*, entre março e junho. O destino é a safra do belote que cresce nas pastagens e roçados da *Chapada* e *Sertão*. São migrações de distâncias curtas, dentro do município.

Os produtores também transportam seus apiários para áreas de *Serra* - cujo clima mais úmido e fitofisionomias arbóreas perenes mantém floradas durante a estação seca. O deslocamento pode ser intra-municipal: entre áreas do *Sertão* de Salitre para as áreas das *Serras* de Salitre. Aqueles que dispõem de mais condições financeiras, deslocam seus apiários para a *Serra* do *Crato*, localizada no alto da chapada do Araripe e a cerca de 150 Km de distância. A *Serra* do *Crato* fornece a florada do Cipó-Uva (*Serjania sp*), uma pastagem apícola bastante apreciada pelos apicultores que, em anos de chuvas regulares,

viabilizam uma 3ª safra de mel durante a estação seca. Na própria região do Crato, já existem empresas e intermediários que compram a produção. Relatos também apontaram para a migração de apiários para pastagens mais longes, como Maranhão. A migração sazonal, especialmente para outros municípios e estados, é uma estratégia adaptativa menos frequente, visto seu custo relativamente elevado. Entretanto, aos que podem arcar com os custos, o retorno da safra da cipó-uva compensa os gastos com transporte e aluguel de áreas de pastagens.

Porém, em 2012, a migração sazonal não foi suficiente para acomodar os impactos da seca. Um dos entrevistados levou 100 caixas para o Maranhão, das quais só 30 seguraram os enxames. Outro apicultor, que levou 5 apiários (300 caixas) para a florada do cipó-uva no Crato, sofreu grande prejuízo (Tabela 13).

Tabela 13 - Comparação do balanço custo/retorno de um apicultor de Salitre que realiza migração anual de 5 apiários (300 colmeias) para a Serra do Crato em dois momentos: 2011 (quadra chuvosa acima da média) e em 2012 (seca extrema).

Variáveis		2011	2012
Nº de caixas		300	300 (fugiram 240 enxames)
Produção (Kg)		7.500	75
Preço do mel (R\$/Kg)		7	10
Balanço Financeiro (R\$)			
Custos Fixos	Frete Salitre/Crato (ida e volta)	(-) 1.200	(-) 1.200
	Ajudante	(-) 100	(-) 100
	Aluguel de pastagens (5 apiários)	(-) 2.000	(-) 2.000
Valor de venda		(+) 52.500	(+) 750
Total		(+) 49.200 (lucro)	(-) 2.550 (prejuízo)

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O caso acima mostra como o potencial adaptativo de uma estratégia é relativo. A migração sazonal apresenta elevada adaptabilidade à sazonalidade e à variabilidade climática, como explicitado pelo balanço financeiro de 2011. Por outro lado, representa uma mal adaptação em anos de eventos extremos e seca, como 2012, no qual houve grande prejuízo. Todavia, no médio prazo, pode ser visto novamente como adaptativo, supondo que, caso o apicultor não tivesse feito a migração para o Crato, a perda de enxames seria maior, comprometendo ainda mais a produção em 2013 e 2014. Esse é um excelente exemplo de como a adaptação é uma escolha que envolve dilemas (*trade-offs*) e demanda uma avaliação complexa de riscos de médio e longo prazo por parte do produtor.

Diversificação Ambiental

A diversificação ambiental é uma estratégia de diluição de riscos. No caso da apicultura, verificou-se que alguns apicultores distribuíam seus apiários em diferentes regiões do município, buscando variar as fitofisionomias (floradas) e condições climáticas

durante a estação chuvosa. Assim, aumenta-se as chances de que, em pelo menos uma dessas áreas, as chuvas e pastagens apícolas sejam suficientes para produzir boas safras de mel. Contudo, à semelhança da migração sazonal, é uma estratégia relativamente pouco acessível. A diversificação ambiental exige áreas extensas de caatinga e/ou condições financeiras para arcar com aluguel de pastagem e transporte das caixas. Assim, geralmente, são os grandes apicultores que praticam a diversificação ambiental dos seus apiários.

É o caso do apicultor mostrado na tabela 13. No total, ele possui 10 apiários (600 caixas). Um apiário se encontra dentro de seu estabelecimento (localizado em área de *Chapada*). Os outros apiários estão distribuídos em pastagens alugadas em duas áreas de *Sertão*, distantes entre si. Em uma delas coloca até 4 apiários (240 colmeias), a qual aluga por R\$ 300 e 1 lata de mel (25Kg). Em outra, aloca as colmeias trazidas do Crato. Segundo suas palavras: “se deixasse (as caixas) só na minha terra, não ia dar certo.”

Ração: complemento alimentar para enfrentar à seca

Muitos daqueles que não tem condições de efetivar a migração para áreas com floradas de verão, empregam fórmulas simples de alimentação caseira ou comprada para manter seus enxames durante a estação seca. A alimentação não visa a produção de mel, mas reduz o risco de abandono dos enxames. Quanto ao manejo, um produtor relatou ser recomendável interromper o fornecimento de ração 15 dias antes do início da floração de inverno, para que as abelhas se reabituem a buscar néctar e pólen nas pastagens apícolas. As rações podem ser tanto líquidas quanto sólidas e são instaladas próximas aos apiários, geralmente colocadas em garrafas PETs ou outros vasilhames artesanais. Observou-se em campo que há variedade de fórmulas de ração, muitas das quais desenvolvidas ou adaptadas pelos próprios apicultores. O quadro 16 sintetiza as principais rações relatadas.

Tipo de ração	Descrição
líquida	Misturar 1L de garapa com erva cidreira. Colocar a solução em uma garrafa PET de 2L. Fazer um pequeno furo na base da garrafa, sob o qual posiciona-se uma bandeja/bacia.
	Diluir 50% de xarope em 50% de água
sólida	Ração a base de goma (de mandioca), farinha e açúcar
	Ração a base de rapadura e mel
	Ração a base de trigo, soja, açúcar refinado e polvilho de milho

Quadro 16 - Tipos e descrição do preparo de rações líquidas e sólidas relatadas pelos apicultores de Salitre
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Regulação da colheita de mel

Em ano de seca severa, a redução drástica ou mesmo a não extração do mel é uma medida adotada, mesmo havendo alguma produção nas melgueiras. É uma escolha extrema, visto que o produtor abre mão de obter renda com a venda de mel. Porém,

mantém uma reserva estratégica para as abelhas passarem a seca, reduzindo assim o risco de fuga dos enxames e possibilitando uma recuperação mais rápida da produção nos anos seguintes. Esse é mais um exemplo de um dilema adaptativo, no qual o apicultor avalia riscos e benefícios diante das suas possibilidades. É uma estratégia, a princípio, mais comum entre apicultores de pequeno porte ou com capacidade financeira insuficiente para acessar estratégias de custo elevado, como a migração sazonal.

5.1.7 Conclusões sobre vulnerabilidade e adaptação da apicultura familiar

A vulnerabilidade da apicultura é determinada sobremaneira pela vulnerabilidade climática da pastagem apícola que a sustenta (Quadro 17). Tanto variações qualitativas na distribuição das chuvas quanto redução em termos quantitativos provocam distúrbios na disponibilidade de floradas. O déficit pluviométrico moderado reduz índices de produtividade e produção. Já eventos extremos, como a seca de 2012, potencializa os impactos, levando a quedas de produtividade e produção que no extremo levam a fuga dos enxames, trazendo prejuízos não só no ano em que ocorre, mas nos anos seguintes visto que a recuperação dos enxames não é imediata.

Vetor de exposição		Impactos diretos	Impactos indiretos
Quantitativo	- Redução da quantidade de chuvas	Redução das floradas: - Quantidade - Qualidade - Duração	Redução de mel: - N ^o de batidas - Produtividade - Produção - Fuga de enxames
Qualitativo	- Atraso do início do inverno - Antecipação do fim do inverno - <i>Veranicos</i>		

Quadro 17 - Cadeia de impactos da variabilidade climática e eventos extremos
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Se, por um lado, o produtor não controla os efeitos adversos do clima sobre as floradas, ele pode moderar sensibilidades e acomodar impactos por meio de certas medidas adaptativas (Quadro 18). Ajustes na extração do mel ou no fornecimento de fontes nutricionais alternativas disponibilizam alimento para os enxames durante períodos críticos sem floradas e baixa reserva estratégica das colmeias. Já na migração, o princípio adaptativo é o ajuste no contexto ambiental, transportando os apiários até as floradas. A diversificação ambiental, por fim, é uma estratégia de diluição de riscos, no qual os apiários são distribuídos em diferentes locais e ambientes. Esta estratégia é sub-ótima (não maximiza a produção), mas confere uma menor vulnerabilidade global (reduz o risco de perda total).

Adaptação	Quando	Objetivos
Migração dos Apiários	<i>Estação Seca</i>	- Obter uma 3ª safra - Reduzir custos de manutenção dos enxames - Evitar fuga dos enxames
Redução da extração de mel	Seca extrema (2012)	- Evitar fuga dos enxames
Uso de ração	<i>Estação Seca</i>	- Evitar fuga dos enxames
Diversificação de ambientes	<i>Estação Seca</i> <i>Estação chuvosa</i>	- Diluir riscos ambientais

Quadro 18 - Adaptações da apicultura familiar observados em Salitre/CE
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

A vulnerabilidade da apicultura, diferentemente das demais atividades rurais familiares, é pouco respaldada por políticas públicas. O contexto de impactos e adaptações podem servir de inspiração à formulação de políticas públicas específicas. Por exemplo, um programa semelhante à *venda subsidiada de milho no Balcão* para alimentação dos rebanhos animais poderia servir de referência para venda subsidiada de ração para apicultura. Isso ajudaria a reduzir o risco de fuga dos enxames durante anos de seca extrema. Outra possibilidade de política pública seria a criação de um seguro semelhante ao *Garantia Safra* da agricultura para a apicultura. A estrutura poderia seguir a mesma lógica de compartilhamento dos custos do seguro entre o produtor e os governos municipal, estadual e federal. Este é uma forma de respaldar o apicultor e evitar que ele abandone a atividade após uma seca extrema e dá condições para que ele reinvesta no sistema apícola.

O incentivo à conservação e recuperação da caatinga é outra estratégia chave para adaptação climática da apicultura, pois impacta diretamente na qualidade e quantidade de floradas. Ao mesmo tempo, a estratégia traz benefícios ecossistêmicos diversos, como preservação da biodiversidade e restauração de habitats. A apicultura é uma oportunidade de valorização econômica e ambiental da caatinga, conciliando anseios que muitas vezes competem entre si. Assim, o potencial socioeconômico e ambiental da apicultura justifica que a atividade seja vista com mais atenção pelos formuladores de política pública e incorporada dentro do debate sobre adaptação à mudança climática e desenvolvimento sustentável.

5.2 VULNERABILIDADE CLIMÁTICA E ADAPTAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR RURAL ⁴¹

Os sistemas agrícolas familiares podem ser de três tipos: irrigados, sequeiro e de vazante. A grande maioria dos estabelecimentos visitados nos municípios baianos e todos em Salitre (CE) são exclusivamente de sequeiro. Entretanto, observou-se propriedades complexas contendo mais de um tipo de sistema e, particularmente no estudo de caso da

⁴¹ Parte desta seção foi publicada em LINDOSO D. L.; EIRÓ F.; ROCHA J. D. Desenvolvimento Sustentável, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança Climática no Semiárido Nordeste: um estudo de caso no Sertão do São Francisco. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v 44, 2013, pp 301-332

Bahia, alguns estabelecimentos com os três tipos. Isso agrega complexidade à análise da vulnerabilidade, visto que cada um dos sistemas apresenta sensibilidades climáticas específicas ou mesmo antagônica. A seguir, as respectivas vulnerabilidades serão analisadas separadamente e em detalhes. O arcabouço da vulnerabilidade discutido no capítulo 1 é aplicado, buscando identificar a relação sensibilidade-exposição, adaptações e aspectos relevantes para a capacidade adaptativa que serão subsídios no debate do capítulo 9.

5.2.1 Sistemas Irrigados

Apesar de conferir uma baixa vulnerabilidade climática aos sistemas agrícolas, o elevado custo para implementar e manter sistemas de irrigação torna a tecnologia muito rara entre os produtores familiares nos municípios estudados (Tabela 14). A exceção é Juazeiro. O município faz parte do polo de irrigação Petrolina/Juazeiro, o principal expoente dos projetos de irrigação que começaram a ser implementados no Semiárido a partir da década de 1960. O projetos foram inicialmente desenvolvidos pela Sudene (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste). Posteriormente, foram ampliados pela Suvale (Superintendência do Vale do São Francisco) e continuados por sua sucessora, a Codevasf (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba), responsável pelos perímetros em julho de 2011, quando a pesquisa foi realizada.

Tabela 14 - Total de estabelecimentos agropecuários, nº de estabelecimentos agropecuários com acesso a irrigação e nº de estabelecimentos agropecuários familiares (2006) nos municípios de Casa Nova, Juazeiro, Remanso, Uauá e Salitre.

Municípios	Nº total de estabelecimentos	Nº de estabelecimentos de agricultura familiar (%)	Nº de estabelecimentos irrigados (%)
Casa Nova (BA)	7.011	6.335 (90%)	732 (10%)
Juazeiro (BA)	4.669	3.918 (84%)	2.329 (50%)
Remanso (BA)	3.307	3.134 (95%)	72 (2%)
Uauá (BA)	2.944	2.697 (92%)	15 (1%)
Salitre (CE)	2.113	1909 (90%)	3 (0,1%)

Fonte: IBGE, 2006 (Sidra tabela 855)

O polo de Juazeiro abriga alguns dos mais antigos projetos de irrigação do vale do São Francisco. No município, quatro projetos estão em funcionamento desde a década de 1970: Mandacaru, Maniçoba, Curaçá e Tourão, os quais mesclam produção rural familiar (colonos) e empresarial (Quadro 19). A infraestrutura de irrigação é administrada por empresas particulares, responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, manutenção das estradas e canais, assim como pela prestação da assistência técnica. Os quatro projetos em Juazeiro totalizam 600 minifúndios familiares (média de 8 ha/família). Os projetos desenvolveram-se, inicialmente, com base em culturas temporárias. Entretanto, foram

substituídas pela fruticultura, que se expandiu rapidamente nos perímetros a partir do final da década de 1980.

Projeto	Área total dos lotes (ha)		Principais culturas	Ano de Criação
	Familiares	Empresas		
Mandacaru	419 (54 famílias)	51	Manga, banana e mamão	1971
Maniçoba	1.889 (241 famílias)	3.117	Manga, coco, maracujá e cana-de-açúcar	1980
Curaçá	1.959 (266 famílias)	2.386	Manga, coco, maracujá e uva	1980
Tourão	211 (37 famílias)	13.451	Cana-de-açúcar	1979

Quadro 19 - Projetos de irrigação no município de Juazeiro, segundo distribuição da área entre agricultura familiar e empresarial, principais culturas e ano de criação
Fonte: adaptado da CODEVASF, 2011

Diante da relevância que a agricultura irrigada tem no estudo de caso da Bahia (18% da amostra praticava irrigação em algum nível), buscou-se incorporar à amostra produtores familiares que se enquadravam nessa categoria. Produtores e atores institucionais ligados aos perímetros irrigados de Mandacaru e Maniçoba foram entrevistados, assim como aqueles que utilizam a irrigação em outras áreas dos municípios, lançando mão de poços ou de grandes corpos hídricos, como açudes ou rio São Francisco. Em Salitre buscou-se também exemplos de irrigação, mas não houve registro.

A pesquisa da Bahia se deparou com contextos irrigados nos quais o produtor se encontrava em uma zona nebulosa entre o tradicional e o empresarial. Em um extremo, estão os colonos dos perímetros irrigados, com renda elevada e uma relevância maior de mão-de-obra contratada. No outro extremo, estão aqueles que ainda têm, na mão-de-obra familiar, a principal força de trabalho, assim como apresentam sistemas agropecuários diversificados, típicos da agricultura tradicional. Em contrapartida, possuem renda relativamente alta e encontram dificuldade de se enquadrar nas linhas de créditos do Pronaf.

De relevância para este trabalho é a baixíssima vulnerabilidade à seca pluviométrica apresentada pelos sistemas irrigados, visto que há um aporte regular de água. Esse fato foi ressaltado por diversos entrevistados, que, ao contrário dos produtores de sequeiro, descreviam a seca como benéfica. A baixa nebulosidade durante o período seco aumenta a insolação e, conseqüentemente, a taxa fotossintética das plantas, o que é positivo para a produtividade. Ademais, anos mais secos apresentam menos problemas fitossanitários (doenças). A seguir, uma análise da vulnerabilidade dos diferentes sistemas irrigados é empreendida.

VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DOS SISTEMAS IRRIGADOS

a. Sensibilidade: regularidade da fonte de água

A sensibilidade do sistema irrigado à seca é baixo quando a fonte de água é contínua e regular. É o caso dos perímetros irrigados da Codevasf. O aporte de água em cada lote é constante e regular ao longo do ano, além de contar com um sistema de gestão próprio (na figura do Distrito de Irrigação), que monitora e administra a disponibilidade hídrica, assim como mantém a qualidade infraestrutura de captação e distribuição da água. Os perímetros irrigados também podem estar localizados em torno de grandes açudes, os quais, mesmo oscilando seu nível ao longo do tempo, são capazes de manter um aporte anual contínuo e regular em anos com chuvas abundantes ou próxima à normal.

Segundo as informações de campo, não há restrição de água dentro dos perímetros irrigados visitados. Se o produtor puder pagar, ele tem disponibilidade hídrica à vontade, mesmo nos meses mais secos do ano. Um administrador de um dos perímetros irrigados de Juazeiro, por exemplo, informou que os colonos consomem em média 1,5 milhão de L de água/ha/mês nos meses mais quentes do ano. A título de comparação, o volume aportado de chuva na região é de cerca de 5 milhões de L/ha/ano⁴². Todavia, não é o aporte hídrico significativamente maior que conferem a grande vantagem dos perímetros irrigados quando comparados com as áreas de sequeiro. É justamente o aporte regular e adequado durante as fases críticas do desenvolvimento das plantas que confere a grande adaptabilidade dos sistemas irrigados.

Contudo, os perímetros de irrigação não são o único contexto de sistema irrigado encontrado na região. Uma segunda realidade é a de produtores que fazem irrigação usando fontes pequenas e individualizadas, como poços artesianos e profundos. Nesse caso, o aporte também é contínuo e regular, mas o volume é limitado pela vazão do poço. Assim, a sensibilidade é maior e a capacidade adaptativa menor quando comparadas ao uso de rios e açudes como fonte hídrica. Um exemplo foi observado na área de sequeiro de Juazeiro (BA). O produtor construiu um poço artesiano com vazão de 10 mil litros/hora, um volume que permitia uma irrigação máxima de três hectares. Considerando que o sistema irriga 10 horas/dia, em um mês (30 dias) são cerca de 1.000.000 litros/ha/mês, uma capacidade 44% menor quando comparada ao exemplo do distrito de irrigação mencionado acima. Apesar de interessante, as irrigações a partir de fontes hídricas individuais são caras e distribuídas de forma desigual pelo território.

A terceira realidade de sistemas de irrigação são aqueles produtores que contam com sistemas cuja fonte é um corpo de água sazonal ou intermitente. Nesses casos, a disponibilidade hídrica varia ao longo do ano. Em Remanso (BA), os produtores familiares

⁴² Considerando uma média pluviométrica de 485mm para Juazeiro (1990-2007)

irrigantes entrevistados moravam às margens da represa Sobradinho. À medida que o nível do reservatório descia, o acesso à água era dificultado e até mesmo inviabilizado nos meses mais secos do ano, pois o rio ficava muito distante e não havia infraestrutura (ex.: canos) para conduzir a água até os esquemas de irrigação.

Irrigantes que usam a água de pequenos açudes e barragens também são relativamente mais sensíveis às oscilações climáticas. Em anos de precipitações abaixo da média, a recarga dos reservatórios é insuficiente e, associada à alta taxa evapotranspirativa do Semiárido, reduz a disponibilidade do fornecimento de água para os produtores. Em casos extremos, implica em corte do fornecimento. Essa situação foi relatada no açude de Pinhões (Juazeiro/BA). Administrado pelo DNOCS, o açude foi construído em 1960 com capacidade de 15 bilhões de litros. Comporta em torno de si 500 lotes (média de 5ha cada) nos quais a irrigação é utilizada. Um entrevistado afirmou que o açude nunca secou, mas que houve anos nos quais desceu a níveis muito baixos, interrompendo a irrigação.

O último contexto observado é o dos produtores familiares que fazem uso marginal e informal da água de refugo de perímetros de irrigação. Este contexto foi verificado em Juazeiro (BA), no qual produtores familiares localizados na periferia da fazenda empresarial Agrovale (latifúndio de cana-de-açúcar irrigada) usavam a água de refugo eliminado pela empresa para irrigar pequenas áreas de frutas e legumes. Nesse caso, os produtores não possuem outorga da água, que poderia, em tese, ser concedida pela empresa. Segundo um interlocutor, a empresa evita liberar a outorga porque a concessão traria responsabilidades legais à empresa para com os usuários em caso de falência da fazenda. Isso tem uma implicação relevante para os irrigantes marginais. Sem a outorga, os produtores não podem pegar empréstimos para investir nos seus sistemas. Ademais, o produtor não controla diretamente o aporte de água. Assim, a irregularidade do fornecimento hídrico, a qualidade da água e a ausência de outorga de uso, tornam a irrigação a partir de água de refugo a mais vulnerável dentre os sistemas irrigados observados.

b. Sensibilidade: método de irrigação

O sistema de irrigação pode lançar mão de três métodos no que diz respeito à eficiência do uso da água. O primeiro método baseia-se em sistemas superficiais ou sulcos: canais superficiais por onde a água é deslocada até as áreas cultivadas. Dentre todos os métodos, é o de menor eficiência, pois há grande perda por evaporação (Tabela 15). Os métodos pressurizados (aspersão convencional e fixa) são mais eficientes no uso da água, seguidos dos métodos localizados (microaspersão e gotejamento), nos quais o horizonte considerado não é solo, mas sim a zona radicular da planta. Isso reduz, sensivelmente, a quantidade de água utilizada (Tabela 15).

Tabela 15 - Comparação do custo de implementação e vazão hídrica (L/s/ha) entre os métodos de irrigação observados em campo

Sistema de irrigação	Custo de implementação (em junho de 2011)	Vazão
Sulco de infiltração	R\$ 2.500/ha	1,5 L/s/ha
Aspersão convencional	R\$ 4.000/ha	1,25 L/s/ha
Aspersão fixo	R\$ 5.000/ha	
Microaspersão	R\$ 7.000/ha	1L/s/ha
Gotejamento	R\$ 8.500/ha	0,9L/s/ha

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Aumentar a eficiência hídrica dos sistemas de irrigação é a principal estratégia adaptativa quando se trata de riscos de escassez no aporte hídrico. Sistemas mais eficientes usam uma quantidade menor do recurso para atingir índices ótimos de produtividade. Em contextos de restrição no fornecimento de água, estes sistemas apresentam menor sensibilidade quando comparados a sistemas menos eficientes. Contudo o ganho de eficiência é acompanhado do aumento dos custos (Tabela 15). Isso explica o porquê de métodos como gotejamento e microaspersão serem encontrados em uma fração menor dos estabelecimentos em relação aos métodos de irrigação superficiais (Gráfico 8).

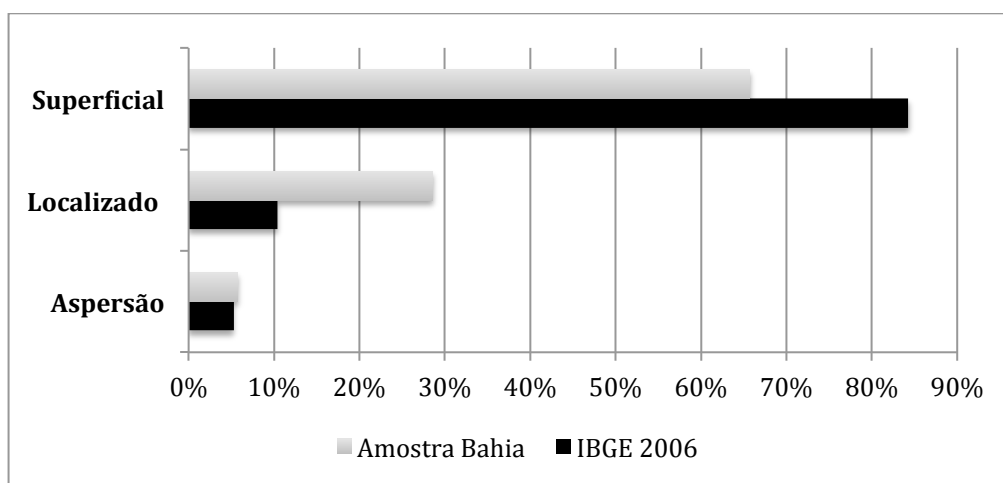


Gráfico 8- Proporção dos produtores irrigantes segundo o método de irrigação utilizado: superficial (sulco); aspersão; localizado (microaspersão e gotejamento). Os dados referem-se ao conjunto de estabelecimentos com irrigação dos quatro municípios do estudo da Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá). Os resultados são apresentados para a sub-amostra válida da pesquisa (n= 35) e aos dados do universo dos estabelecimentos trazidos no Censo Agropecuário 2006

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; Censo Agropecuário IBGE, 2006

c. Sensibilidade: risco de salinização

A salinização dos solos é um problema para a agricultura de irrigação. No estudo de caso da Bahia, foram relatados diversos casos dentro e fora dos perímetros da Codevasf. Em algumas áreas, o processo de salinização estava avançada. No distrito irrigado de Maniçoba (Juazeiro/BA), uma das vilas era conhecida como *Vila Quebrada*, devido à salinização de suas propriedades. Dois lotes já haviam sido condenados como irrecuperáveis. Segundo o técnico responsável, isso se deu devido à sinergia entre solos

rasos, sem drenagem, irrigados durante 30 anos consecutivos pelo método de irrigação em sulco, evidenciando que a salinização é um processo complexo, determinado pela confluência de vários fatores, dentre os quais os climáticos.

O primeiro fator de risco é a salinidade da água usada na irrigação. As características dos solos do semiárido implicam que uma grande parte dos reservatórios subterrâneos apresentam algum grau de salinidade. Isso é especialmente relevante na irrigação que usa poços artesianos e cacimbas como fonte hídrica. Aqueles que utilizam água de refugo, como observado no entorno da fazenda Agrovale (Juazeiro/BA), também estão sujeitos a um risco maior de salinização. O teor de sais dessas águas é elevado, mesmo que a fonte original não o seja. A explicação para tal é o uso intensivo de fertilizantes pelos usuários primários (ex.: Agrovale) e à lixiviação dos sais do solo a medida que a água flui pelos canais superficiais. Em contrapartida, o teor salino da água não é crítico nas áreas irrigadas às margens do São Francisco. As concentrações médias de sais do rio são cerca de 10 vezes menores que o limite considerado normal.

Outro fator relevante no risco de salinização é a composição química dos solos. A pesquisa de campo identificou quatro gradientes de solo, cada qual associado a um risco crescente de salinização: *normal*, *salino*, *salino-sódico* e *sódico*, respectivamente. Técnicos agrícolas da região de Juazeiro afirmaram que a maior parte dos solos da região são considerados normais, apesar de haver uma tendência do aumento de solos *salinos*. Já os solos *sódicos* e os *salino-sódicos* são raros. E estes são os mais vulneráveis a salinização. O sódio é um sal adsorvido pelos colóides aniônicos (carregados negativamente) presentes no solo, o que torna sua remoção muito difícil pelos métodos tradicionais. Ele é eliminado apenas por meio da remoção química (ex.: sulfato de cálcio ou gesso desidratado - CaSO_4). Segundo um interlocutor especialista, no caso do estabelecimento apresentar predomínio de solos *sódicos*, a melhor opção para o produtor é adquirir outra propriedade.

A salinização também ocorre por ascensão capilar. Em solos rasos e mal drenados, a água infiltra acumula-se sobre o cristalino, absorvendo sais nesse processo. A medida que ocorre a evaporação, ela ascende, trazendo sais para zona radicular, o que altera a pressão osmótica e prejudica o desenvolvimento das plantas. É neste ponto que o clima exerce sua pressão. A temperatura modula a taxa evaporativa do solo e, considerando que a razão entre evaporação e precipitação no semiárido é de 3:1, é razoável considerar esse o vetor climático como chave da compreensão de risco. A elevação das temperaturas projetada para o século XXI irá potencializar ainda mais esse vetor de estresse. Uma estratégia adaptativa neste caso é a presença de drenos coletores subterrâneos, que canalizam a água infiltrada para fora da área de plantio, reduzindo sensivelmente o risco de salinização por ascensão capilar. Associado à infraestrutura de drenagem, realiza-se as lâminas de lixiviação, na qual o solo é lavado para que o excesso de sal seja removido.

Outra estratégia adaptativa à salinização é a adubação orgânica do solo, cujas vantagens são várias. Primeiro, protege o solo, regulando a temperatura e a taxa de evaporação, reduzindo o risco de salinização por ascensão capilar. Segundo, tem um efeito tampão, pois sua decomposição fornece coloides de carga negativa, que sequestram os sais em excesso, como o sódio, neutralizando a salinização. Terceiro, fertiliza o solo e reduz a demanda por fertilizantes químicos, cujo uso descontrolado é um dos grandes responsáveis pela salinização do solo.

Métodos de irrigação mais eficientes também são medidas adaptativas interessantes. Os mais intensivos em água, que são planejados para atender a demanda dos solos (métodos superficiais e pressurizados), tem apenas parte da água usada pela planta. Outra parte infiltra e pode, eventualmente, subir por ascensão capilar. Já os métodos localizados, como o gotejamento, atendem a demanda da zona radicular da planta, reduzindo significativamente o risco de salinização.

Por fim, o manejo da aplicação dos fertilizantes é outro fator de risco. O uso indiscriminado de fertilizantes NPK, especialmente os baseados em Nitrogênio e em Potássio, contribuem sobremaneira para a salinização. Muitos produtores usam volumes superiores ao necessário. O excesso fica no solo, infiltrando e ascendendo junto com a água evaporada. Assim, o ajuste da aplicação, tendo em vista o adequado a cada solo, é uma estratégia adaptativa eficiente para reduzir a sensibilidade do solo à salinização. Para tal, é necessário análise das necessidades dos solos e apoio técnico, os quais são raros na realidade da produção rural familiar (a exceção dos lotes dentro dos perímetros de irrigação da Codevasf assinalados no Quadro 19).

Considerações finais sobre vulnerabilidade climática dos sistemas agrícolas irrigados familiares

Os sistemas irrigados são pouco sensíveis às variações no regime de chuvas, desde que a fonte hídrica forneça volumes constantes e regulares de água. Contudo, em condições extremas de seca, sistemas irrigados baseados em reservatórios com baixa capacidade de armazenamento ou alta dependência das chuvas para recarga são sensíveis às oscilações da precipitação (Quadro 20).

Vetor Climático	Sensibilidade		Impacto na irrigação
	Fonte hídrica	Exemplos	
- Redução das chuvas	Fonte perene e abundante	- Perímetro irrigados - Grandes açudes	Muito raro
	Fonte perene e limitada	- Poços - Açudes médios - Barragens	Raro (em anos de seca extrema)
- Elevação da temperaturas	Fonte sazonal e abundante	- Vazantes do São Francisco	Frequente (anos de grandes vazantes)
	Fonte intermitente	- Barreiros - Açudes pequenos - Cacimbas - Riachos	Muito frequente (anos com déficit pluviométrico)

Quadro 20 - Vulnerabilidade do fornecimento de água pela irrigação segundo a fonte de água.
Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Ademais, o clima influencia indiretamente o processo de salinização dos solos, um problema ambiental de causas complexas na agricultura irrigada (Quadro 21). Mais especificamente, a temperatura controla a salinização por meio do impacto na ascensão capilar e, portanto, representa um vetor de risco. Um repertório de medidas adaptativas foram identificadas e, tomadas em conjunto, tem grande potencial na moderação do risco da salinização. Isso explicita a percepção de que o clima não é um vetor de ação isolada, mas atua em sinergia com outros vetores, ora sendo preponderante, ora tendo uma influência mais marginal.

Vetores		Impacto	Medidas adaptativas
Sensibilidade (internos)	Salinidade do solo	Salinização	Eficiência no uso da água
	Salinidade da água		Sistemas de drenagem
	Excesso de fertilizantes		Remoção química do solo
Exposição (externo)	Elevação da temperatura		Gestão do uso de fertilizantes
			Adubação orgânica

Quadro 21 - Vetores, impactos e medidas adaptativas à salinização identificadas em campo.
Fonte: Pesquisa de campo, 2011

A irrigação mostrou-se uma estratégia eficiente em reduzir a sensibilidade dos sistemas agrícolas à irregularidade das chuvas do Semiárido. Do ponto de vista econômico, não há dúvidas de que os projetos de irrigação trouxeram dinamismo para a economia local, fomentando toda uma cadeia de serviços associada à produção, comercialização e transporte, gerando empregos e crescimento econômico. Porém, do ponto de vista da equidade, verifica-se que o “milagre das águas” é para poucos. Apenas uma pequena fração dos estabelecimentos dos municípios visitados na Bahia adota a tecnologia. Isso reflete uma grande desigualdade na distribuição desse recurso tão valioso. O contraste é maior quando se considera que sistemas de irrigação exigem investimentos relativamente altos e que os que possuem são, em sua grande maioria, médios ou grandes produtores, explicitando a concentração do recurso em uma região (estudo de caso da Bahia) na qual 90% dos estabelecimentos rurais são familiares.

Por outro lado, se a irrigação fosse uma estratégia adaptativa universalizada, outra questão relevante à sustentabilidade seria levantada: a demanda por água respeitaria a capacidade de suporte das fontes de água, como o rio São Francisco, já sobrecarregado pelos seus usos múltiplos (irrigação, abastecimento hídrico humano, geração de energia, transporte, etc)? Este contexto é agravado pelo fato da irrigação por sulco – pouco eficiente no uso da água – ainda ser a tecnologia predominante nos estabelecimentos irrigados, o que é contraproducente em uma região semiárida.

Por fim, cabe ressaltar que a classificação de certos produtores considerados como familiares é controversa. Os colonos dos perímetros irrigados se aproximam muito mais de produtores empresariais do que de produtores tradicionais. Entretanto, a pesquisa se deparou com um amplo gradiente de produtores familiares ainda com fortes características tradicionais, mas que adotam sistemas de irrigação com diferentes graus de sofisticação tecnológica associada a sistemas de sequeiro. Estes transitam em uma zona nebulosa entre tradicional e empresarial que dificulta a intervenção pública adaptativa, tendo em vista os critérios de inclusão da Política Nacional sobre Agricultura Familiar. Observou-se em campo que alguns desses produtores estão em um limbo político no qual não se enquadram nem nas Ações e Programas destinados para agricultura familiar, nem se adequam ou tem condições de se beneficiar das políticas voltadas para o médio produtor. Essa complexidade na ponta ainda demandam maior reflexão nas escalas mais amplas da formulação as políticas públicas

5.2.2 Sistemas Sequeiro

Em contraponto aos sistemas irrigados, a agricultura de sequeiro é totalmente dependente do regime pluviométrico, com aporte hídrico altamente irregular, determinado por fatores climáticos regionais e globais que fogem ao controle do produtor. De modo geral, os sistemas de sequeiro envolvem pequenas áreas de milho, feijão e mandioca visando o autoconsumo⁴³ (humano e animal). Em graus diversos, a produção agrícola também é comercializada. A seguir, a vulnerabilidade dos sistemas de sequeiro é examinada em detalhes para o estudo de caso de Salitre (CE), onde foi investigada em profundidade. A análise se deparou com três “tipos” agroambientais relevantes: *Sertão*, *Serra* e *Chapada* (vide capítulo 3), cada qual com contextos agropecuários e vulnerabilidades climáticas específicas.

⁴³ Autoconsumo será usado doravante como sinônimo de subsistência

Vulnerabilidade Biológica da Agricultura de Sequeiro

No Semiárido, a agricultura familiar de sequeiro tem na mandioca, no milho e no feijão os principais cultivos. Em Salitre, a fava também apareceu como cultivo relevante em algumas áreas de *Sertão*. Outras culturas, como cana-de-açúcar, arroz, algodão, abóbora, hortaliças, fruteiras também são encontradas com certa frequência, mas variam de importância de acordo com a propriedade e região. Cada espécie agrícola (e suas diferentes variedades) possui sensibilidades climáticas e capacidades adaptativas particulares. A análise que se segue enfatiza a mandioca, o feijão, o milho e a fava, mas pode ser expandida para as demais culturas de acordo com a necessidade do diagnóstico.

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma espécie chave na cultura e alimentação sertaneja. As variedades usadas na alimentação humana são chamadas de *mandioca mansa*, *mandioca de mesa*, *macaxeira* ou *aipim*. Já as variedades usadas na fabricação de farinha e goma são chamadas de *mandioca brava* ou simplesmente *mandioca*, termo que será empregado doravante.

Por sua vez, o milho (*Zea mays*) é uma espécie chave na agricultura familiar. Os grãos são de especial relevância como ração animal, estocados em galões na safra para ser dado aos plantéis durante a estação seca. Em estabelecimentos familiares no qual há excedente, o milho é vendido no mercado local. Já o feijão (*Vigna spp*) é o mais versátil das culturas tradicionais, sendo plantado em consórcio tanto com o milho quanto com a mandioca. No Semiárido, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), também conhecido como feijão-de-corda ou feijão-fradinho, é a espécie predominante. Seu cultivo é principalmente para o consumo humano e, eventualmente, é comercializado. Por fim, a fava (*Phaseolus lunatus*) aparece como espécie relevante no Ceará. É filogeneticamente próxima ao feijão (o que leva a ser também chamada de feijão-fava) e tem no mercado o principal destino da produção.

a. Sensibilidade biológica dos cultivares ao clima

As quatro espécies citadas acima apresentam sensibilidades e adaptações distintas ao estresse hídrico, impacto direto dos déficits pluviométricos que caracterizam o Semiárido. Essas diferenças são percebidas pelos produtores que identificam a mandioca como a espécie mais resistente à seca e o milho como a mais sensível. Essa constatação encontra bases biológicas, explicitando que a escala do cultivar é o primeiro nível a ser analisado quando se trata de entender vulnerabilidade climática da agricultura.

A mandioca (*M. esculenta*) tem adaptações morfológicas e fisiológicas que a torna relativamente resistente ao estresse hídrico. A principal delas e “objeto” da indústria da mandiocultura são as suas raízes tuberosas (chamadas de *batata* pelos produtores de Salitre). Elas armazenam água e carboidratos, funcionando como uma reserva estratégica

para a planta enfrentar períodos de escassez durante a estação seca ou em anos de *inverno fraco* (tal qual 2012).

Outro mecanismo biológico da mandioca é o fechamento estomático das folhas. Sob estresse hídrico, estes pequenos poros foliares - através dos quais ocorrem as trocas gasosas da planta (entrada de CO₂ e saída de H₂O e O₂) - são fechados e a planta cessa sua perda evapotranspirativa de água (ALVES, 2006). O metabolismo atinge níveis basais e a planta assume um estado semelhante a hibernação, permitindo que a mandioca aguarde condições propícias para retomar seu crescimento. Entretanto, isso tem um custo para os produtores rurais. O fechamento estomático paralisa as atividades fotossintéticas e, conseqüentemente, o desenvolvimento vegetativo da planta. Dentre as atividades comprometidas está o armazenamento dos carboidratos nas batatas, base da sua exploração econômica. Assim, as adaptações biológicas da mandioca às condições semiáridas não implicam na manutenção da sua produtividade econômica.

O feijão, comparativamente, apresenta uma sensibilidade climática intermediária entre a mandioca e o milho. Suporta relativamente bem breves estresses hídricos durante a germinação, os quais podem, inclusive, estimular o crescimento radicular da planta. Todavia, a deficiência hídrica próxima a floração compromete sobremaneira o cultivar (EMBRAPA, 2013a⁴⁴). Esta sensibilidade do feijão foi corroborada por vários produtores entrevistados na Bahia e no Ceará. Esta informação permite uma qualificação mais detalhada do vetor de exposição do cultivo: déficit pluviométrico durante a floração. Como será discutido mais à frente, a adoção de variedades de ciclo curto é adaptação recomendada nesse caso.

Já a fava apresenta alta tolerância à seca. Devido a elevada rusticidade, sua colheita pode ser mais prolongada no período seco (MELO *et al*, 2009). Todavia, não foram obtidos em campo ou na literatura dados mais consolidados para avaliar a sensibilidade da fava em relação aos demais cultivares. Sendo ela uma espécie geneticamente próxima ao feijão-caupi, optou-se por considerar - para fins desse trabalho - uma sensibilidade semelhante.

Cultivo	Cota de precipitação adequada (mm)	Sensibilidade Biológicas ao estresse hídrico
Mandioca	1.000-1.500	Baixa: apesar da cota de chuvas exigida ser alta, um aporte mínimo no início do desenvolvimento é suficiente para estabelecer a planta. A reserva subterrânea de água/carboidratos associada à hibernação metabólica permite ao cultivo resistir a períodos prolongados de estresse hídrico.
Feijão-caupi	250-500	Média: resistente ao estresse hídrico durante a germinação, mas sensível durante a fase de floração. Neste período, um veranico mais prolongado pode ser catastrófico
Fava	<i>Sem informação</i>	Média: espécie rústica, tolera período longos de déficit hídrico
Milho	500-800	Alta: afetado pelo estresse hídrico em diversos momentos do ciclo. Em um contexto de veranicos frequentes e longos, o risco de perda agrícola é alto.

Quadro 22 - Sensibilidade biológica das principais culturas familiares identificadas em campo. Cota de precipitação adequada refere-se ao gradiente de chuvas recomendado para o desenvolvimento ótimo do cultivar
 Fonte: Anjos *et al*, 2007; EMBRAPA, 2013a;b; Pesquisa de Campo, 2011; 2013

No extremo do gradiente de vulnerabilidade biológica, o milho é o mais sensível ao déficit hídrico dentre os cultivos considerados (Quadro 22). Vários de seus estágios de desenvolvimento, desde a germinação até o *embonecamento* (floração que dará origem a espiga), são finamente regulados pela disponibilidade de água (EMBRAPA, 2013b⁴⁵). O estresse hídrico em qualquer uma dessas fases pode reduzir significativamente a produtividade ou mesmo representar a morte da planta. Soma-se a isso um ciclo relativamente longo do milho (90 a 120 dias) em comparação às demais culturas anuais (feijão e fava), o que aumenta sua exposição aos *invernos* curtos e irregulares (SUN *et al*, 2007).

Com base na literatura e informações da pesquisa de campo, conclui-se que a distribuição temporal das chuvas, ao longo dos meses de plantio e desenvolvimento das culturas agrícolas, é mais importante na determinação da vulnerabilidade climática do que o total anual de chuvas. Em outras palavras, a ocorrência de veranicos durante os estágios chave do ciclo das plantas é o vetor climático mais relevante. A sensibilidade dos cultivos está diretamente associada à capacidade biológica de cada um em resistir a esses breves períodos de escassez hídrica. Isso explica o porquê que uma espécie como a mandioca, exigente em quantidade de chuvas, consegue perseverar em áreas do semiárido com precipitações médias até cinco vezes menores do que o considerado ideal. A capacidade da planta em estocar e “hibernar” sob estresse hídrico permite que ela resista aos veranicos muito melhor que o milho e o feijão.

De modo a validar essas informações, uma análise na oscilação da produtividade foi realizada para cada um dos cultivares. Para tal, tomou-se o município de Salitre como

referência. Dados municipais de produção e área colhida foram obtidos no banco de dados do IBGE considerando a série histórica 1990-2011. A metodologia utilizada encontra-se resumida no quadro 23. Os resultados são apresentados nos Gráficos 9 a 12.

Passos	Descrição
1º passo Seleção dos dados	Em cada ano da série (1990-2011) foi obtida a produtividade municipal para cada uma das culturas
2º passo Média de produtividade	A média da produtividade foi calculada para cada cultura considerando a série histórica selecionada
3º passo: Anomalia anual da produtividade	A anomalia da produtividade em relação a média histórica foi calculada para cada cultura. Os valores são dados em %. Esta é uma metodologia semelhante a usada para analisar anomalias pluviométricas dentro de uma série histórica

Quadro 23 - Metodologia usada para calcular a anomalia de produtividade das principais culturas familiares (mandioca, feijão, milho e fava) no município de Salitre para a série histórica 1990-2011

Fonte: elaborado pelo autor

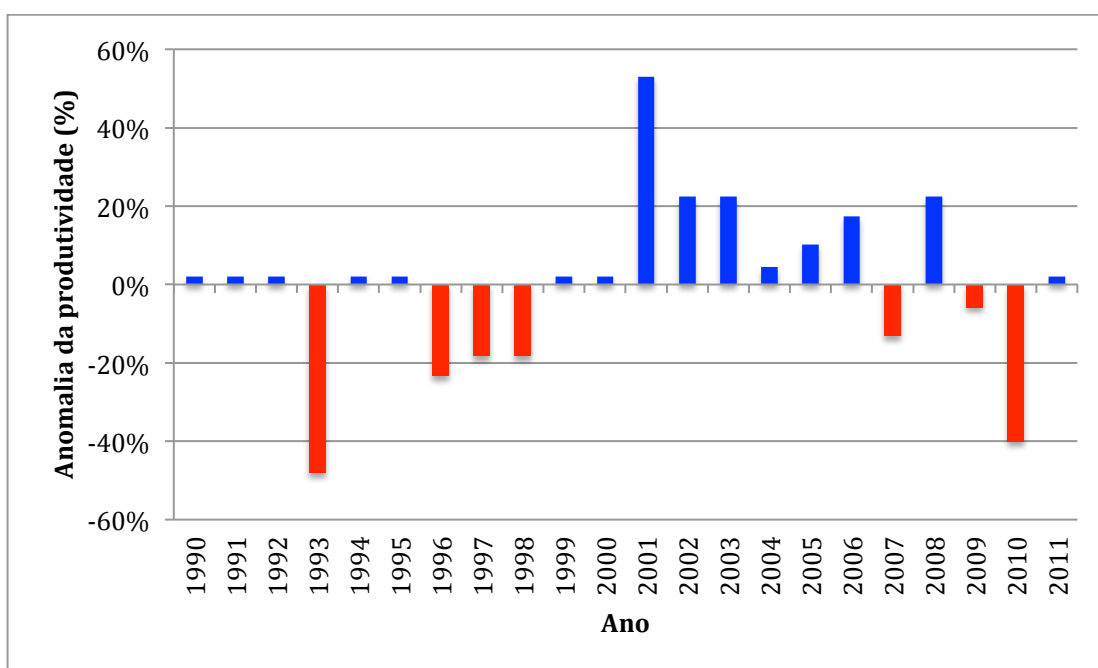


Gráfico 9- Anomalia da produtividade anual da mandioca (%) em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre

Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

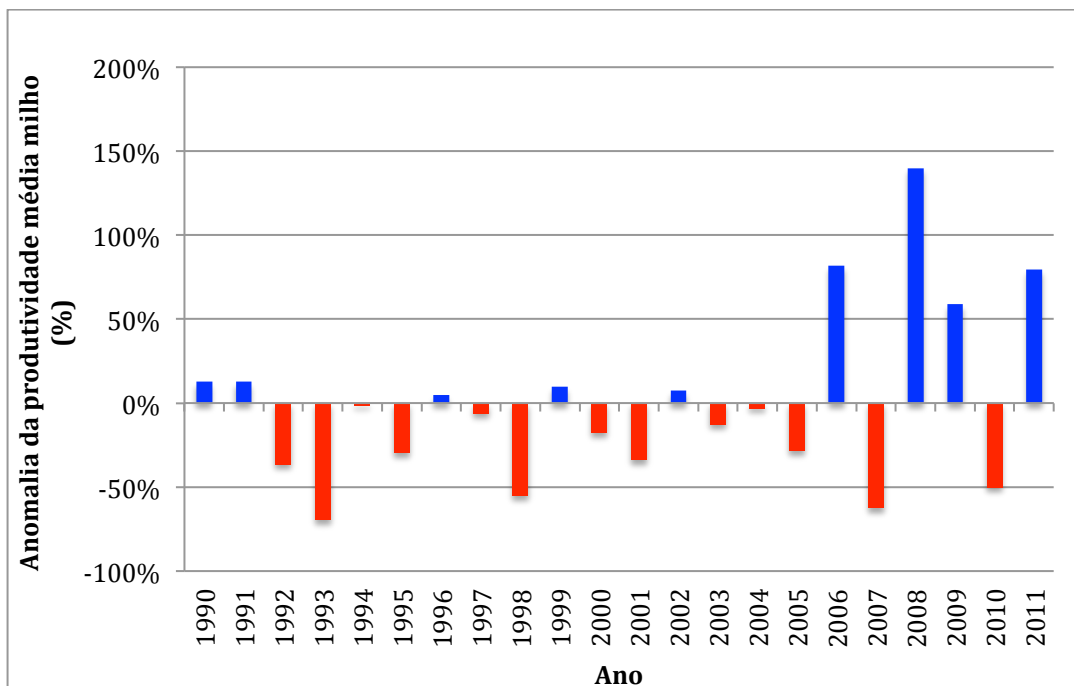


Gráfico 10- Anomalia da produtividade anual do milho (%) em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre
 Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

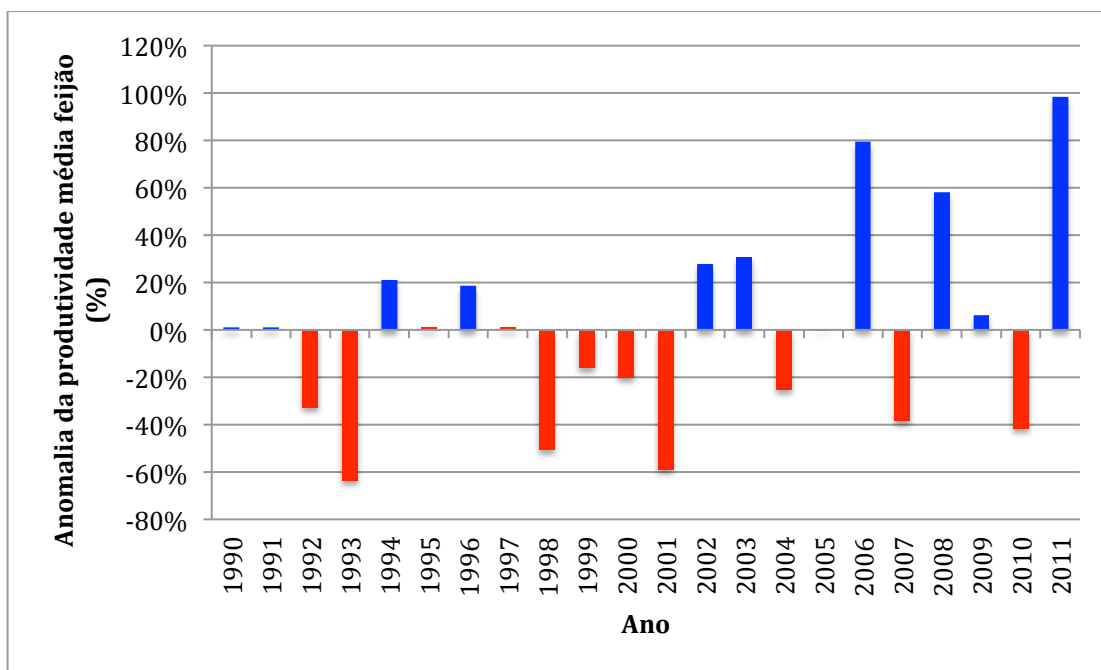


Gráfico 11- Anomalia da produtividade anual do feijão (%) em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre
 Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

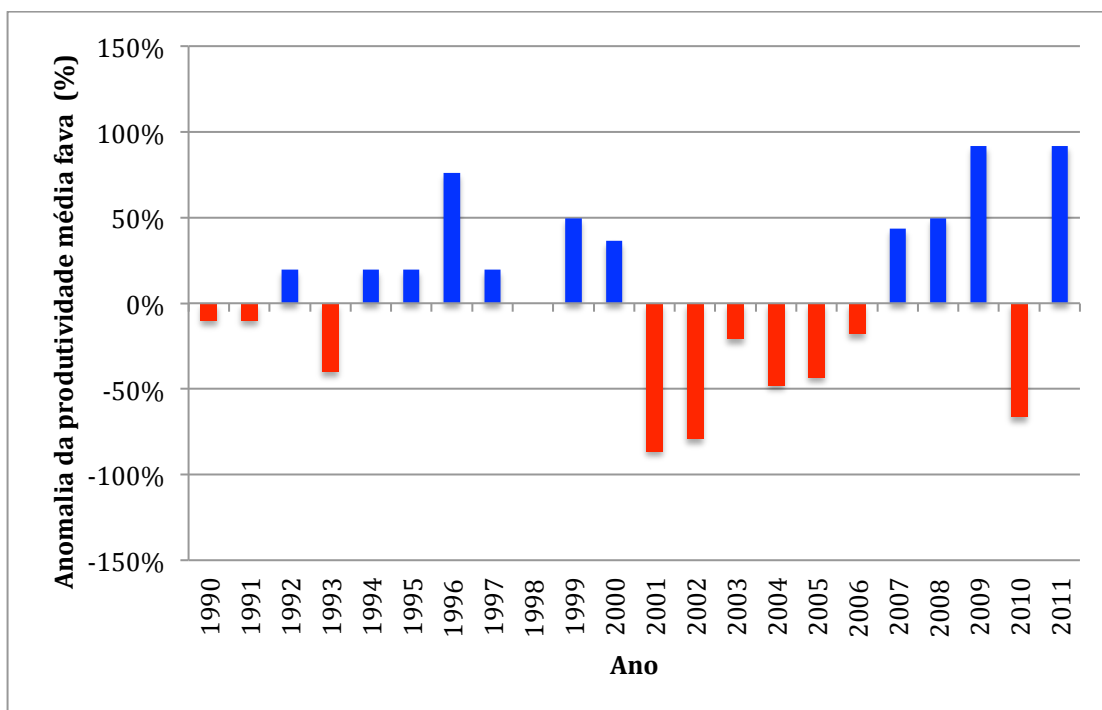


Gráfico 12- Anomalia da produtividade anual da fava (%) em relação à média do período (1990-2011) no município de Salitre. A produtividade de 1998 não este representada porque a área plantada foi nula neste ano
 Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

Os gráficos trazem dois tipos de informação relevante. O primeiro diz respeito ao número de anos com anomalias negativas, ou seja, anos em que o desempenho da produtividade ficou abaixo da média histórica. O segundo tipo refere-se ao grau de instabilidade produtiva. Quanto mais sensível é um cultivar ao clima, maior a oscilação da sua produtividade interanual. Este aspecto pode ser observado analisando a magnitude das anomalias positivas e negativas (dadas em % em relação a média histórica). O presente trabalho reconhece que a oscilação na produtividade não é resultado exclusivo do clima, recebendo também influência de outros vetores, como doenças/pragas e degradação do solo. Diante desse contexto, os resultados da análise são confrontados com informações climatológicas e com a percepção climática dos produtores.

Os gráficos são elucidativos. Primeiro, porque evidenciam a grande irregularidade da produtividade das culturas de sequeiro. Segundo, porque corrobora as sensibilidades relativas entre as culturas. A mandioca aparece como a menos sensível, fato expresso em um número menor de anos com anomalias negativas (Gráfico 9). E quando estas ocorreram, as quedas foram mais amenas comparadas a observada para os demais cultivos (Tabela 16). Outro indicador que expressa a baixa sensibilidade da mandioca é uma menor amplitude relativa entre os valores máximos de anomalia positiva e de anomalia negativa (Tabela 16). Este indicador é importante, pois apresenta a produtividade da mandioca como relativamente estável e regular em um contexto caracterizado pela alta irregularidade climática.

Como esperado, no outro extremo, encontra-se o milho. A diferença entre os extremos negativos e positivos é o maior observado (Tabela 16). Ademais, apresentou anomalia negativa em 13 dos 22 anos da série (cerca de 60% do tempo). Este comportamento é percebido – guardada as proporções – pelos agricultores. Segundo um produtor de sequeiro no município de Remanso (BA) “O milho se perde quase todo ano. A cada cinco anos, colhe-se bem um.”

Tabela 16 - Avaliação da anomalia da produtividade para mandioca, milho, feijão e fava no município de Salitre (1990-2011). Os indicadores usados são: número de anos com anomalias negativas; anomalia negativa média; instabilidade produtiva (diferença entre a anomalia negativa e positiva máximas).

Cultivo	Anomalias negativas (1990-2011)		Instabilidade produtiva		
	nº de anos	Anomalia média (%)	Maior anomalia negativa (%)	Maior anomalia positiva (%)	Diferença
Mandioca	7	- 24	- 48 (1993)	+ 53 (2001)	101
Feijão	8	- 41	- 64 (1993)	+ 98 (2011)	162
Fava	10	- 42	- 86 (2001)	+ 92 (2009/11)	178
Milho	13	- 31	- 69 (1993)	+ 140 (2008)	209

Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

Observa-se que há uma correlação entre as quedas da produtividade e déficits pluviométricos. A maior parte das anomalias negativas coincidem com os anos considerados secos, tanto nos dados meteorológicos, quanto na percepção dos produtores. Destaque para os anos de secas marcantes como 1993, 1998, 2007 e 2010, nos quais houve notadamente chuvas e produtividade abaixo da média em Salitre (Tabela 17). Estes anos também foram percebidos pelos produtores. A grande seca de 1993, por exemplo, foi mencionada por 67% dos entrevistados quando questionados sobre anos com prejuízo agrícola marcante.

Tabela 17 - Anomalias negativas da produtividade maiores que 50% para mandioca, milho, feijão e fava no município de Salitre (1990-2011).

Cultivo	Anomalia negativa maior que 50%		
	Nº de observações (anos)	Média das anomalias	Anos de ocorrência
Mandioca	0	NA	NA
Feijão	3	- 58 %	1993/1998/2001
Fava	3	-77 %	2001/2002/2010
Milho	4	- 59%	1993/1998/2007/2010

Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

Não menos importante, é a relação entre extremos de chuva e a sensibilidade da produtividade. É o caso de 2004. O ano se destaca com precipitação 85% acima da média (vide capítulo 4) e foi identificado como ano de chuva marcante por 63% dos entrevistados. Ao mesmo tempo, os gráficos 9-12 sugerem que o excesso de chuva coincide com a queda na produtividade do feijão e fava, e, ligeiramente, na do milho. Essa relação entre excesso de chuvas e perda agrícola foi relatada tanto no estudo de Salitre quanto no da Bahia.

b. Sensibilidade: agroambientes

A sensibilidade climática de cada cultura depende também do agroambiente na qual se desenvolve. Cada espécie vegetal demanda condições específicas de crescimento. A mandioca, por exemplo, é uma espécie que prefere solos profundos e bem drenados, sendo os solos *ariscos*⁴⁶ (arenosos) os mais indicados. No outro extremo edáfico, encontra-se o milho, que se desenvolve melhor em solos férteis e de textura argilosa (*massapê* e *baixio*), menos permeáveis a água. Já o feijão-caupi desenvolve-se bem tanto nos solos arenoso quanto nos de textura mais argilosa, sendo por isso cultivado em consórcio tanto com a mandioca quanto com o milho

Essa relação é compreendida pelo produtor, que escolhe seus cultivos de acordo com as limitações e vocações ambientais do seu estabelecimento. Este comportamento ficou evidente no estudo de caso de Salitre (CE). Na *Serra*, o relevo plano, e os solos profundos e arenosos fornecem condições ideais para a mandiocultura: boa drenagem e profundidade para o crescimento das raízes. Todos os estabelecimentos visitados nesse agroambiente tinham a mandioca como principal cultivo (Quadro 24). Já os terrenos rasos e de textura argilosa do *Sertão*, especialmente nas baixadas e vales, foram apresentados como desfavoráveis à mandioca devido à resistência física imposto às raízes e elevado risco de encharcamento. Em contrapartida, são muito favoráveis ao milho, que predomina nos estabelecimentos desse agroambiente (Quadro 24). A adaptabilidade do feijão tanto aos solos argilosos quanto aos arenosos torna o cultivo frequente em ambos os agroambientes.

Agroambiente	Estabelecimentos que plantam		Área (Ha)	Tipo de solo predominante
Comunidades de Serra (n=16)	Mandioca	100%	3,0	93% solos ariscos
	Milho	31%	0,5	
	Feijão	69%	1,4	
	Fava	0%	-	
Comunidades de Transição (n= 10)	Mandioca	60%	2,1	86% solos baixio ou massapê
	Milho	100%	1,5	
	Feijão	100%	1,6	
	Fava	30%	2,3	
Comunidades de Sertão (n= 12)	Mandioca	15%	*	25% apenas baixio 30% apenas arisco 30% baixio e arenosos 8% massapê e baixio
	Milho	100%	5,6	
	Feijão	100%	3,0	
	Fava	50%	3,5	
Amostra (n=38)	Mandioca	62%	3,0	-
	Milho	69%	3,4	
	Feijão	85%	2,0	
	Fava	23%	3,1	

Quadro 24 - Relação entre agroambiente/tipo de solo e presença/área dos principais cultivos observados (mandioca, milho, feijão e fava) na amostra de Salitre (n=38). * Optou-se por desconsiderar a área média da mandioca para o Sertão, visto que houve apenas dois informantes com áreas muito distintas entre si (10 ha e 1ha).

Fonte: Pesquisa de Campo, 2013

⁴⁶ Os nomes populares dos solos, usados pelos produtores e extensionistas, serão utilizados em conjunto com os termos mais formais

As comunidades que encontram-se em áreas de transição entre *Serra* e *Sertão* congregam um mosaico de solos. O resultado é um contexto agrícola diversificado, no qual os quatro cultivos estão representados (Quadro 24). Há também as terras de Chapada, não representadas na amostra quantitativa de Salitre, mas contempladas na pesquisa qualitativa. Foram descritas como áreas de “terra fria” e “branca”, excelentes para o feijão e mandioca. Segundo um produtor do *sítio Campeche*, se não há safra de feijão na Chapada, não há em lugar nenhum.

A vocação de cada agroambiente reflete-se também na área destinada a cada cultivo. Na *Serra*, a mandioca está presente em todos os estabelecimentos e é cultivada em áreas relativamente grandes. Já o milho é pouco frequente e, quando cultivado, é plantado em pequenas áreas, geralmente nos *monturos*⁴⁷.

A pesquisa da Bahia não explorou explicitamente a relação entre agroambiente e culturas. O questionário utilizado não previa perguntas sobre o tipo de solo, nem se ateu a identificar agroambientes. Porém, é possível fazer algumas considerações gerais a partir das observações *in loco* e entrevistas semiestruturadas. De modo semelhante a Salitre, os entrevistados da Bahia associaram a mandioca aos solos arenosos e ressaltaram as restrições impostas à cultura pelos solos mais argilosos, os quais foram apontados como adequados ao milho.

No caso da mandioca, foi explicado por alguns atores que a baixa drenagem dos solos arenosos retém umidade que, frequentemente, encharcam após episódios mais intensos de chuva, sugerindo que extremos de chuva também são nocivos para agricultura. Segundo eles, a maior umidade “afofa” a batata da mandioca, cuja consistência fica semelhante a um isopor, perdendo, assim, qualidade. Por esse motivo, a mandioca é pouco frequente nas áreas de vazante, nas quais predominam o cultivo do feijão e, em menor escala, do milho.

Portanto, a adequação do cultivo ao agroambiente é uma forma de aumentar a produtividade e reduzir riscos climáticos. Esta estratégia é especialmente relevante na produção rural familiar, uma vez que esta apresenta baixa capacidade de investimento no controle das condições do sistema agrícola (i.e. irrigação, fertilização, uso de maquinário). Em um município com amplo gradiente ambiental, como Salitre, é esperado observar uma heterogeneidade espacial na produtividade das diferentes culturas.

Os dados fornecidos pela Ematerce (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará) local permitiram comprovar essa hipótese (Tabela 18). O Distrito de Salitre, que agrega quase todas as comunidades da tipologia *Chapada*, ostenta a maior produtividade do feijão. Já o Distrito Lagoa dos Crioulos, aparece com a maior produtividade

⁴⁷ Monturos são pequenos trechos de terra formados pelo descarte de lixo doméstico e resíduo agrícola.

de milho, o que é esperado, visto que abrange sítios em áreas de *Sertão* reconhecidos como polos produtores do grão no município.

Tabela 18 - Produtividade média inicial (esperada), em 2012 para o feijão e milho (Kg/ha) em cada um dos três distritos de Salitre: Caldeirão, Lagoa dos Crioulos e Salitre. A queda da produtividade (%) entre a produtividade inicial e observada em 2012 é indicada entre parênteses na coluna Kg/ha (2012).

Cultivar/tipo		Distrito					
		Caldeirão		Lagoa dos Crioulos		Salitre	
		Kg/ha (inicial)	Kg/ha (2012)	Kg/ha (inicial)	Kg/ha (2012)	Kg/ha (inicial)	Kg/ha (2012)
Feijão	Solteiro	800	40 (95%)	800	104 (87%)	1.600	96 (94%)
	Consórcio	400	20 (95%)	450	50 (89%)	400	40 (90%)
Milho	Consórcio	1.800	90 (95%)	900	63 (93%)	900	54 (94%)
	Híbrido	2.500	150 (94%)	5.000	300 (94%)	2.500	125 (95%)
	Variedade	1.200	60 (95%)	2.600	130 (95%)	0	0

Fonte: EMATERCE Salitre, 2012

Em anos de seca extrema, como 2012, essas diferenças na produtividade tem implicações importantes para vulnerabilidade dos sistemas agrícolas: se por um lado as perdas relativas de cada cultura foram parecidas em todos os agroambientes, as perdas absolutas são distintas. Toma-se como exemplo o milho híbrido. Observa-se que o cultivo teve uma queda de cerca de 95% na produtividade, tanto no distrito *Lagoa dos Crioulos* quanto no distrito *Salitre* (Tabela 18). Em termos absolutos, isso implica que, em 2012, o produtor do distrito de Salitre colheu uma média de 125Kg/ha, enquanto aquele do distrito Lagoa dos Crioulos colheu 300 kg/ha. A diferença de 175Kg/ha é muito significativa em tempos de escassez; equivale a quase 3 sacas de milho/ha. Se vendida, essa quantidade renderia R\$ 150 ao produtor, valor suficiente para contratar dois caminhões pipas de 7.000 litros. Se usada na alimentação de um pequeno rebanho, permitiria algumas semanas de autonomia ao pecuarista .

A análise da amostra mostra um contexto semelhante (Tabela 19). Tomando o feijão como exemplo, a perda de produtividade - em 2012 - foi próxima a 90%, tanto em áreas de *Sertão*, quanto nas de *Serra*. A despeito de perdas relativas semelhantes, os produtores de *Sertão* colheram, em média, 60% mais feijão por hectare do que os de *Serra*. A diferença equivale à uma saca de 60Kg, suficiente para garantir o suprimento de feijão de uma família por um ano e ainda gerar excedente para comercialização e replantio no ano seguinte. Quanto ao milho, a comparação deve ser feita com bastante cautela. A amostra válida na *Serra é muito reduzida* (n=5), assim como a respectiva área destinada ao cultivo é pequena (média de 0,5ha).

Tabela 19 - . Rendimento médio em *inverno* bom e em 2012 (kg/ha); perda de produtividade (%) em 2012 em relação a produtividade em anos considerados de invernos bons pelos produtores da amostra. Os valores de “n” referem-se ao número de informantes.

Amostra/ sub-amostra	Produtividade média em um inverno bom (kg/ha)	Produtividade média em 2012 (kg/ha)	Perda de produtividade em 2012
Milho			
Amostra	1.980 (n=19)	124 (n=23)	94%
Sertão	3.465 (n=14)	119 (n=18)	97%
Serra	594 (n=5)	149 (n=5)	75%
Feijão			
Amostra	957 (n=28)	124 (n=30)	87%
Sertão	1.040 (n=17)	142 (n=19)	86%
Serra	825 (n=11)	89 (n=11)	89%
Fava			
Amostra (Sertão)	660 (n=8)	31 (n=8)	95%

Fonte: elaborado pelo autor a partir dos questionários

c. Adaptação: variedades agrícolas

Uma forma de moderar a sensibilidade agrícola é a adoção de variedades mais aptas a um determinado contexto ambiental. Um variedade é entendida como uma linhagem genética que foi selecionada devido a uma ou a um conjunto de características desejáveis. A seleção pode priorizar aspectos morfológicos, resistência à doenças, parâmetros produtivos etc.

Na agricultura de sequeiro do Semiárido, a tolerância ao estresse hídrico é uma das características mais desejadas pelos produtores, pesquisadores e agentes rurais que trabalham com a agricultura familiar. Este foi um aspecto aprofundado no campo de Salitre. A pesquisa qualitativa revelou a presença de *etnovariedades*⁴⁸ de ciclo longo e variedades *modernas* de ciclo curto no universo genético da mandioca, do feijão e do milho. As etnovariedades são chamadas de tardias ou, no jargão popular da região, de *tardão*. Já as variedades modernas são referidas como *precoces* pelos técnicos e *ligeiras* pelos produtores. O tipo de variedade adotada não fez parte da pesquisa quantitativa, mas ao longo do campo ficou claro que as variedades ligeiras predominam nos sistemas familiares.

A preferência por variedades de ciclo curto se justifica pela redução do risco climático, pois um desenvolvimento mais rápido significa menos tempo de exposição aos veranicos e déficits pluviométricos. O quadro mostra a diferença na duração entre os ciclos de variedades ligeiras e tardias, em Salitre, para cada um dos cultivos (Quadro 25). O relato dos mais velhos indicam que em algum momento no passado, as variedades tradicionais (tardias) foram substituídas pelas variedades modernas (*ligeiras*), mas não foi possível identificar um marco temporal mais preciso. Aparentemente o processo de adoção e difusão das variedades modernas foi gradual e autônomo. Quando questionado quando e quem

⁴⁸ Uma etnovariedade constitui uma população ecologicamente e geograficamente distintas desenvolvida localmente pela seleção dos agricultores (FARALDO *et al*, 2000).

introduziu as variedades modernas de feijão, um produtor respondeu: “*não sei não, apareceu aí.*”

Cultivo	Duração do ciclo	
	Variedades ligeiras	Variedades tardias
Mandioca	12-16 meses	24 meses
Feijão	60 dias	90 dias
Milho	até 110 dias	120 - 150 dias

Quadro 25 - Duração dos ciclos das variedades ligeiras e tardias de mandioca, feijão e milho no estudo de caso de Salitre

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Estoques de sementes exclusivamente formados por variedades *tardias* são muito raros, apesar da pesquisa quantitativa não ter captado essa informação para permitir conclusões mais consistentes. A pesquisa qualitativa sugere a existência de estoques mistos de etnovariedades (ciclo longo) e modernas (ciclo curto) e, em mais comumente, estoques exclusivamente de variedades modernas (ciclo curto).

A substituição das espécies tardias pelas ligeiras foi um ganho adaptativo importante para os produtores familiares. Diante dos cenários futuros de mudança climática, que preveem redução das chuvas e aumento da frequência/duração dos veranicos, o desenvolvimento de variedades tolerantes à seca é uma das estratégias centrais no planejamento adaptativo para o setor.

d. Adaptação: diversificação e inovação

Se por um lado as sementes modernas de ciclo curto conferem menor sensibilidade climática, por outro apresentam baixa variabilidade genética, o que implica em baixa flexibilidade adaptativa à irregularidade ambiental. Neste contexto, a capacidade de gerar novidades e promover a diversificação dos estoques de semente também é uma estratégia chave na agricultura de sequeiro. Verificou-se em Salitre que as sementes usadas no plantio podem ter quatro origens: estoque próprio; vizinhos; lojas agrícolas; venda subsidiada de sementes via Ematerce (Tabela 20).

Tabela 20 - Origem das sementes/estaca para os principais cultivos familiares de Salitre. O valor de “n” refere-se ao número de informantes. A soma da % pode ser maior que 100%, pois os entrevistados podiam dar mais de uma resposta

Cultivo	Estoque próprio	Lojas agropecuárias	Ematerce	Vizinhos
Mandioca (n=24)	95%	0%	0%	20%
Feijão (n=33)	73%	42%	15%	3%
Fava (n=9)	56%	44%	0%	11%
Milho (n=27)	30%	26%	70%	0%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O peso de cada fonte varia entre as culturas. No caso da mandioca, a origem é exclusivamente de estoques próprios ou, eventualmente, obtido com vizinhos (Tabela 20). Essa preponderância é esperada, pois ao contrário das demais culturas, a mandioca não é

plantada por meio de sementes, mas sim pelo uso de estacas obtidas no ato da colheita. Cada produtor reserva entre 10% e 20% do seu roçado de mandioca para produção de estacas. Essa reserva é colhida precocemente (com 12 meses), durante a estação das chuvas. Neste processo, a batata da mandioca é colhida, enquanto o caule da planta é separado e cortado em pequenas estacas (12-15cm), chamadas popularmente de *manivas* ou *manaibas*. Estas são replantadas imediatamente no solo e darão origem as plantas da safra seguinte.

Estoques próprios também são uma fonte importante para as sementes de milho, feijão e fava (Tabela 20). Porém, ao contrário da mandioca, outras fontes de sementes se somam aos estoques próprios durante o plantio. No caso do milho, chama a atenção o peso da distribuição das sementes da Ematerce (Tabela 20). Já para o feijão, essa é uma fonte de pouca relevância. Os entrevistados disseram-se resistentes à distribuição das sementes de feijão da Ematerce, porque são de má qualidade. Já no caso da fava, não houve registros de sementes da Ematerce. A compra nas lojas agropecuárias também aparece como significativa para o feijão e para a fava. Em menor proporção, para o milho (Tabela 20).

A diversificação de sementes é uma estratégia bem vinda em contextos ambientais de elevada imprevisibilidade, pois dilui riscos. No caso da agricultura de sequeiro, coquetéis diversificados de sementes são mais interessantes que os pouco diversos. Quanto maior a diversidade genética, maiores são as chances de encontrar na população plantada indivíduos aptos aos diferentes contextos ambientais que podem se apresentar durante o ciclo da cultura. Sobre este aspecto, cada fonte de sementes discutidas acima tem implicações diferentes para a diversidade.

Os estoques próprios são aqueles que, potencialmente, apresentam a maior diversidade genética. Eles são produzidos pela seleção artificial realizada pelo produtor a cada safra. No fim da safra, o produtor seleciona as sementes das melhores plantas e as armazena em garrafas PET (feijão e fava) ou em galões (milho) para o plantio no ano seguinte. A seleção é feita segundo características desejáveis, como resistência à seca ou elevada produtividade. A simples sobrevivência de um indivíduo a uma condição de seca extrema já o qualifica com uma genética interessante. Esse processo, repetido ao longos dos anos, filtra os estoques genéticos mais adaptados às condições locais. Já as variedades adquiridas no mercado ou fornecidas pela Ematerce, a princípio, apresentam menor diversidade genética. Essa hipótese é esperada, pois, em sua maioria, são produto do

melhoramento genético artificial que busca otimizar características por meio da homozigose⁴⁹, cujo custo é a baixa variabilidade genética.

A diversificação genética do coquetel de sementes usado no plantio favorece à capacidade adaptativa do produtor em dois momentos. Primeiro, na adaptabilidade da safra do ano do plantio. Ao mesclar em seus roçados sementes de estoques próprios, comprados e distribuídos pela Ematerce, o produtor aumenta a amplitude adaptativa para além do potencial que cada semente tem separadamente. Em Salitre, a combinação de diferentes fontes de sementes é uma estratégia adotada por alguns produtores de milho e feijão (Tabela 21). O uso de uma única fonte de sementes ainda é a forma predominante entre os entrevistados. No que tange ao uso de duas fontes, a combinação mais frequente é a de sementes de estoque próprio com aquelas compradas no mercado (feijão) ou adquiridas junto à Ematerce (milho). O uso de três fontes é a mais rara (Tabela 21).

Tabela 21 - Diversificação das fontes de sementes para a amostra de Salitre (n=38).

Tipo de fonte		Mandioca	Milho	Feijão	Fava
1 fonte	Estoque próprio	100%	7%	46%	56%
	Mercado	-	11%	18%	44%
	EMATERCE	-	56%	6%	-
2 fontes	Estoque próprio + Mercado	-	7%	18%	-
	Estoque próprio + Ematerce	-	11%	6%	-
	Mercado + Ematerce	-	4%	3%	-
3 fontes	Estoque próprio + Mercado + Ematerce	-	4%	3%	-

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

A diversificação genética do coquetel de sementes também favorece à capacidade adaptativa das futuras safras. A escolha por mesclar, na mesma área, sementes oriundas de diferentes fontes, não só dilui riscos ambientais da safra, como também contribui para a inovação genética dos estoques próprios. Na época de floração, há trocas genéticas entre as plantas localizadas em uma mesma área e em áreas vizinhas. Essa troca pode ser potencializada pela polinização natural ou artificial. Assim, ocorre de genes de tolerância à seca, presentes em variedades melhoradas em laboratório, serem introduzidos no *pool* genético dos estoques próprios dos produtores e *vice versa* (Figura 20). Mas há exceções. O milho distribuídos pela Ematerce foi descrito pelos produtores como infértil e, portanto, as sementes têm que ser adquiridas novamente todos os anos (Figura 20). A mandioca, por se reproduzir exclusivamente por estaca, não troca material genético com outras plantas, de modo que as plantas filhas são clones da mãe, salvo quando há mutações genéticas espontâneas.

⁴⁹ Homozigose: ocorrência de alelos idênticos em um mesmo *locus* gênico. Alelos são versões de um gene, que por sua vez, refere-se a uma característica ou contribui para a codificação de uma característica. Indivíduos homozigotos tendem a ressaltar uma determinada característica

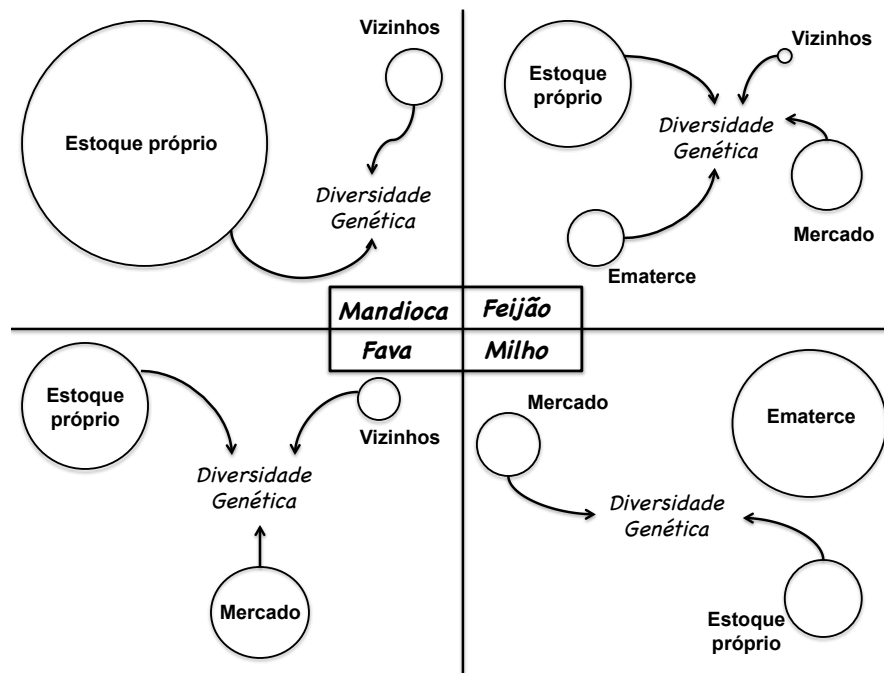


Figura 20 Diagrama com a fonte da diversidade genética encontrada nos roçados da amostra de Salitre (n=38). O tamanho dos círculos é ilustrativo e reflete a importância relativa das fontes para cada cultivo. Fonte: elaborado pelo autor

e. Adaptação: ajuste do calendário agrícola

A estratégia adaptativa mais marcante da agricultura familiar de sequeiro é o ajuste do calendário agrícola ao regime de chuvas. Isso ficou muito claro no campo de Salitre. Os séculos de convivência com irregularidade climática levou a uma prática tradicional de concentrar o plantio das principais culturas familiares no mês de janeiro e, em menor proporção, em fevereiro (Gráfico 13). Esta estratégia é reativa e não planejada. O produtor planta em resposta ao início das chuvas. De acordo com um produtor “aguarda-se três chuvas boas para molhar a terra. Aí se planta.” Esta prática foi corroborada por vários dos entrevistados.

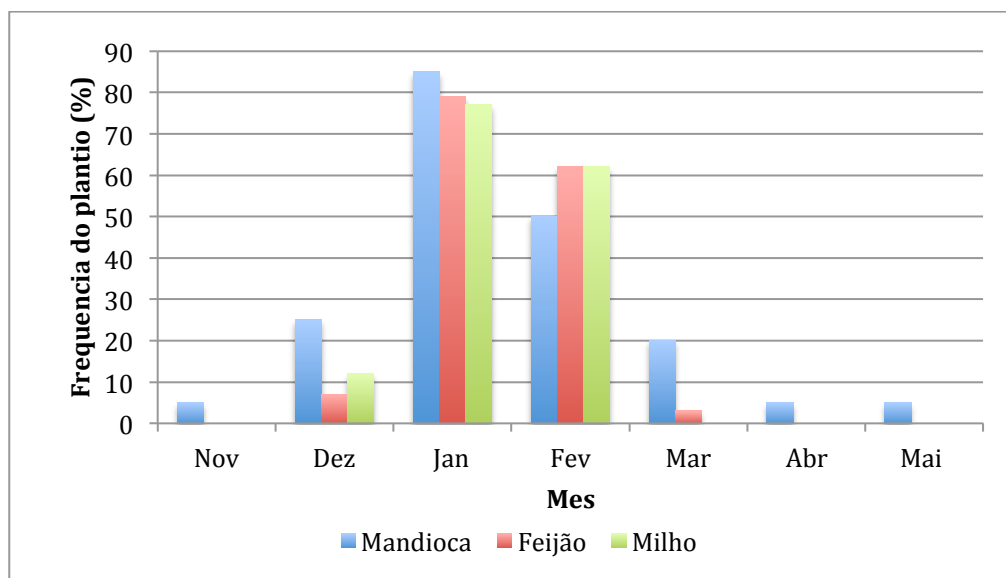


Gráfico 13- Calendário de plantio da mandioca, milho e feijão segundo os produtores de Salitre (n=38)
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Apesar do plantio se concentrar em janeiro, os produtores costumam distribuir o plantio em mais de uma ocasião durante a quadra chuvosa, em resposta a perdas ou em busca de oportunidades. Janeiro apresenta uma média de precipitação relativamente elevada em relação à dezembro (risco menor de veranicos durante na germinação), apesar de não ser o mês historicamente mais chuvoso (Gráfico 14). Ao mesmo tempo, é seguido dos três meses com as maiores médias pluviométricas da quadra chuvosa (fevereiro, março e abril), o que representa maiores chances de chuvas adequadas em todos os estágios do desenvolvimento das plantas de ciclo curto (feijão e milho) e na fase crítica do crescimento da mandioca: os primeiros 5 meses de desenvolvimento (ALVES, 2006).

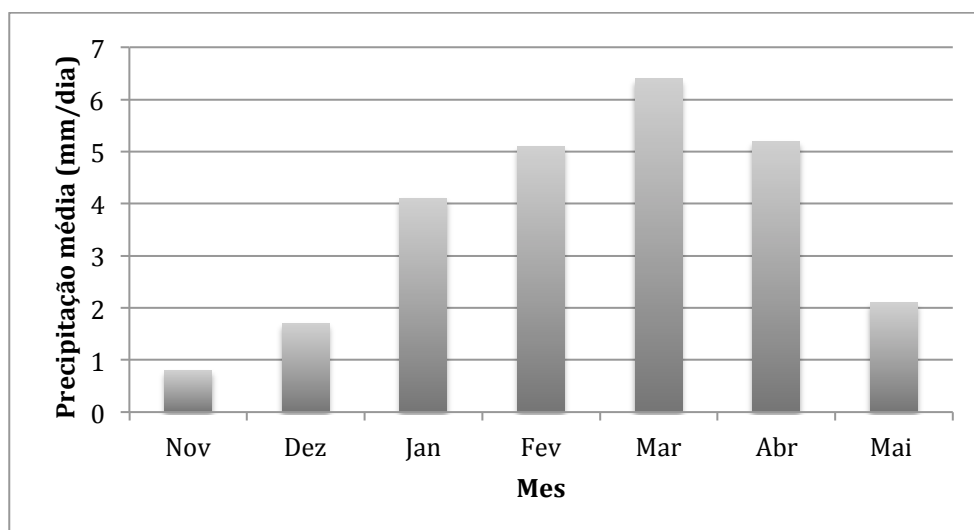


Gráfico 14- Precipitação média diária dos meses de inverno no Cariri cearense (série histórica 1963-2010)
Fonte: Fetter *et al*, 2012

O plantio nos demais meses envolve riscos maiores. Em um extremo, a escolha por plantar no início da estação chuvosa (novembro e dezembro) envolve alto risco de veranicos

durante a germinação e os primeiros estágios de desenvolvimento da planta, uma vez que as chuvas costumam ser mais esparsas no tempo. Esse risco é percebido e refletido na baixa frequência de plantio relatada para esses meses (Gráfico 13). No outro extremo, o plantio no final da quadra chuvosa (março, abril) envolve um menor risco de perda nas fases iniciais do desenvolvimento das plantas, mas aumenta significativamente o risco de estresse hídrico nos estágios finais. Neste contexto, o plantio em janeiro representa o melhor custo-benefício, revelando uma sabedoria popular de avaliação de riscos adaptada ao clima local.

As entrevistas mostraram uma grande resignação e resiliência do agricultor a este contexto de grande incerteza. Os produtores já plantam preparados para perdas e necessidade de replantio. Os estoques de semente não são utilizados de uma única vez. Se o acesso a sementes é limitado, os agricultores aguardam os meses nos quais historicamente as chances de sucesso são maiores (janeiro ou fevereiro). Por outro lado, se há relativa abundância de sementes, arriscam com as primeiras chuvas, em dezembro, mesmo sabendo que as chances de perder devido a veranicos são significativas. Esta estratégia é arriscada, mas em anos com chuvas abundantes pode resultar em grandes benefícios. Primeiro, porque a colheita é feita mais cedo, aproveitando preços mais favoráveis. Segundo, porque o cultivar se desenvolve nos meses de chuvas mais abundantes, o que pode render bons índices de produtividade. Já o plantio no final da estação chuvosa raramente é uma escolha preferencial e ocorre na maioria dos casos quando o déficit pluviométrico nos primeiros meses da estação chuvosa não permitiu plantio. O objetivo é tentar obter alguma safra em vez de nenhuma (Quadro 26).

Prática	Efeito adaptativo	Comentário
Concentrar o plantio em janeiro/fevereiro	Redução de riscos	Janeiro apresenta a melhor relação entre risco-benefício: risco moderado de veranicos na fase de germinação. risco moderado/baixo de estresse hídrico nas demais fases de desenvolvimento, pois é seguido dos meses de maior abundância de chuvas
Distribuição temporal do plantio	Diluir riscos/ Aproveitar oportunidades	O plantio em diferentes meses da quadra chuvosa busca distribuir os riscos de perdas, aproveitar as oportunidades de um plantio precoce ou moderar impactos em anos cujo início da quadras chuvosas foi escassa precipitação

Quadro 26 - Principais estratégias adaptativas no calendário de plantio das culturas de sequeiro observadas em Salitre

Fonte: elaborado pelo autor

Ainda considerando o Gráfico 13, verifica-se que mandioca apresenta a maior janela de plantio, graças a sua alta resistência à seca. A planta precisa de pouca chuva durante a germinação para se estabelecer. Uma vez estabelecida, a planta pode aguentar veranicos longos, apesar de ter seu crescimento paralisado. Por esse motivo alguns agricultores arriscam o plantio da mandioca a partir de novembro e alguns estendem até abril e maio

(Gráfico 13). Mesmo assim, o plantio envolve riscos elevados. Foi o caso relatado por um produtor no sítio *Baxiinho*, localizado em uma área de *Chapada* em Salitre. Após uma boa chuva ocorrida em dezembro de 2012, ele havia plantado 3 hectares de mandioca. Destes, apenas 10% sobreviveu diante da escassez de chuva nas semanas seguintes ao plantio. Cerca de 2 meses depois, em janeiro de 2013, o mesmo produtor estava realizando mais uma tentativa na mesma área.

No outro extremo, encontra-se o milho, cujo ciclo longo (120 dias) e sensível ao estresse hídrico em diversos estágios resulta em uma janela de plantio muito estreita. O plantio após fevereiro possui alto risco de insucesso. De forma semelhante, o feijão, também tem janela de plantio estreita. A floração, que ocorre de 6 a 8 semanas após a germinação, é o período mais crítico, o que implica em plantios de alto risco após fevereiro. O dia de São José (19 de março) foi relatado, em mais de uma ocasião, como a data limite para que ocorra o plantio. Após esse dia, muitos produtores relataram não plantar mais.

As previsões meteorológicas são respeitadas por parte dos produtores, mas pouco usada no seu dia-dia (Tabela 22). Alguns argumentaram que as previsões acertam apenas para o sul e sudeste do Brasil. Outros afirmaram que as previsões não conseguem captar as particularidades de Salitre, mas apenas previsões gerais para região, o que não ajuda em nível de estabelecimento. Por fim, há os descrentes da capacidade órgãos meteorológicos/cientistas em compreender o clima e os fatalistas religiosos, que atribuem apenas a Deus a capacidade de saber sobre as secas e chuvas.

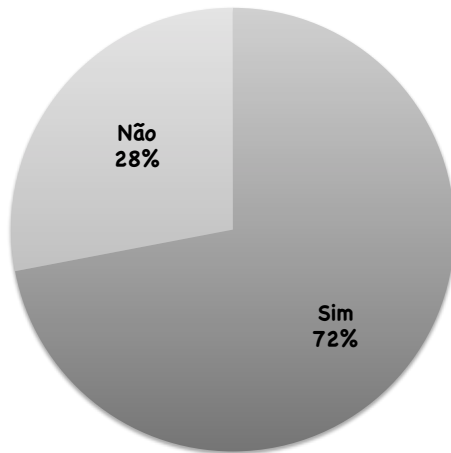
Tabela 22 - Frequência de respostas quanto à credibilidade das previsões meteorológicas trazidas pela TV na amostra de Salitre (n=38)

Você acredita na previsão do tempo da TV?		Tipos de respostas
Sim	45%	“Sim, mas eles mais erram que acertam” “Sim e em Deus. Às vezes a TV acerta”
Não	42%	“Eles colocam o que querem” “Não confio na palavra dos cientistas
Às vezes/depende	13%	Sem citações

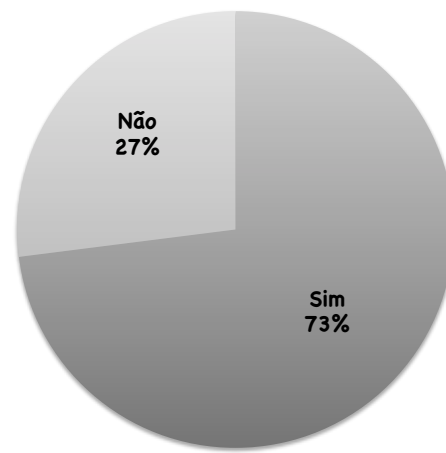
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O uso de *experiências de inverno* - como são chamadas as previsões climáticas populares – ainda são amplamente conhecidas e usadas nos estudos de caso (Gráfico 15). Em Salitre, verificou-se que essa informação é considerada principalmente no planejamento do preparo e plantio do solo. Caso as previsões apontem um *inverno* regular, os produtores já começam a preparar o solo e a comprar sementes. Um dos informantes afirmou que se as experiências apontarem boas chuvas, ele se programa para plantar áreas maiores. Outro informante relatou que, na expectativa de quadra invernososa abundante, abre novas áreas de caatinga para o plantio em terra “nova” (mais fértil). Ao contrário, se as experiências apontam para invernos pouco chuvosos, alguns informaram que tomam a decisão de não plantar ou preparam áreas menores para semear.

**Conhece alguma
experiências de inverno?**



**Usa a experiência no
planejamento dos cultivos?**



Experiência de inverno: indicadores ambientais ou experiências populares usados para prever o comportamento da quadra chuvosa

Gráfico 15- Conhecimento e uso de experiências de inverno entre os produtores de Salitre (n=38). A porcentagem dos que usam a experiência de inverno refere-se a amostra que respondeu positivamente para conhece alguma experiência (n=28).

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

As experiências de inverno são diversificadas e variam entre produtores e os estudos de caso. Elas podem ser previsões de curto prazo (dias) ou permitir inferências sobre a estação chuvosa como um todo. Os indicadores biológicos são comumente empregados. Muitos observam a fenologia das plantas (floração, folhagem e frutificação de determinadas plantas). Outros baseiam suas previsões no comportamento de animais (canto de pássaros e ciclo reprodutivo de animais) (Quadro 27). A nebulosidade e/ou a visibilidade de certos marcos astronômicos, como a via láctea, nascer e pôr-do-sol, plêiades, estrela d'Álva (vênus), Lua etc também são indicadores comumente empregados pelos produtores em ambos os estudos de caso (Quadro 27).

As experiências de inverno estão embebidas em uma matriz cultural fortemente religiosa, de modo que os indicadores ambientais são interpretados ou referenciados a festas cristãs. Geralmente, dias de santos católicos são usados como marcos temporais para a observação dos sinais ambientais ou realização de experiências caseiras (Quadro 28). Os dias concentram-se no início da quadra chuvosa e estão relacionados à observação de umidade ou nebulosidade. Ou seja, é uma previsão do inverno a partir do comportamento do seu início.

N	Indicador	Estud.	Observação	
Astronômico	Estrela D'Alva (planeta vênus)	CE	Quando navega no poente, sinal de inverno chuvoso. Quando passa para o nascente, sinal de inverno fraco	
	Caminho de Santiago	CE/BA	Nome popular da <i>Via láctea</i> . Se estiver escura, o inverno será bom; se clara, inverno ruim	
	Manchas do Sul	BA	Provavelmente é a constelação das Plêiades. Se estiver escura, internada boa, se clara, internada ruim	
	Sete estrelas	BA/CE	Provavelmente é a constelação das Plêiades. "se sair no início de outubro, inverno muito bom" (produtor de Salitre/CE)	
	Lua no quarto crescente	CE/BA	Se seu eixo apontar para o sul é sinal de chuvas no sul do Brasil; se apontar para o norte, as chuvas são no Nordeste	
	Lua Cheia	CE	Se a primeira lua cheia do ano nascer atrás de nevoeiro, é sinal de inverno chuvoso	
CE/BA		Círculo luminoso em torno da Lua sinal de chuva		
Meteorológico	Vento	CE/BA	Quando o vento sopra do sul para o norte, demora a chover. Quando ele sopra norte para o sul, em 15 dias chove. "Essa é uma experiência que dificilmente falha." (Produtor de Serra, Salitre/CE)	
	Nebulosidade	CE	Se o nascer ou pôr-do-sol for atrás de uma barra (nuvem) no dia 18 de outubro, é sinal de bom inverno. Um produtor de Salitre afirmou que usou a experiência por 31 anos. Ela falhou apenas 1 vez (1997/98)	
Zoológico	Insetos	Formigas	CE/BA	Acumulando folhas e outros materiais na entrada do formigueiro, chove em 4-5 dias Quando criam asas para reprodução, sinal de inverno chuvoso.
		Exu (espécie de vespa)	CE	Quando o inverno vai ser chuvoso, o exu faz suas "caixas" em lugar alto. Quando o inverno vai ser seco, faz em locais próximos ao solo
		Cigarra do Piauí	CE	Se cantar alto, é sinal de chuva
	Pássaros	Juriti	CE	Se o pássaro cantar em 1º de janeiro, é sinal de inverno bom
		Acauã/Siriema	BA	Quando canta durante a estiagem, é sinal de que o inverno está chegando
		Pássaro-preto		Quando canta, espera-se chuva em 20 dias
		João de Barro	CE	Quando a entrada do ninho é voltada para o nascente, sinal de inverno chuvoso
		Cava- Chão	BA	Em uma área úmida, observa-se o lugar onde ele constrói o ninho. A localização indica o nível da água no inverno seguinte. Ninhos no leito dos riachos, invernos ruins. Ninhos em áreas mais altas do barranco do riacho, invernos chuvosos
		Rolinha	BA	Postura dos ovos é sinal de chuva. Dito popular no Ceará: "Rolinha e fogo-pagou ovos no ninho, sinal de chuva a caminho"
		Apaga-fogo	BA	
	Xexéu (Pássaro)	BA	Se cantar em árvore verde, sinal de boa chuva.	
	O	Sapo Cururu	CE/BA	Quando canta, sinal de bom inverno
	Botânico	Mandacaru	CE/BA	Floração e carregado de frutos durante a estiagem, sinal de bom inverno;
Xique-Xique		BA		
Feijão-bravo		CE	Nativo da caatinga. O desenvolvimento na caatinga simula como será o desenvolvimento dos roçados de feijão.	
Umbu		CE/BA	Se a florada for abundante, sinal de bom inverno	
Outros		CE/BA	A quantidade de frutos e flores de espécies que costumam florir e frutificar no segundo semestre, de modo geral, são indicadores usados para avaliar a qualidade do inverno seguinte	

Quadro 27 - Alguns dos indicadores ambientais utilizados pelos produtores para prever o tempo e o comportamento da estação chuvosa segundo informantes da Bahia e Ceará. **N**: natureza do indicador; **O**: outros
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Chama a atenção a experiência das *pedras de sal*, bastante citada no estudo de caso do Ceará. Ela consiste no posicionamento de pedrinhas de sal sobre uma tábua na soleira da porta, uma para cada mês da quadra chuvosa (janeiro à abril). Deixa-se de um dia para o outro e observa o grau de derretimento de cada uma. Quanto mais a pedra se dissolver,

mais chuvoso será o mês correspondente. Em janeiro de 2013, um dos entrevistados, que havia executado a experiência recentemente, afirmou que o mês de março seria ruim de chuva, mas que abril seria um mês chuvoso.

Marco temporal religioso			Observação
Santo	Dia	Onde foi relatado	
Todos os Santos	01 de novembro	BA	Se amanhecer nublado, o inverno vai ser chuvoso
Santa Luzia	13 de dezembro	CE/BA	Experiência da pedra de sal Se trovoar ou chover, sinal de inverno chuvoso
São Tomé	21 de dezembro	CE/BA	Se chover ou estiver nublado, é sinal de bom inverno
São Sebastião	20 de janeiro	CE	
Nossa Senhora das Candeias	02 de fevereiro	CE	
São José	19 de março	BA/CE	Se não chover até esse dia, inverno perdido para agricultura
São João	24 de junho	BA	Se “neblinar” (chuva fina) e pagar fogueira das festas juninas, sinal de inverno bom
São Pedro	29 de Junho	BA	

Quadro 28 - Dias santos e as respectivas observações indicativas da qualidade do inverno
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O grau de acerto e o respaldo científico dessas previsões não foram alvo dessa pesquisa, mas é provável que a correspondência exista e seja significativa, uma vez que os indicadores se baseiam na fenologia dos animais e plantas. Estes possuem elevada sensibilidade para oscilações no ambiente, mais refinadas que as humanas e produto de um longo histórico evolutivo no clima semiárido. O sertanejo vem observando e testando esses indicadores ao longo dos séculos, selecionando aqueles mais confiáveis e desconsiderando aqueles mais falhos.

O conhecimento sobre *experiências de inverno* é transmitido entre as gerações, geralmente dos pais para os filhos ou dos avós para os netos. O seu uso é mais comum entre os mais velhos, que ainda incorporam as previsões populares em seu planejamento. Já as gerações mais novas, apesar de conhecerem ou já terem ouvido falar de algumas experiências de inverno, as veem, geralmente, como uma curiosidade popular ou credence dos mais velhos. Raramente as usam no planejamento agrícola (Tabela 23). A tendência é que esse conhecimento, como prática tradicional, desapareça gradativamente nas futuras gerações.

Tabela 23 - Média de idade daqueles que informaram usar experiências de inverno e daqueles que não as usam no estudo de caso de Salitre

Média de idade dos informantes	Conhecem experiência de inverno e...	
	As usam no planejamento das culturas	Não as usam no planejamento das culturas
	51 anos	34 anos

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

As previsões populares são informações obtidas nos meses que antecedem a quadra chuvosa, servindo de apoio a tomada de decisão, mas não são determinantes. As decisões quanto ao plantio continuam sendo principalmente reativas às primeiras chuvas. De modo geral, a regra é: *choveu, plante. Perdeu e ainda está em tempo, replante*. Neste contexto, a autonomia que cada produtor tem na escolha do melhor momento para semear o solo é um indicador da sua capacidade adaptativa. Esta capacidade é determinada pela disponibilidade e facilidade de acesso às sementes quando o momento adequado para o plantio é identificado pelo produtor. Um descompasso entre a decisão de plantar e o acesso a semente representa, na melhor das hipóteses, uma perda de oportunidade e, na pior, prejuízos agrícolas.

O maior grau de autonomia é a daqueles produtores que possuem estoques próprios de sementes, guardados desde a safra anterior. Nesses casos, tomada de decisão e plantio são simultâneos. Com um grau de autonomia intermediário encontra-se aqueles que compram suas sementes, pois para tal é necessário deslocar-se até a cidade para aquisição, o que implica em custos de frete e de compra de sementes, nem sempre disponíveis imediatamente. Por fim, a situação de menor autonomia é daqueles produtores que obtêm suas sementes com a Ematerce por meio do programa compra de sementes subsidiadas *Hora de plantar*.

Neste caso, as sementes são liberadas em dia marcado e apenas após liberação do governo estadual com base nas previsões meteorológicas da Funceme (*Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos*) para a quadra chuvosa. O objetivo do governo é reduzir os riscos climáticos com respaldo científico. Entretanto, muitos dos entrevistados em Salitre apontaram isso como um problema, pois tira do produtor a escolha do melhor momento para o plantio. Eles argumentam que as previsões da Funceme abrangem escalas territoriais muito amplas e não representam as particularidades climáticas de Salitre.

Muitos reclamaram que as sementes chegam após o período considerado mais adequado para o plantio. Foi o caso da safra de 2012/2013. Em dezembro de 2012, ocorreram episódios de chuvas consideradas adequadas para o plantio do milho e feijão, segundo os critérios tradicionais. Os que tiveram condições, compraram sementes de milho e feijão e plantaram. Os que assim procederam, lograram sucesso no desenvolvimento da suas culturas até o momento da visita de campo (30 de janeiro de 2013). Por outro lado, sem recursos após a quebra de safra de 2012, muitos produtores depositavam no programa *Hora de Plantar* a origem de suas sementes. Contudo, o prognóstico da Funceme era negativo e as sementes não foram liberadas em dezembro.

Muitos dos entrevistados dependentes do programa manifestaram grande descontentamento e impaciência com ele, reclamando do governo e da Ematerce, órgão

responsável pela distribuição. Esta só começou no final de janeiro de 2013, coincidindo com o período da pesquisa. Os produtores cadastrados foram convocados à sede do município segundo a comunidade de origem. Filas imensas de motos e pessoas se formaram na frente do posto avançado da Ematerce. Cada produtor levava como podia sacos de 50Kg de sementes de volta para os sítios no interior (carros fretados, carroças, motocicletas, carros particulares). Observou-se motos cruzando as *carroçais* que ligam a sede municipal aos *sítios* da zona rural carregando na garupa até 3 sacos de sementes amarrados precariamente. Este relato chama a atenção para outro aspecto importante da capacidade adaptativa do plantio: o acesso às sementes depende também da mobilidade do produtor de sua casa até a sede do município e o transporte das sementes para o sítio, o que envolve custos. Isso era especialmente relevante para aqueles produtores que moram distante da sede, na porção nordeste do município, cujas distâncias podem chegar a mais de 60 Km.

f. Resiliência: recuperação pós-impacto

Em anos de seca ou chuva extrema, os impactos ganham contornos diferentes daqueles que ocorrem em anos dentro da oscilação normal das chuvas. A perda de parte da lavoura e quedas de produtividade atingem uma magnitude tamanha que foge a capacidade dos sistemas em lidar com as perdas, levando a contextos catastróficos (Gráfico 16). Este conceito é semelhante ao trazido pela teoria da resiliência, no qual distúrbios além de certos patamares levam os sistemas a mudanças em sua estrutura e conformação.

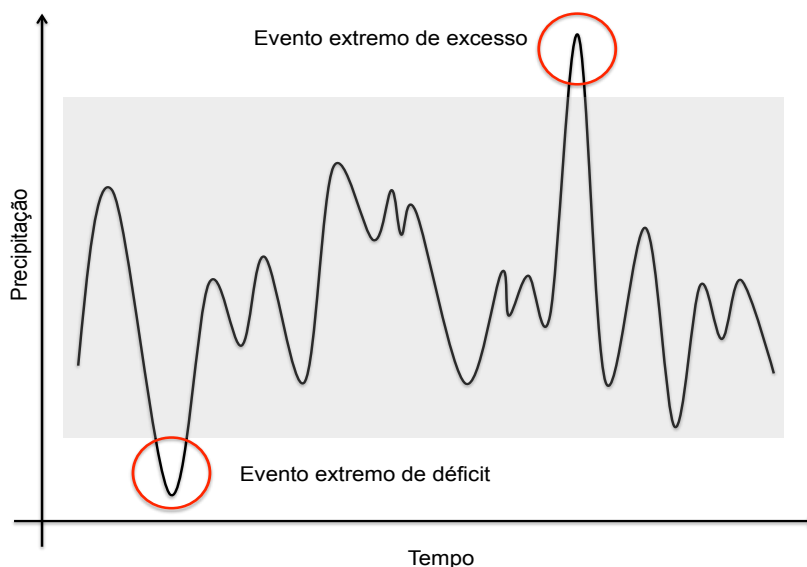


Gráfico 16- Coping range de um cultivo hipotético às oscilações das precipitações ao longo do tempo. A área sombreada refere-se a magnitude de distúrbio que um sistema agrícola consegue acomodar os impactos. Os pontos da curva que fogem a área sombreada estão além desse faixa. Nesses casos a magnitude do impacto é tamanho que o sistema entra em colapso
Fonte: elaborado pelo autor

A pesquisa de campo não foi desenhada para aplicar a Teoria da Resiliência ao conjunto de observações, tal como identificar pontos de mutação (*typing points*) ou bacias de atração etc (vide capítulo 1). Mas se apropria da noção de resiliência para explicar certos comportamentos. Por exemplo, em anos de secas moderadas, um pé de mandioca reduz sua produtividade e, eventualmente, paralisa suas atividades. Quando as condições propícias retornam, ele volta a crescer. Esse é um distúrbio dentro da capacidade da planta em lidar com variações em seu ambiente. Porém, em anos de seca extrema, como 2012, o estresse hídrico é tamanho que as plantas em desenvolvimento morrem e as manivas plantadas não germinam. Mesmo que no ano seguinte haja chuva suficiente, não haverá estoque *in situ* para retomar a produção pré-seca. Esse mesmo princípio pode ser aplicado para o conjunto de pés de mandioca dentro de um roçado ou mesmo para o conjunto de roçados em nível municipal.

A seca de 2012 foi uma oportunidade científica rara para observar essa particularidade dos impactos de eventos extremos na agricultura e traçar algumas considerações quanto à resiliência pós-impacto. A pesquisa revelou que justamente os cultivos menos sensíveis ao estresse hídrico são aqueles que mais sofrem quando os impactos excedem a capacidade de resistência da cultura. Neste sentido, a primeira constatação foi que a resiliência pós-impacto de cada cultura é determinada pela duração do ciclo de desenvolvimento das variedades. Quanto mais longo o ciclo, menos resiliente é o cultivo. A segunda constatação consiste na relação entre resiliência e potencial reprodutivo de cada planta. Ou seja, quantas novas plantas podem ser obtidas a partir de um único indivíduo parental. Por exemplo, 1 hectare de mandioca fornece maniva para plantar 10 ha (razão 1:10). Já 1 hectare de feijão fornece sementes suficientes para plantar 50 ha (razão 1:50). Conseqüentemente, a perda de um pé de mandioca tem maiores implicações para a disponibilidade de manivas para o plantio da safra seguinte do que a perda de um pé de feijão o tem para disponibilidade de sementes.

Em Salitre, esses fatores foram verificados em campo. A mandioca foi a cultura mais afetada. Primeiro, houve o impacto imediato na safra de 2012. A colheita era esperada para junho/julho, mas a falta de chuva no primeiro semestre de 2012 impediu o crescimento das plantas nos últimos 6 meses de seu desenvolvimento, resultando em plantas subdesenvolvidas. Muitos produtores optaram por não colher e deixar as batatas debaixo da terra. Durante a visita a uma comunidade da *Serra do Salitre*, realizada em novembro de 2012, um produtor mostrou seu roçado de mandioca com plantas subdesenvolvida. De acordo com ele, era para a colheita ter sido feita em julho de 2012, mas diante da falta de chuva, permaneceu sob o solo, subdesenvolvida e em estado de dormência.

Todavia, a situação mais crítica para a mandiocultura de Salitre talvez ainda esteja por vir na safra de 2013. Muitos dos entrevistados relataram essa preocupação. Para compreender esse impacto, é necessário considerar um cenário ideal, no qual a pluviometria de 2012 fosse regular. Nesse cenário, haveria o plantio da mandioca normalmente entre dezembro de 2011 e fevereiro de 2012. A safra resultante teria dois destinos. Uma pequena parte (cerca de 10%) seria colhida precocemente (com 12 meses), em algum momento entre dezembro de 2012 e fevereiro de 2013 visando obter manivas que seriam replantadas no ato da colheita. Estas dariam origem a safra de julho de 2014 (ciclo de 1,6 ano). Já a maior parte (cerca de 90% da área) seria colhida com 18 meses, em julho de 2013, e usada na fabricação de farinha e goma;

Entretanto, não foi esse o cenário que ocorreu. Com praticamente não houve chuva em 2012, muitos produtores relataram não terem plantado mandioca no início do ano. Alguns poucos arriscaram o plantio e perderam a maioria dos pés. As raras exceções foram aqueles que plantaram em dezembro de 2011 e conseguiram “situar⁵⁰” alguns pés com as chuvas que caíram naquele mês. Porém, o veranico que se seguiu não permitiu que as plantas se desenvolvessem.

Pelo fato da área efetivamente plantada em 2012 ser muita pequena, duas implicações de médio-prazo foram identificadas:

(i) A safra a ser colhida em junho/julho 2013 ficou comprometida. Será muito abaixo da média.

(ii) A safra precoce, a ser colhida entre dezembro de 2012 e janeiro de 2013, foi comprometida. Sem manivas, o plantio da safra a ser colhida em junho/julho de 2014 também foi comprometida.

Portanto, o impacto da seca de 2012 na mandiocultura terá uma extensão temporal de pelos menos 2,5 anos. Esta situação pode prolongar-se até julho de 2015, caso a quadra chuvosa de 2013 também seja fraca. Em janeiro de 2013, quando as entrevistas foram aplicadas, tudo indicava que este seria o caso. Apesar de ter chovido mais do que em 2012, os produtores afirmaram que o inverno de 2013 estava aquém do necessário para recuperar os roçados de mandioca.

Apesar das condições adversas, os produtores de mandioca não permaneceram passivos e buscaram se adaptar a situação. Chama a atenção duas estratégias de adaptação:

(i) Não colheita da safra de 2012 para plantio em 2013: parte dos produtores optaram por não colher suas plantações de mandioca em junho/julho de 2012, quando normalmente é a safra. Eles preferiram manter os roçados até o final do ano para ter um estoque de

⁵⁰ *Situar*: termo popular usado pelos produtores para se referir a planta que conseguiu germinar e se estabelecer no solo.

maniva para o plantio durante a quadra chuvosa de 2013. Essa é uma decisão que envolve um dilema (*trade-off*). Por um lado, a escolha por não colher em junho/julho elimina uma fonte de renda importante para muitos agricultores, obrigando-os a buscar outras fontes de renda para manter o orçamento familiar ou economizar o pouco que tem. Por outro lado, foi uma forma encontrada para garantir o acesso à manivas durante o plantio de inverno de 2013.

(ii) Venda das reservas para aproveitar alta dos preços: outros produtores optaram por aproveitar a oportunidade oferecida pelas leis de mercado. A elevada demanda das casas de farinha e dos pecuaristas (atrás de raspa/palha da mandioca para seus animais), associada à baixa oferta, elevou o preço do tubérculo. Muitos produtores, que tinham reserva de mandioca, aproveitaram a oportunidade e venderam suas plantações em plena estiagem, abrindo mão, assim, de suas reservas de maniva para o replantio em dezembro.

Todos os mandiocultores de Salitre empreenderam pelo menos uma das duas estratégias acima. Aqueles que tinham áreas maiores, puderam adotar ambas. A soma das decisões individuais em relação a essas duas opções resultou em uma escassez de maniva em escala municipal. Em 28 de janeiro de 2013, 1 hectare de maniva custava R\$ 3.000, preço inacessível para muitos dos produtores familiares. Mesmo aqueles que tinham condições de comprar, não achavam a matéria prima, adquirindo uma quantidade muito aquém do que precisavam para plantar. Isso significa que há uma demanda reprimida por manivas e que o plantio em 2013 foi apenas uma fração da área que poderia ter sido plantada. Alguns produtores estimaram entre um e dois anos, com chuvas regulares, para que a oferta de maniva seja equivalente à demanda. Isso irá atrasar ainda mais a recuperação da área plantada de mandioca e, conseqüentemente, o retorno aos níveis de produção pré-2012.

Esta percepção é coerente com os dados históricos (1990-2011) (Gráfico 17). O ano de 1992 foi a última seca recente com severidade próxima à 2012. Como esperado, os dados mostram que a área plantada de mandioca decresceu substancialmente nos dois anos seguintes à seca (1993 e 1994). Por analogia, a hipótese da escassez de maniva é uma explicação provável para este comportamento. A área só voltou a subir em 1995, porém é seguido de uma nova queda para a qual ainda não foi encontrada explicação. Desde então, a área plantada de mandioca nunca mais voltou aos valores pré-1993. Aqui chama-se a atenção para o efeito acumulado de secas próximas no tempo. A seca de 2012, não contemplada no gráfico, irá acentuar a tendência de decrescimento observada desde 2010, ano que também apresentou déficit pluviométrico durante os meses de plantio da mandioca: janeiro, fevereiro e março (FUNCEME, 2013). Entretanto, antes que uma recuperação ocorresse, seguiu-se a seca de 2012, cujos impactos serão sentidos em uma queda ainda maior na área plantada em 2012, 2013 e, talvez, 2014.

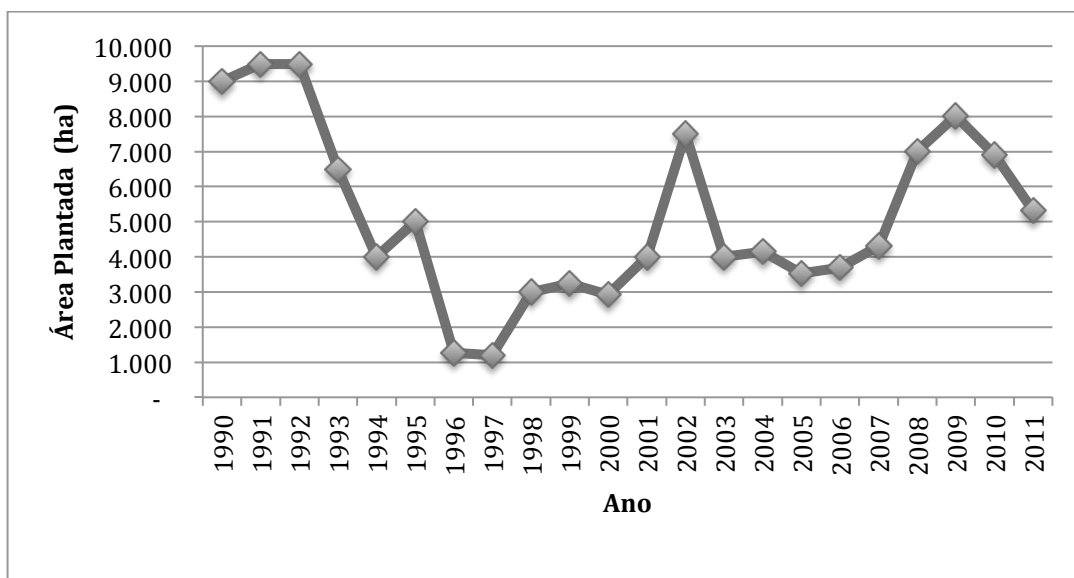


Gráfico 17- Evolução da área plantada de mandioca em Salitre entre 1990-2011.
Fonte: IBGE Sidra, 2013 - tabela 1612

Já o milho, o feijão e a fava são culturas temporárias de ciclo curto, com um potencial de descendência por indivíduo maior que o apresentado pela mandioca. As sementes podem ser armazenadas de uma safra a outra, adquiridas no mercado ou em programas de compra subsidiada do governo, o que reduz o risco de escassez de sementes para replantio, ao contrário do observado para a mandiocultura. Assim, mesmo que toda a lavoura seja perdida em um determinado ano, o produtor tem mais condições de plantar uma área igual ou superior no ano seguinte, dada as condições necessárias. Isso explica porque as áreas plantadas de milho, feijão e fava podem apresentar variações tão amplas quanto 300% e 250% em anos consecutivos, como observado para o milho entre 1995 e 1996 e entre 2000 e 2001, respectivamente (Gráfico 18).

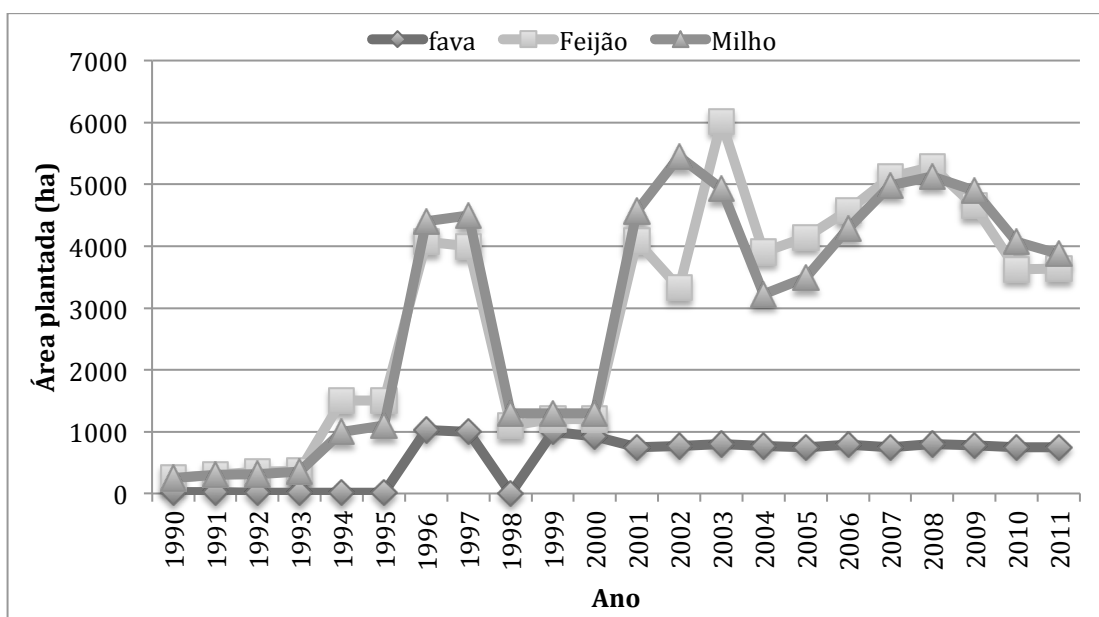


Gráfico 18- Evolução da área plantada de milho, feijão e fava em Salitre entre 1990-2011.
Fonte: IBGE, 2013 (Sidra, tabela 1612)

Portanto, a resiliência de cada cultura é determinada por características de cada variedade e da disponibilidade de sementes e manivas para o plantio nas safras seguintes ao evento extremo. O Quadro 29 compara essas diferenças para a mandioca, milho, feijão e fava.

Cultivo	Tipo de ciclo	Potencial reprodutivo por hectare*	Origem das sementes/maniva
Mandioca	Lavoura temporária de ciclo longo (18 meses)	1:10	- Safra anterior
Milho	Lavoura temporária de ciclo curto (60-130 dias)	<i>Sem informação</i>	- Safra anterior
Feijão		1:50	- Mercado - Ematerce
Fava		<i>Sem informação</i>	- Safra anterior - Mercado

Quadro 29 - Resiliência das principais culturas após o impacto de uma seca extrema

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

*A razão indica quantos hectares podem ser plantados a partir da produção de 1ha de cada cultivo.

A origem das sementes também passa a ter um peso distinto daquele considerado na discussão sobre *diversidade e inovação genética* do coquetel de sementes usados no plantio. Os produtores que dependem exclusivamente da compra de sementes no mercado local são os mais vulneráveis após impactos de anos de seca extrema. É o caso de 11% dos produtores de milho, 18% dos de feijão e 44% dos de fava. A quebra de safra em 2012 ofertou poucas sementes ao mercado e o preço delas se elevou bastante durante o plantio. A fava é o caso mais impressionante. A saca custava, em 2011, R\$ 40. Em janeiro de 2013, a mesma saca estava sendo vendida a R\$ 1.000, um aumento de 2.400% (Tabela 24). Muitos dos produtores entrevistados relataram que não iam plantar fava em 2013 porque não tinham condições de comprar sementes no mercado. Situação semelhante foi observada para a mandioca, feijão e milho (Tabela 24).

Tabela 24 - Variação do preço da maniva e grãos entre 2011 e janeiro de 2013 dos principais cultivos familiares em Salitre (CE)

Cultivo	Preço em 2011	Preço em 2013
Mandioca	R\$ 500/tarefa de maniva	R\$ 1000/tarefa de maniva
Feijão	R\$ 65/saca	R\$ 360/saca
Milho	R\$ 30/saca	R\$ 60/saca
Fava	R\$ 40/saca	R\$ 1000/saca

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Produtores em um contexto intermediário de resiliência são aqueles que dependem exclusivamente dos estoques próprios de sementes. A perda de lavoura em anos de seca extrema reduz ou elimina o excedente de sementes que costumam ser estocados para o plantio da safra seguinte (Figura 21)

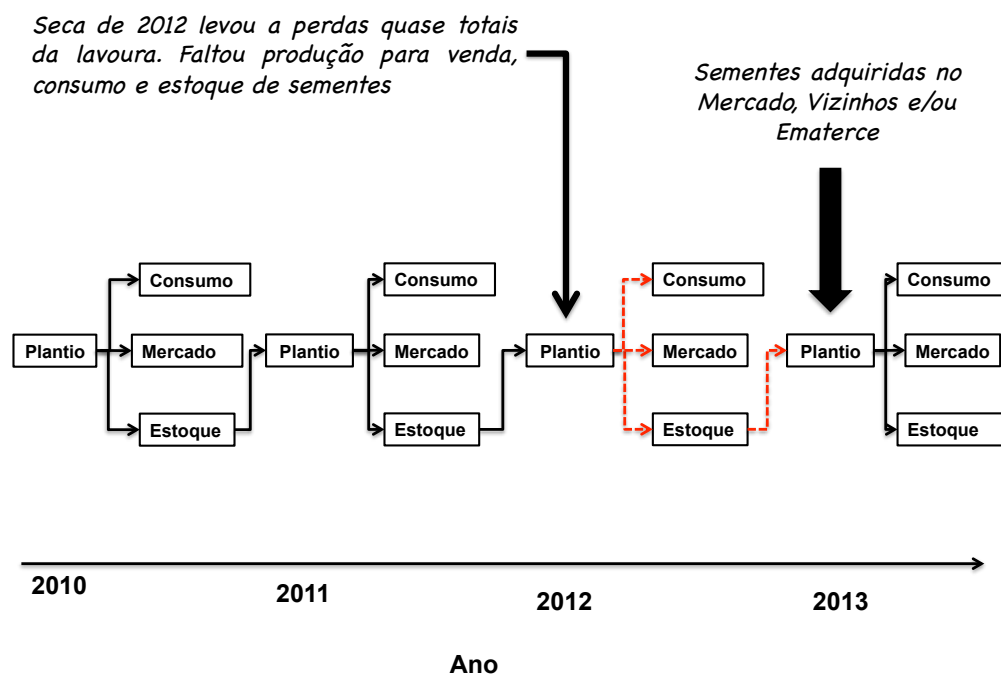


Figura 21 Diagrama do impacto de secas extremas na disponibilidade de sementes. A seta mais espessa indica as fontes de sementes utilizadas quando os estoques próprios são perdidos
 Fonte: elaborado pelo autor

A pesquisa de campo identificou que lotes que vinham sendo aprimorados pela seleção individual ao longo dos anos tiveram sua diversidade genética duramente afetada pelas perdas em 2012. Alguns produtores não obtiveram nenhuma semente para estoque e terão que recomeçar suas reservas pessoais a partir da compra do mercado ou doação de vizinhos. Outros obtiveram safras insignificantes, mas suficientes para manter um estoque mínimo para o replantio.

Neste sentido, verificou-se um comportamento adaptativo interessante entre produtores. Diante de perdas agrícolas - que chegaram próximas a 100% em alguns casos - muitos dos informantes relataram priorizar o pouco que colheram para o estoque de sementes em detrimento do consumo doméstico ou comercialização (Box 2). Isso sugere que os produtores valorizam a autonomia no plantio e consideram nas suas decisões o elevado custo que a aquisição de sementes terá durante o plantio da safra seguinte.

Box 2 – Prioridades da colheita em anos de seca extrema

Em Salitre, um agricultor da região de *Chapada* plantou 15 tarefas (cerca de 5ha) de feijão em 2012. Em ano de chuva regular, a área permitiria colher 4.500 Kg. Com a seca de 2012, a safra foi de 51Kg no total (10 Kg/ha), uma perda de 99%. Em vez de vender a saca, o produtor optou por guardar essa quantidade para o plantio em janeiro de 2013.

Por fim, a situação menos vulnerável (de maior resiliência pós-impacto) é a aquisição de sementes junto a Ematerce. Primeiro, porque o valor pago pelo produtor é subsidiada, abaixo dos praticados no mercado. Segundo, porque o produtor só tem que pagar no fim da safra, após comercializar sua produção. Isso faz muita diferença após secas extremas, pois os produtores estão descapitalizados e tem na disponibilidade de recursos financeiros sua principal dificuldade de reinvestir nos sistemas agrícolas. Este fator estressa mais a diferença de resiliência entre aqueles que dependem exclusivamente da compra de sementes nos mercados locais e aqueles que dependem exclusivamente da oferta da Ematerce.

VULNERABILIDADE DO SISTEMA HÍDRICO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE SEQUEIRO

Uma vez que na agricultura de sequeiro a fonte hídrica (chuva) não pode ser ajustada, as sensibilidades e adaptações destes sistemas estão associadas à capacidade de reter a água precipitada. Grosso modo, identifica-se dois tipos de água (Quadro 30). A primeira, chamada de *água verde*, refere-se àquela que se encontra no perfil do solo. Ela é considerada *produtiva* quando é incorporada pelas plantas em seus processos fisiológicos, chegando à atmosfera por meio da evapotranspiração das folhas. Quando evapora direto do solo para a atmosfera, a água verde é considerada como *não-produtiva*.

O segundo tipo é chamada água azul. Diz respeito aos recursos hídricos subterrâneos (ex.: poços), superficiais naturais (ex.: rios) e *aguadas* (ex.: barreiros, cisternas), cuja água é reinserida nos sistemas agrícolas pela “molhação” (nome popular dado à ação de regar) ou mesmo pela irrigação. Assim, a avaliação da vulnerabilidade do sistema hídrico de sequeiro compreende sensibilidades e adaptações específicas nas águas verdes e azuis disponíveis aos sistemas agrícolas.

Tipos de água para agricultura		Descrição
Água verde	Produtiva	Água presente no solo que é absorvida pela zona radicular das plantas e evapotranspirada para atmosfera
	Não-produtiva	Água presente no perfil do solo que é evaporada diretamente para atmosfera
Água Azul		Água presente nos reservatórios subterrâneos, superficiais e aguadas

Quadro 30 - Tipos de água usadas na agricultura
Fonte: Gnadlinger *et al*, 2007

a. Sensibilidade da água verde: capacidade de armazenamento hídrico dos *solos*

No caso da vulnerabilidade da água verde, o primeiro aspecto a ser considerado é a capacidade de armazenamento hídrico do tipo solo no qual a agricultura é desenvolvida. Do ponto de vista agrônômico e geológico, um amplo gradiente de solos poderia ser elencado. Entretanto, esse tipo de abordagem exige um conhecimento especialista nem sempre disponível nas realidades locais do Semiárido. A pesquisa de campo em Salitre revelou

categorias populares que servem ao propósito de um diagnóstico participativo. Cada categoria é associada a uma capacidade de armazenamento hídrico específica.

No gradiente identificado, o solo de menor capacidade hídrica são os solos pedregosos, popularmente chamados de *piçarras*. Estes solos são pouco desenvolvidos, ainda nos estágios iniciais de formação. Possuem baixa utilidade agrícola e reduzida capacidade de armazenamento hídrico. Devido a sua natureza rochosa, a água da chuva encontra resistência para infiltração e escoamento superficialmente, não ficando retida no sistema. Na sequência do gradiente de armazenamento hídrico, aparecem os solos *arenosos*, também chamados popularmente de *areíuscos* ou *ariscos*. Muito poroso (i.e. grande permeabilidade), os solos arenosos são bem drenados e apresentam baixa capacidade de armazenamento de água. Em Salitre, esse tipo predomina nas regiões de *Serras* e *Chapada*.

Por sua vez, os solos *massapês* apresentam elevada capacidade de retenção hídrica. Bastante apreciados pela sua fertilidade, os solos *massapês* possuem composição particular mais argilosa, o que implica em elevada capacidade de retenção hídrica. Quando seco, se contrai e fatura, formando as típicas paisagens de solo rachado usados para representar um Semiárido seco. Em Salitre, os solos *massapês* predominam em áreas de *Sertão*.

Por fim, apresentando a maior capacidade de armazenamento hídrico, estão os solos chamados popularmente de *baixios*, localizados nos aluviões dos rios e riachos intermitentes. Estes retêm a água por mais tempo após o fim da estação chuvosa, prolongando a umidade do solo à medida que a estiagem avança. Assim, são solos bastante valorizados para o cultivo agrícola, especialmente do milho, representando um microambiente favorável em anos de eventos de seca extrema.

Cabe destacar que em episódios de chuva extrema, o gradiente de sensibilidade discutido acima é o inverso, pois os solos com alta capacidade hídrica encharcam e criam condições desfavoráveis para as plantas. Este é mais um exemplo de como vulnerabilidade é um contexto sempre relativo a um vetor de exposição. Como este trabalho enfatiza os eventos de seca, assume-se um gradiente de sensibilidade crescente segundo o quadro 31.

Tipo de Solo	Descrição	Capacidade de armazenamento hídrico
Baixios	Localizados em vales e leito de riachos intermitentes é ponto de convergência das bacias de drenagem. Conservam umidade no solo por mais tempo durante a estiagem	Muito Elevada
Massapê	Solos argilosos, férteis e mal drenados. Infiltração lenta	Elevada
Ariscos	Solos arenosos, bem drenados. Elevada infiltração, baixo escoamento superficial	Baixa
Piçarra	Solos pedregosos, pouco desenvolvidos. Baixa drenagem e elevado escoamento superficial	Insignificante

Quadro 31 - Gradiente de armazenamento hídrico para as diferentes categorias de solo identificadas em Salitre. São apresentadas segundo os termos populares utilizados pelos produtores e extensionistas
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

b. Adaptação: técnicas de manejo do solo

Independente da capacidade de armazenamento hídrico específico, existem práticas de manejo por meio das quais o agricultor pode interferir na umidade do perfil do solo, aumentando a água disponível para a planta. Neste contexto, destacam-se as técnicas que conservação do solo que reduzem a perda de água por evaporação, transformando *água verde não-produtiva* em *água verde produtiva*. A cobertura do solo com matéria seca e/ou com adubo orgânico apresenta grande potencial para aumentar a segurança hídrica da agricultura familiar. Ambos são materiais abundantes nos estabelecimentos, visto que rebanhos animais geralmente estão presentes no próprio estabelecimento ou em estabelecimentos vizinhos. A matéria vegetal também é abundante: restos culturais podem ser deixados sobre o solo após a colheita, assim como restos de capina ou outros resíduos agrícolas podem ser incorporados ao solo no intuito de otimizar a conservação da umidade. Estas técnicas são simples e baratas, tornando sua adoção mais fácil entre os produtores familiares.

Outro ponto de intervenção adaptativa são as técnicas que aumentam a infiltração da água por meio da modificação da superfície do solo. Em conjunto, essas técnicas são chamadas de captação de água *in situ*. As modificações são realizadas durante o preparo do solo para o plantio. Barreiras físicas ao escoamento superficial da chuva são geradas de forma intencional ou não-intencional, retendo a água no sistema por mais tempo. Cria-se, assim, condições para que uma maior quantidade de água infiltre no solo. A captação de água *in situ* pode ser obtida com diferentes técnicas. A mais comum é revolver o solo com a enxada durante o plantio. Apesar de agredir pouco o solo, esta técnica é limitada no espaço, aumentando a infiltração da água apenas no pé do buraco aberto para o plantio.

Outros métodos de captação de água *in situ* envolvem procedimentos mais elaborados (Figura 22). Dentre estes, o mais simples é a *aração e plantio em plano*, no qual a aração é feita por meio de tração mecânica ou animal. Durante o processo, pequenas depressões são formadas no solo na linha de plantio, nas quais a água da chuva se acumula. Outro método, mais complexo, associa a aração com o sulcamento do solo para aumentar a retenção hídrica. Os sulcos são criados entre as linhas de plantio após a aragem e plantio (*sulcamento pós-plantio*). Para tal, usa-se sulcadores à tração mecânica ou animal. O momento do sulcamento varia de acordo com o cultivar. A técnica também pode ser aplicada antes da semeadura (*sulcamento pré-plantio*).

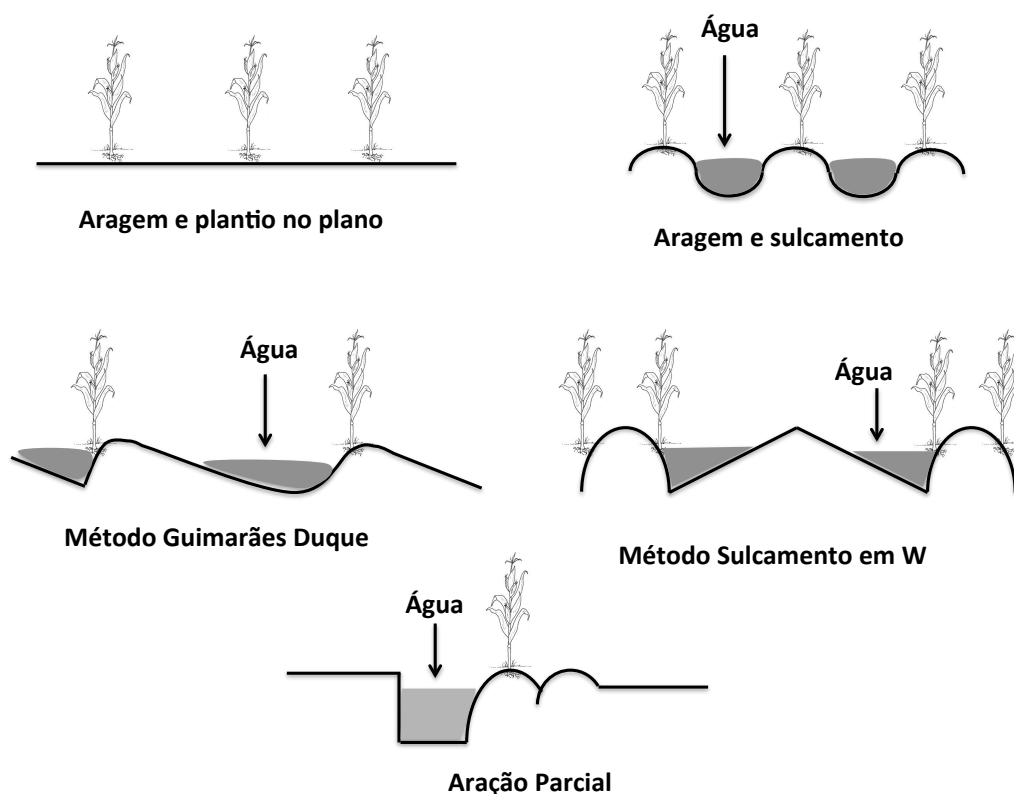


Figura 22 Diferentes técnicas de captura de água *in situ* desenvolvidos para o Semiárido. Todos visam reter a água no sistema por mais tempo e, assim, aumentar a taxa de infiltração. Os contornos do solo é representado pela linha preta, enquanto a água retida pela área rachurada em cinza
 Fonte: elaborado pelo autor

Outras técnicas de captação de água *in situ* trazidas pela literatura são: **(1) método Guimarães Duque** (ou aração em faixas), idealizado pelo pesquisador homônimo na década de 1950 e desenvolvido pelo INFAOL (Instituto Nordestino para o Fomento do Algodão e Oleaginosas). Na década de 1980, foi adaptado pela Embrapa aos cultivos familiares de feijão e milho **2) sulco barrado**, desenvolvido pela EMBRAPA Semiárido, consiste na aração e sulcagem tradicional, porém com posterior alocação de pequenos barramentos dentro de cada sulcos, distantes 2 - 3m entre si. Isso aumenta a capacidade de retenção da água dentro do sistema agrícola **3) Sistema em W**, que cria um sulcamento em formato de W entre as linhas de plantio. **4) Aração parcial**: consiste na passagem do arado reversível duas vezes sucessivas, de modo que cada sulco dista 0,6m entre si (Figura 22). O ponto positivo deste método é o fato de ser mais rápido que os demais, recomendados quando o tempo disponível para o preparo do solo é curto (ANJOS *et al*, 1988).

Todos os métodos descritos acima trabalham a superfície do solo para aumentar a infiltração de água. A eficiência entre eles varia, mas a simples presença de ao menos um já traz grande benefício para a produção agrícola de sequeiro. Durante a estação chuvosa, a captação de água *in situ* pode ser a diferença entre a morte precoce das plantas e a

manutenção de condições de umidade mínimas para que as culturas resistam a um veranico mais prolongado.

Observa-se na Tabela 25 que o método dos sulcos barrados é o mais eficiente na retenção hídrica, seguida pela aração profunda e aração parcial. Este resultado está relacionado ao aumento da infiltração propiciada pelos sulcos barrados (aumento da permanência da água sobre o solo) e pela aração profunda/parcial (descompactação do solo). Curiosamente, o sistema tradicional (enxada) reteve mais água que o método Guimarães Duque de captação *in situ*. Os dados dão um panorama do potencial de cada técnica. Entretanto não devem ser generalizados, uma vez que se referem a um experimento pontual no tempo e espaço.

Tabela 25 - Comparação da perda de água devido ao escoamento superficial em diferentes estratégias de preparação do solo e captação de água *in situ* para o cultivo de milho. O Experimento foi realizado no município de Petrolina em um ano cuja a precipitação de 322mm.

Método de captação <i>in situ</i>	Perda de água (Litros)	Ganho de eficiência (em relação ao método menos eficiente)
Método Guimarães Duque	6.089	0%
Sistema tradicional (enxada)	4.811	21%
Aração parcial	3.285	46%
Aração profunda	2.976	51%
Sulcos barrados	1.066	82%

Fonte: Brito *et al*, 2008

Por fim, o grau de perturbação do solo durante o preparo para o plantio também é fator chave na infiltração da água da chuva. Quanto mais mobilizado o solo durante o preparo do plantio, menor a capacidade de infiltração da água no solo. Aqui cabe uma ressalva: a aração é premissa em todas as técnicas de captação *in situ* discutidos acima. Aplicado com o objetivo de aumentar a infiltração, contribui para reduzir a sensibilidade climática do sistema produtivo. Já quando aplicado com o único objetivo de revolver o solo, pode reduzir significativamente a capacidade de retenção da água da chuva. O experimento da tabela 26 explicita essa condição.

Tabela 26 - Comparação da perda de água por escoamento do solo entre as principais técnicas de preparo do solo no Nordeste. O experimento foi feito durante uma série histórica (1970-1990)

Método	Perda de água (mm)	Ganho de eficiência (em relação ao método menos eficiente)
Sistema tradicional (plantio com enxada)	9,8	62%
1 gradagem	12,5	51%
1 Aração + 1 gradagem	24,6	4%
2 Arações + gradagem	25,5	0%

Fonte: Silva *et al*, 1999

Nos estudos de caso da Bahia e do Ceará, o emprego de técnicas de captação de água *in situ* não foram investigados, mas eventualmente informações relevantes foram coletadas. A única técnica explicitamente usada para aumentar a infiltração da água no solo foi a tradicional, por meio da enxada. Porém, involuntariamente, alguns produtores criam pontos de maior infiltração na última linha em que o trator passa com o arado, deixando uma pequena barragem que acumula água do escoamento superficial. Mais de um produtor que emprega o arado de tração mecânica afirmou que as culturas plantadas próximas a esses barramentos involuntários desenvolvem-se mais e resistem melhor aos veranicos. Porém, esta percepção do benefício não leva a uma aplicação sistemática da técnica.

c. Sensibilidade e adaptação da água azul: tecnologias de captação de água da chuva

As técnicas de conservação e captação de água *in situ* reduzem o risco de veranicos, porém podem não ser suficientes em anos de baixas precipitações. Neste contexto, um conjunto de tecnologias de armazenamento de água da chuva foram desenvolvidas. Esses reservatórios permitem que um aporte hídrico mínimo seja inserido nos sistemas agrícolas durante os veranicos. Neste caso, o objetivo não é otimizar a produtividade, como no caso da irrigação convencional, mas sim disponibilizar uma quantidade mínima de água para que planta sobreviva ao déficit hídrico.

Esta estratégia é chamada de “irrigação de salvação” quando utiliza esquemas de irrigação simples. Quando a água é transportada manualmente pelo produtor até o sistema agrícola, é chamada “molhação”. A capacidade de realizar a *irrigação de salvação* vai depender do volume de água estocada e da sensibilidade climática do reservatório. Reservatórios pequenos fornecem água suficiente para manter pequenas áreas, como hortas, quintais e pomares. Já reservatórios maiores, possibilitam manter roçados de até 2ha. Quanto à sensibilidade climática, reservatórios fechados possuem baixa perda por evaporação, de forma que a água armazenada é quase toda disponibilizada para o uso agrícola. Já reservatórios abertos apresentam alta perda evaporativa. Nesses casos, modificações na área da lâmina d’água do reservatório moderam essas sensibilidades. Assim, inúmeras estruturas de armazenamento podem ser implementadas e adaptadas para fornecer água de salvação. Este trabalho não explora todos reservatórios de água azul possíveis, mas dá ênfase àqueles comumente achados nos estudos de caso.

A situação mais vulnerável observada é aquela que o produtor não possui nenhuma água azul disponível, dependendo inteiramente das chuvas e retenção hídrica do solo. Uma situação um pouco melhor é dos produtores que contam com um pequeno reservatório superficial, como um barreiro ou uma pequena barragem. Frequentemente, estes reservatórios são de uso múltiplo: consumo animal, agrícola e, eventualmente, humano. Já

aqueles produtores com pequenos reservatórios subterrâneos ou cobertos, como poços e cacimbas, contam com uma reserva de água para salvação menos sensíveis a evaporação e tem, portanto, condições de aportar água para pequenas áreas. Um produtor de área de sequeiro em Juazeiro (BA) trouxe um exemplo bastante comum. Desde a época de seus avós, a água de uma cacimba próxima à casa é usada para na *molhação* de alguns pés de coqueiro, manga, pinha, limão e uva cultivados no quintal da família. A produção é pequena, voltada majoritariamente para o consumo doméstico. A disponibilidade dessas fontes são importantes para a segurança alimentar das famílias.

Dentre as tecnologias de reservatórios cobertos, destaque para as cisternas de produção, que captam a água da chuva e as armazenam em tanques de 52 mil litros. As cisternas de produção são pouco frequentes quando comparadas às cisternas de consumo humano, mas tiveram uma relevância significativa na amostra da Bahia (7%). Já em Salitre (CE), nenhuma foi registrada na amostra, apesar de atores institucionais terem informado que há algumas na zona rural do município. Verificou-se que a tecnologia traz grandes benefícios para os produtores entrevistados. Uma família na zona rural de Remanso (BA), por exemplo, mantinha um pequeno quintal diversificado graças a uma cisterna de produção. Em uma área de cerca de 150 m², cultivavam uma horta com verduras, folhas e tubérculos, frutíferas (ex.: goiaba, caju), forrageiras para os caprinos e ovinos (ex.: gliricídia, sabiá) e espécies nativas (aroeira). A *molhação* da horta era de responsabilidade da esposa enquanto o marido cuidava do manejo das fruteiras e forrageiras. A produção era exclusivamente para consumo doméstico. Em outro estabelecimento de Remanso, uma produtora também cultivava um quintal bastante diverso em hortaliças e fruteiras. Segundo ela, a produção era consumida em casa e o excedente era vendido na própria comunidade para os vizinhos, constituindo uma fonte extra de renda.

A cisterna de produção deve ser construída perto da área de plantio, geralmente próxima à casa. O volume armazenado não é suficiente para realizar irrigação de salvação em grandes roçados, mas é adequado para hortas, frutíferas e pequenos quintas. Um pátio de concreto de 210 m² é associado à cisterna de produção. Ele constitui a área de captação da água da chuva para a cisterna, como também pode ser usado para secar a produção agrícola ou forragem para os animais.

Em entrevista, uma pesquisadora da *Embrapa Semiárido* explicitou o potencial das cisternas de produção na *irrigação de salvação* de fruteiras. Em experimento realizado pela empresa na região de Petrolina (PE), 30 pés de manga foram mantidos neste sistema (Quadro 32). Esta estratégia conseguiu manter as mangueiras durante o período da estiagem com uma produção suficiente para o consumo familiar. Em contraste, a produção de manga dentro dos perímetros irrigados - com fins comerciais - demandam 200L de água/dia para manter índices de produtividade ótimos (30 toneladas/ha). Este exemplo

explicita que o objetivo prioritário da irrigação de salvação é garantir a segurança alimentar doméstica e não atingir índices econômicos de mercado.

Estação	Manejo Irrigação de Salvação (30 pés de manga)
Estação Chuvosa	- 5 L/dia/planta, 3 x por semana - dias com chuva, não foi realizada irrigação
Estação Seca	- 10L/dia/planta - 15L/dia/planta nos momentos críticos do ciclo (floração, frutificação) - Foram usadas técnicas de conservação de água no solo
Resultado	Todos os pés sobreviveram a estiagem produzindo frutos para consumo doméstico e pequeno excedente para comercialização

Quadro 32 - Experimento realizado no município de Petrolina para avaliar a viabilidade da *irrigação de salvação* a partir de uma cisterna de produção.

Fonte: Brito, 2011, comunicação pessoal

Reservatórios maiores também podem ser usados na *irrigação de salvação*, possibilitando o fornecimento de água para áreas relativamente extensas no contexto da agricultura familiar. Uma tecnologia que se destaca é o barreiro para irrigação de salvação, desenvolvido pela Embrapa. Criado para captar a água da chuva de sistemas de drenagem naturais, estes barreiros armazenam entre 3 e 8 milhões de litros de água, quantidade suficiente para irrigação de salvação de 2ha a 4ha (SILVA A. S *et al*, 2007).

Os barreiros são divididos em dois compartimentos com uma comunicação. A água é direcionada a um deles que, quando cheio, passa a encher o outro. Dessa forma, reduz-se a lâmina de água e, conseqüentemente, a perda por evaporação. Para facilitar a irrigação e reduzir custos, o tanque é construído próximo à área agrícola para qual a água é distribuída por gravidade. Os canais de irrigação só devem ser abertos se, durante a estação chuvosa, houver um veranico capaz de comprometer o desenvolvimento da planta em algum dos pontos chave de seu ciclo.

Apesar do grande potencial, a viabilidade desta tecnologia é limitada pelas de condições ambientais. O barreiro para *irrigação de salvação* demanda inclinação do terreno específica, permeabilidade dos solos adequada e área de drenagem mínima. Estima-se que para um tanque de 3 milhões de litros (suficientes para manter uma área cultivada de 1,5 ha) sejam necessários 3,5ha de área de captação em solos de baixa permeabilidade. Essas condições são restritas a certas microambientes do sertão nordestino, limitando a abrangência da tecnologia. Nenhum barreiro para irrigação de salvação foi observado nos estudos de caso, apesar de vários dos estabelecimentos visitados reunirem características ambientais que viabilizariam sua construção.

Por fim, as barragens subterrâneas aparecem como uma das tecnologias de mais elevado potencial adaptativo no que se refere segurança hídrica da agricultura de sequeiro. A estratégia consiste na construção de barreiras subterrâneas impermeáveis dentro do leito de rios, córregos e riachos intermitentes. O princípio da barragem subterrânea aproveita uma prática comumente adotada pelos produtores rurais do Semiárido: o plantio no leito dos rios secos. Esta prática foi observada *in loco* no campo da Bahia e do Ceará, referidas pelos

agricultores como plantio no *resto de molhado do riacho* ou plantio em *terras de baixio*. Como discutido acima, o solo dessas áreas retém umidade por um período prolongado após o fim da estação chuvosa, viabilizando culturas até meados da estação seca⁵¹.

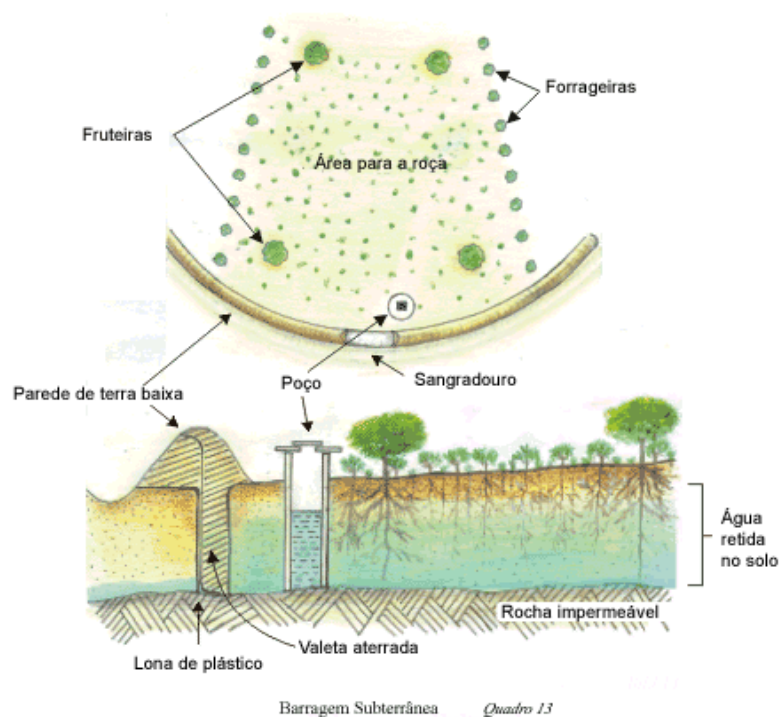


Figura 23 Vista aérea e corte longitudinal de uma barragem subterrânea
Fonte: IRPPA, 2013

A inovação da barragem subterrânea e a construção de um barramento artificial (feito com lona ou concreto) no leito do rio (Figura 23). Ele retém a água e eleva o lençol freático à montante do barramento. A perda evaporativa é mínima quando comparada aos reservatórios superficiais e pode ser reduzida ainda mais caso associada a práticas de conservação de água no solo (ex.: cobertura com matéria seca). A área mais úmida tende a se concentrar nas proximidades do represamento, na se qual planta culturas como milho, feijão, mandioca, fruteiras, forrageiras e outras culturas de acordo com a tradição da região. Em experimento da *Embrapa Semiárido*, em Petrolina, a área de cultivo viabilizada pela barragem subterrânea abrangia 1ha (SILVA M. S. L *et al*, 2007). Uma cacimba ou um poço também podem ser cavados perto do barramento, fornecendo água para pequenas irrigações, consumo animal e até mesmo humano (Figura 23).

As barragens subterrâneas foram raríssimas nos estudos de caso. Entre os produtores entrevistados, apenas um, no município de Uauá (BA), possuía a tecnologia em seu estabelecimento. Ele usava a área agricultável para o plantio de algumas frutíferas e,

⁵¹ No estudo de caso da Bahia, um produtor relatou que o leito do riacho mantém umidade até final de agosto, o que representa cerca de 3 meses de solo úmido em relação a uma área de sequeiro tradicional

principalmente, de forrageiras para seus animais passarem o *verão*: leucena, gliricidia, capim buffel e capim de corte. Porém, fora este exemplo, nenhuma outra barragem subterrânea foi identificada nos estabelecimentos visitados na Bahia e no Ceará.

d. Capacidade Adaptativa: barreiras adaptativas e o papel do Estado

Apesar de disponíveis, a baixa frequência de adoção de tecnologias adaptativas nos sistemas de sequeiro leva a uma pergunta: *se as tecnologias tem elevado poder adaptativo, porque são tão raras?* O representante de uma ONG com atuação em Remanso (BA) trouxe alguns elementos explicativos. De acordo com ele, no caso das barragens subterrâneas, a raridade da tecnologia deve-se ao fato dela demandar investimento financeiro e mão-de-obra relativamente elevados, assim como necessita de condições ambientais muito particulares. Esta informação foi corroborada por um pesquisador da Embrapa Semiárido: “Sem apoio externo, dificilmente um produtor teria condições de construir uma barragem subterrânea.”

Isso vale para as outras tecnologias discutidas neste capítulo. Além da informação de como fazer e das práticas corretas de manejo, o produtor precisa ter as condições físicas para executar as tecnologias. Os métodos mais eficientes de captação de água *in situ* demandam maquinário, como tratores, arados e sulcadores. Dependendo da área, precisa-se também contratar mão-de-obra externa. De forma semelhante, a barragem subterrânea e o barreiro para *irrigação de salvação* exigem uma retroescavadeira (ou a contratação de vários trabalhadores) e conhecimento técnico para medir e avaliar o melhor local para construção do tanque e barramento. Toda essa infraestrutura envolve custos financeiros inacessíveis para grande parte dos produtores rurais familiares do Semiárido (Quadro 33).

Tecnologia	Custos com mão-de-obra, maquinário e material	Exigências ambientais
Barragem subterrânea	R\$ 2.700 (R\$1.740) *	- declividade de até 4% - leito de rio e riacho - profundidade do leito rochoso de mínimo 1,5m e máx. 4m
Barreiro para irrigação de salvação	R\$ 10.000** (para irrigação de 2ha)	- solos pedregosos (alto escoamento) próximos a áreas férteis - área de captação: declividade 0,5-15% - área de plantio: declividade até 5%
Cisterna calçada	R\$ 7.500 ** ⁵²	- sem restrições

Quadro 33 - Custos e exigências ambientais de três tecnologias de captação de água azul. Nos custos da barragem subterrânea, entre parênteses está o preço da tecnologia sem uso de maquinário

Fonte: Pesquisa de campo 2011; Silva M. S. L *et al*, 2007; Silva, A. S. *et al*, 2007

*Preço fornecidos por Silva A. S. *et al*, 2007b, que toma por referencia valores de 2007. Logo, os custos estão subestimados para 2013

** Estimativa calculada usando preços correntes de mão-de-obra e aluguel de trator em janeiro de 2013 no município de Salitre e custos Hora/trator e Hora/trabalhador fornecido pro Silva M. S. L. *et al*, 2007

*** Preço corrente em outubro de 2012 fornecido pela ONG Caatinga (Ouricuri/PE)

⁵² <http://www.caatinga.org.br/cisternas-garantem-aproveitamento-da-agua-da-chuva-em-pe/>

Diante desse contexto, sem o apoio governamental, dificilmente o potencial adaptativo dessas tecnologias poderá ganhar uma abrangência para além de projetos pilotos e campos experimentais. Algumas iniciativas nesse sentido foram verificadas em campo. Um exemplo foi observado no município de Araripe (CE). A Secretaria de Agricultura municipal havia construído, em 2012, uma barragem subterrânea que beneficia cerca de 200 produtores (entre médios, pequenos e grandes) em 5 comunidades localizadas à montante do barramento. Os recursos foram obtidos junto à Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado, mas coube à prefeitura do município elaborar e submeter o projeto ao edital de financiamento. A expectativa é que a sua construção aumente o volume de água e prolongue a disponibilidade hídrica nas cacimbas em toda extensão do riacho à montante (um trecho de cerca de 20Km). Ademais, na proximidade do barramento, estava previsto a construção de uma cacimba para fornecer água a um quintal produtivo. O usufruto deste seria dado a seis famílias que ainda estavam por ser selecionadas na ocasião da entrevista.

Na escala Estadual (Ceará), destaca-se o Projeto São José. Dentre outras aplicações, o projeto prevê a aquisição de tratores, a fundo perdido, pelas comunidades. A associação pleiteante, em parceria com o escritório local da Ematerce, elabora o projeto e submete à *Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado*, financiadora dos projetos. Caso a comunidade seja beneficiada, os associados tem preferência no uso do maquinário e pagam 30% menos no aluguel do trator, que também pode ser alugado para produtores não-associados e de outras comunidades. Os tratores são, geralmente, usados para aragem e gradagem do solo, mas podem ser aproveitados no *sulcamento* das técnicas de captação de água *in situ* discutidas acima. Em Araripe, o responsável pelo escritório local da Ematerce afirmou que a empresa vem desenvolvendo essas técnicas em algumas das comunidades beneficiadas pelo Projeto São José, mas não foi possível observá-las *in loco*.

Outro programa relevante é o Pronaf Semiárido, que disponibiliza crédito de até R\$ 18 mil para implementação de estratégias de convivência com o Semiárido, principalmente infraestrutura hídrica. Com juros de 1% ao ano, período de carência de até 3 anos e prazo de 10 anos para quitação, o Pronaf Semiárido fornece meios para construção das tecnologias descritas acima. Porém, se não acompanhado de assistência técnica, o investimento pode ser transformar em endividamento sem ganhos efetivos para o produtor.

5.2.3 Agricultura de vazante

A agricultura de vazante é uma prática tradicional, empregada há séculos nas margens dos rios e açudes do Semiárido. Apesar de ausente no estudo de caso do Ceará, é chave em alguns dos municípios do estudo da Bahia. Nestes, o deslocamento sazonal de produtores de áreas de sequeiro para às margens do Lago Sobradinho constitui uma prática

comum. Antes da construção da barragem, os moradores das áreas próximas ao rio praticavam a agricultura de sequeiro durante a estação chuvosa e a agricultura de vazante nas ilhas que emergiam do São Francisco durante a estiagem. Complementavam a subsistência familiar com a pesca e a criação de alguns animais (ESTRELA, 2004). Essas populações eram chamadas de *beiradeiros*.

Com o represamento do rio, grande parte dos *beiradeiros* foram reassentadas em áreas distantes do rio ou deslocados para outros municípios baianos, enquanto alguns migraram para os centros urbanos do Sudeste brasileiro. Os remanescentes são poucos e foram encontrados morando na sede dos municípios ou em comunidades de pescadores na beira da represa. Se os *beiradeiros* constituem um tipo cultural sertanejo em vias de extinção, a prática da agricultura de vazante perdura.

Neste contexto, Remanso se destaca. Devido ao relevo suave do município, o recuo do rio entre a cota máxima e mínima pode chegar a 8 Km, disponibilizando uma imensa área de vazante (CORREIA; DIAS, 2003). Ela comporta um fenômeno de migração em massa peculiar. Centenas de famílias vindas do interior do município constroem barracões e ocupam temporariamente a vazante vai sendo lentamente exposta pelo recuo do Lago. Fixam-se no lugar durante o ciclo agrícola do feijão, milho e mandioca, desde o plantio (abril à setembro) até a colheita (que pode se estender até janeiro). Destaque para o feijão, cultura que ocupava 90% da área plantada na vazante do município, em 2002 (SOARES, 2003).

Os produtores com acesso a áreas de vazantes possuem uma elevada capacidade adaptativa em relação aos agricultores exclusivamente de sequeiro. Conseguem tirar duas safras por ano e, quando a estiagem é severa nas áreas de sequeiro, normalmente colhem safras positivas na área de vazante, de modo que esta funciona como uma salvaguarda em anos de seca extrema para muitos produtores. Essa característica destoa Remanso dos outros municípios considerados na pesquisa, mesmo em relação aqueles localizados na beira do Lago Sobradinho, como Casa Nova (Gráfico 19).

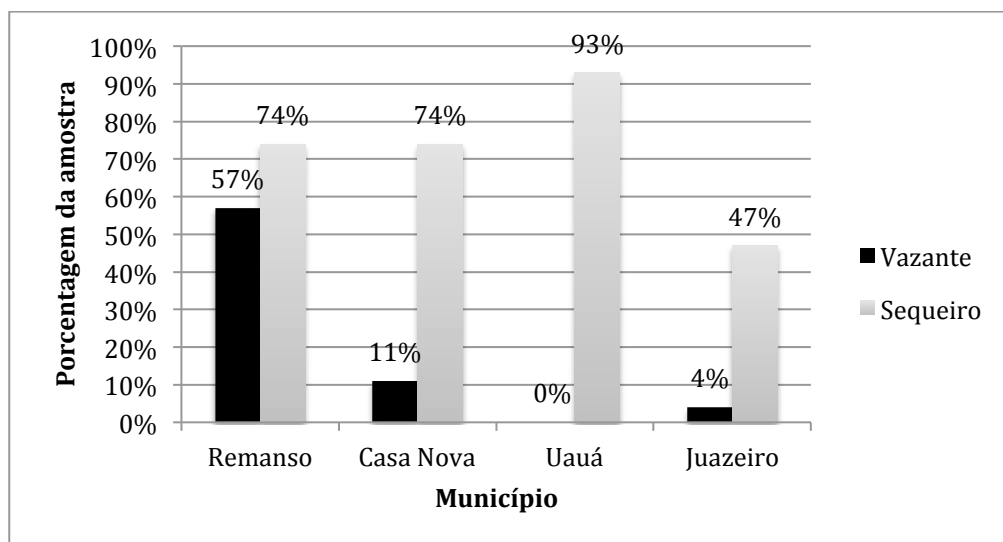


Gráfico 19- Porcentagem dos produtores entrevistados em Remanso (n=53), Casa Nova (n=57), Juazeiro (n=47) e Uauá (n=76) que relataram realizar agropecuária de sequeiro e/ou de vazante. As não respostas foram excluídas da estatística
Fonte: IBGE, 2013

A evolução da área colhida de milho e feijão destaca essa vantagem comparativa do município. Entre 1999 e 2001, a área colhida de milho em Remanso cresceu 6 vezes e a de feijão oito vezes (Gráficos 20 e 21). Este comportamento coincide com uma sequência de três anos de seca pluviométrica (2001, 2002 e 2003) que trouxe grande prejuízo aos demais municípios estudados, os quais viram as respectivas áreas agrícolas caírem. Este contexto é um reflexo da permanência do nível da represa próxima a sua cota mínima (Quadro 34) e, conseqüentemente, na ampla disponibilidade de área para agricultura de vazante. Essa relação foi confirmada por diversos entrevistados, tanto produtores quanto atores institucionais. Eles identificaram o início da década de 2000 como especialmente favorável à agricultura de vazante. Segundo o secretário de agricultura de Remanso, à época, saíam do município entre 3 e 4 caminhões, por semana, carregados de feijão.

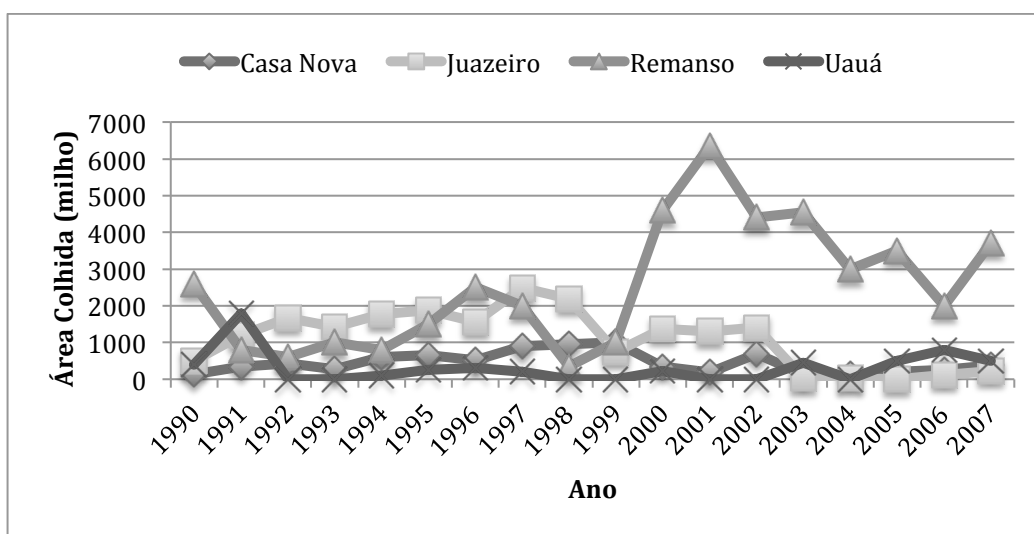


Gráfico 20- Evolução da área colhida (ha) de milho em Casa Nova, Juazeiro, Remanso e Uauá entre 1990 e 2007
Fonte: IBGE, 2013

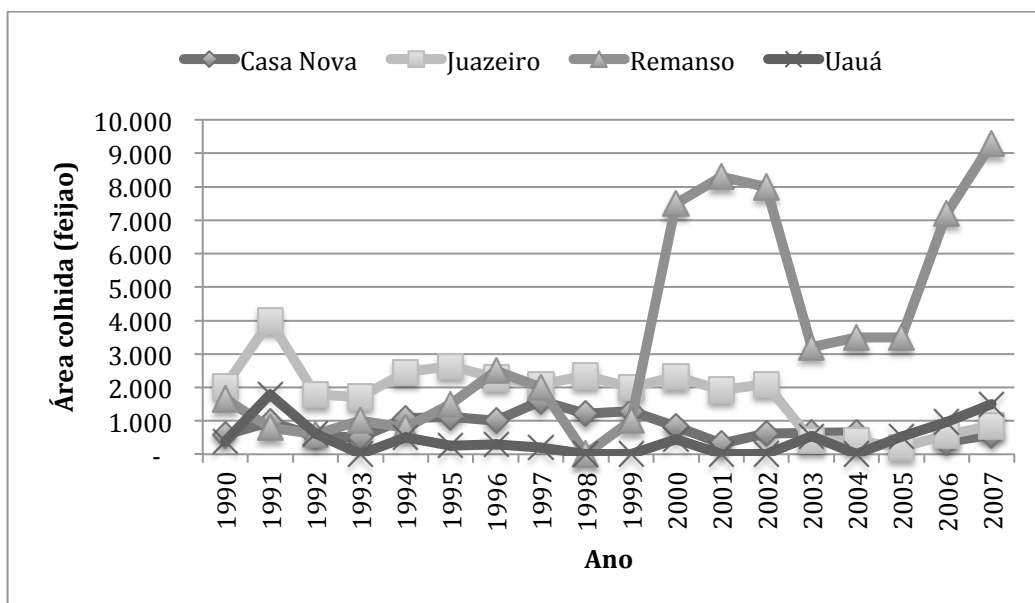


Gráfico 21- - Evolução da área colhida (ha) de feijão em Casa Nova, Juazeiro, Remanso e Uauá entre 1990 e 2007

Fonte: IBGE Sidra, 2013

Ano	Cota Máxima (%)	Cota Mínima (%)
1997	100,00	70,58
1998	98,25	25,22
1999	59,82	11,17
2000	67,15	18,76
2001	43,94	5,05
2002	62,62	10,56

Quadro 34 - Cotas máximas e mínimas (%) do lago Sobradinho entre 1997 e 2002

Fonte: adaptado de Soares, 2003.

Considerando a adaptação como ajuste tanto aos efeitos climáticos adversos, quanto como aproveitamento de eventuais oportunidades, Remanso se beneficia com um contexto de seca, uma vez que a baixa oferta regional de gêneros agrícolas durante quebras de safra nas áreas de sequeiro é acompanhada da alta dos preços de venda. Este é mais um exemplo de como os impactos são diferenciados entre indivíduos de uma mesma área. Em anos de seca extrema, a diferença de adaptabilidade e de impactos entre aqueles com acesso às áreas de vazante e aqueles que são exclusivamente produtores de sequeiro se acentuam.

Cabe também ressaltar que o nível da represa Sobradinho é controlado, em última análise, pela Chesf (*Companhia Hidrelétrica do São Francisco*), de forma que a extensão da área de vazante é influenciada, mas não determinada pelo déficit pluviométrico local. As chuvas em Minas Gerais, onde estão as cabeceiras do São Francisco, e a demanda energética nacional, são mais relevantes para a decisão sobre a abertura e o fechamento das comportas do que as chuvas que precipitam no submédio São Francisco. Foi o caso do período compreendido entre 1999-2002, quando a falta de chuva no Sudeste brasileiro resultou no risco de *apagão*, levando a Chesf a priorizar o fornecimento de energia para o

sistema integrado nacional, reduzindo assim, o volume de água do lago Sobradinho. A seca local registrada para o período veio apenas somar-se à esse contexto.

5.2.4 Conclusões sobre vulnerabilidade climática dos sistemas agrícolas familiares de sequeiro e vazante

A sensibilidade climática de cada cultura é específica e está associada ao déficit hídrico na zona radicular durante os momentos críticos do ciclo da planta. Portanto, a frequência e a duração dos *veranicos* são os vetores de exposição climático determinantes da vulnerabilidade da agricultura familiar de sequeiro. O total de chuvas durante a quadra chuvosa é um *proxy* grosseiro nesse caso, pois mesmo anos com pluviosidade considerada normal pode ser catastrófico para a agricultura se as chuvas forem mal distribuídas. A temperatura também é um vetor climático importante, visto que regula a taxa de perda de água do solo em um ambiente no qual, em média, para cada milímetro precipitado três são evaporados.

Todas as estratégias adaptativas identificadas visam, de alguma maneira, reduzir esses riscos. Um primeiro conjunto de estratégias tem por alvo a unidade biológica do sistema: o cultivar. Variedades tolerantes ao estresse hídrico ou de ciclo curto são adotadas, desenvolvidas e/ou aprimoradas pelos produtores familiares. Um segundo conjunto de estratégias consiste no ajuste do calendário agrícola visando coincidir o desenvolvimento da planta com períodos de maior probabilidade de chuvas. Dentro deste conjunto, o plantio responsivo aos primeiros episódios de chuva é o mais simples. A decisão é tomada após o fato (a chuva) e consiste em uma aposta incerta do produtor na sequência de chuvas. O plantio responsivo também pode envolver certo grau de planejamento quando o produtor considera informações sobre o clima futuro. Essas informações podem tanto ter como base as experiências populares de inverno, quanto previsões meteorológicas trazidas pelas órgãos competentes ou meios de comunicação (Quadro 35).

Vetor de Exposição	Impacto direto	Impacto indireto	Adaptações
Veranicos Aumento da temperatura	Estresse hídrico da planta	- Perda de produtividade	Biológicas: gestão dos recursos genéticos visando aptidão às condições de sequeiro (adoção de variedades de ciclo curto e/ou tolerantes à seca)
			Calendário agrícola: ajuste no calendário agrícola: <i>responsivo</i> (choveu, plantou) e/ou planejada (experiências de inverno e previsões meteorológicas)
		- Quebra de safra	Subsistema hídrico: ajustes na taxa de infiltração e evaporação da água verde do solo. Armazenamento da água em reservatórios para <i>irrigação de salvação e molhação</i>
			Ambiental: plantio na área de vazante durante a estação seca

Quadro 35 - Principais vetores de exposição, impactos (diretos e indiretos) e adaptações observadas para agricultura familiar de sequeiro

Fonte: Elaborado pelo autor

Um terceiro conjunto de adaptações consiste no ajuste da capacidade do solo em reter água precipitada, aumentando a quantidade e o tempo em que a umidade fica disponível à zona radicular das plantas (Quadro 35). A captação de água *in situ* e as práticas de conservação do solo (adubação orgânica e cobertura do solo com matéria seca) reduzem o escoamento superficial e aumentam a infiltração. As práticas de conservação do solo também ajudam a controlar a temperatura do solo, reduzindo a evaporação (Figura 24).

Por fim, tecnologias de armazenamento da água, que seria perdida no escoamento superficial e subterrâneo, compõem o quarto conjunto de estratégias adaptativas. A água é estocada em reservatórios construídos, chamados popularmente de “aguadas”. Ela é reintroduzida nos sistema por meio da molhação ou irrigação de salvação durante os veranicos ou estação seca. Em conjunto, essas técnicas podem ser cruciais durante veranicos prolongados, dando condições de umidade mínimas para que as culturas consigam perdurar até o evento de chuva seguinte.

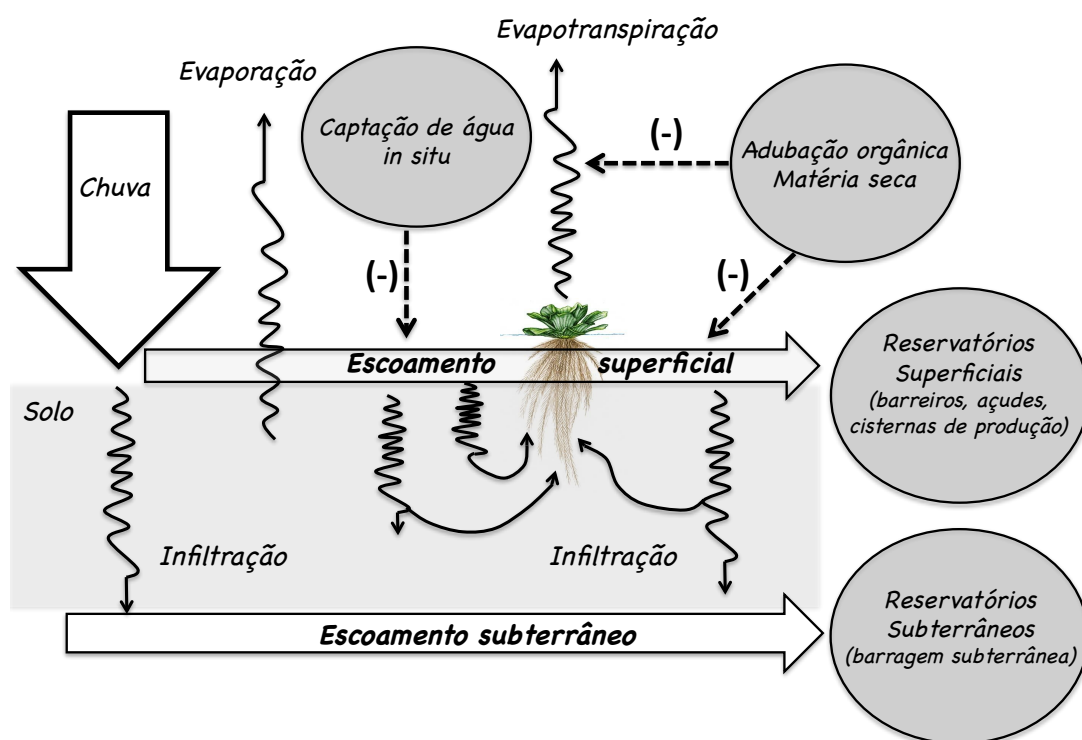


Figura 24 Diagrama ciclo da água no sistema produtivo (**setas curvas**: evaporação e infiltração; **setas sem preenchimento**: chuva, escoamento superficial e escoamento subterrâneo). **Círculos**: estratégias adaptativas; **setas tracejadas**: ponto de intervenção adaptativa no ciclo da água; (-): redução
Fonte: Elaborado pelo autor

Todavia, caso o estresse climático exceda à capacidade dos sistemas agrícolas em lidar com os impactos, as consequências podem ir além da perda de produtividade e quebra da safra no ano do evento e ter ressonância no desempenho das safras seguintes. Foi o que aconteceu com a mandiocultura de Salitre na seca de 2012. Os impactos diretos sobre a cultura, associados aos impactos indiretos, comprometeram à disponibilidade de maniva

para o replantio das safras de 2013 e de 2014. Alguns produtores estimaram em dois a três anos o tempo necessário para a atividade recuperar sua produção pré-seca.

Verificou-se que a resiliência pós-impacto depende de características biológicas de cada cultura (como duração do ciclo e potencial reprodutivo), assim como do acesso a sementes no período de plantio das safras seguintes. No extremo, o abandono da cultura é a resposta final do produtor após sucessivas perdas agrícolas. Foi o caso do arroz no estudo de caso de Salitre. A fava corre risco semelhante. A quebra da safra em 2012, a não reposição dos estoques próprios de sementes e a elevação do preço da semente no mercado, levaram muitos produtores a não plantar o cultivar em 2013. As repercussões para a safra de 2014 ainda são incertas, mas um cenário provável é de uma redução substancial da área plantada e, um cenário possível, o abandono do cultivar por muitos dos produtores que vinham plantando fava.

Se em última análise a adaptação depende das escolhas individuais do produtor, a pesquisa evidenciou que o Estado desempenha um papel fundamental no processo, tanto ao fornecer opções adaptativas quanto ao prover meios para que elas sejam empreendidas. Em todos os pontos de intervenção discutidos acima, a ação governamental contribui de alguma forma. No subsistema biológico, instituições de pesquisa governamentais, como Embrapa e Universidades, são responsáveis pelo desenvolvimento de variedades mais adaptas às condições semiáridas. Também atuam nas redes de semente, por meio de programas de venda subsidiada via empresas estaduais de extensão rural (Ematerce/CE e EBDA/BA). No planejamento do plantio e colheita, previsões meteorológicas fornecidas por instituições do Estado (ex.: Funceme) são usadas diretamente pelo produtor ou indiretamente, quando consideradas em ações governamentais (ex.: programa *Hora de Plantar* no Ceará, que só distribui as sementes depois da avaliação da Funceme sobre a quadra chuvosa). Ações, Programas e Políticas amplas de apoio ao produtor rural familiar, como o Projeto São José e Pronaf Semiárido, fornecem os meios financeiros e físicos para que ajustes sejam feitos na segurança hídrica dos sistemas de sequeiro, mesmo que a adaptação climática não seja o objetivo explícito nas suas diretrizes.

6. PECUÁRIA FAMILIAR E SISTEMA FAMILIAR⁵³

A pecuária bovina foi o motor da colonização do Semiárido brasileiro. A partir do século XVII, os rebanhos avançaram do litoral para os sertões da Bahia em direção as caatingas de Pernambuco, Piauí e Ceará. Seguiam os grandes rios e riachos, como o rio São Francisco, o rio Vaza-Barris (que nasce em Uauá/BA), o rio das Velhas etc (KEATING; MARANHÃO, 2008). Ao longo desse trajeto, formou-se aglomerados humanos de apoio que

⁵³ Parte deste capítulo foi publicada em LINDOSO D. L.; EIRÓ F.; ROCHA J. D. Desenvolvimento Sustentável, Adaptação e Vulnerabilidade à Mudança Climática no Semiárido Nordeste: um estudo de caso no Sertão do São Francisco. **Rev. Econ. NE**, Fortaleza, v 44, 2013, pp 301-332

futuramente dariam origem a importantes cidades do interior nordestino. Juazeiro e Petrolina são dois exemplos, localizados estrategicamente em um dos pontos de travessia sobre o rio São Francisco.

Apesar de ter perdido a importância econômica de outros tempos, a herança da bovinocultura ainda está presente no cotidiano do Semiárido. A figura do vaqueiro, que povoa o imaginário e caracteriza o hábito e o vestuário do sertanejo; o prestígio que a posse de gado dá ao produtor; a estrutura fundiária e demográfica da região; os topônimos, crenças, músicas e histórias, todos esses são exemplos do passado e da influência da bovinocultura na vida do Sertão. As grandes fazendas de gado, com rebanhos de várias centenas a milhares de animais são raros nas áreas pesquisadas, mas é comum observar produtores médios (mais que uma centena) ou pequenos produtores familiares que criam algumas dezenas de cabeças.

Quanto aos caprinos e ovinos, provavelmente estão presentes desde o início da colonização do Semiárido. Algumas raças de cabra naturalizadas no Sertão, como a Moxotó, são descendentes de animais ibéricos, trazidos pelos portugueses ainda no século XVI (SANTOS *et al*, 2008). Como atividade econômica, a caprinovinocultura foi historicamente marginal à pecuária, ganhando importância apenas a partir do século XX. No estudo de caso da Bahia, tem importância especial. O Sertão do São Francisco baiano - onde localiza-se Uauá, Juazeiro, Casa Nova e Remanso - é considerado um dos polos nacionais da criação de cabras e ovelhas. Alguns abatedouros oficiais e inúmeros clandestinos povoam estes municípios. Os abates oficiais seguem para o mercado externo e nacional, enquanto os realizados nos abatedouros clandestinos ficam no mercado local. Muitos animais também são enviados vivos para outros estados do Nordeste e Brasil. Por exemplo, registrou-se em Casa Nova um mercado cativo no Rio de Janeiro para uso religioso dos bodes de pelagem negra.

O peso da pecuária dentro dos contextos rurais familiares variou entre os municípios. No estudo de caso da Bahia, os produtores familiares são essencialmente pecuaristas, enquanto em Salitre (CE), apesar de importante, a atividade é secundária frente à agricultura (mandiocultura) (Gráfico 22). A bovinocultura se destaca, especialmente, em Remanso (Tabela 27) Já caprinovinocultura sobressai em Juazeiro e Uauá, tanto no número absoluto do efetivo animal, quanto do tamanho médio dos rebanhos por estabelecimento rural. Já entre os pecuaristas de Salitre (CE), a bovinocultura é a principal criação animal, enquanto a caprinovinocultura é pouco significativa, principalmente a caprinocultura (Tabela 27). Essas realidades trazidas pelos dados oficiais foram corroboradas nas entrevistas com os atores institucionais locais.

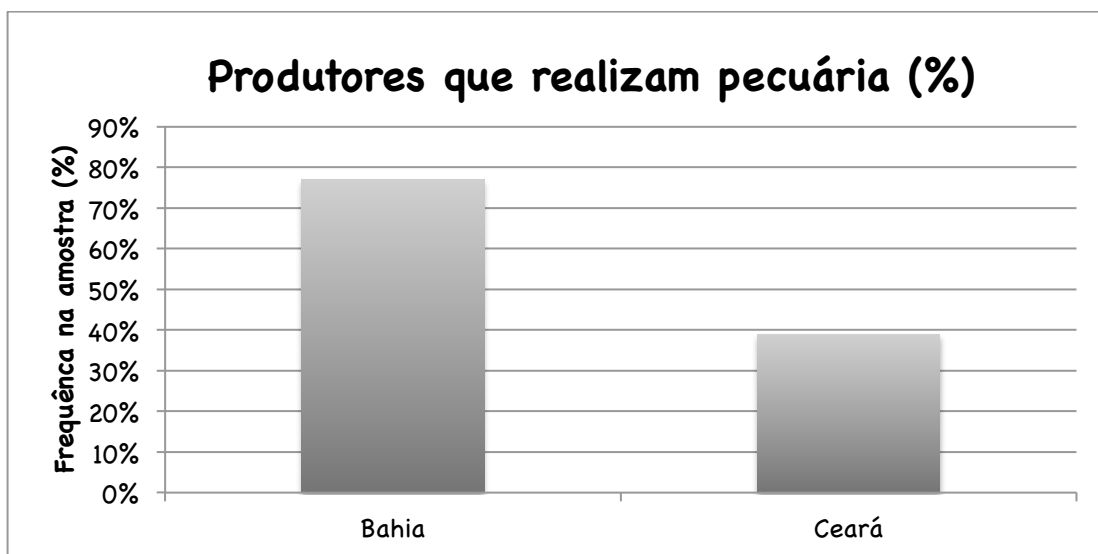


Gráfico 22- Produtores que realizam pecuária no estudo de caso da Bahia (n=250) e Ceará (n=38). O estudo de caso da Bahia abrange Remanso, Casa Nova, Uauá e Juazeiro. O estudo de caso do Ceará abrange apenas Salitre

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Tabela 27 - Efetivo animal e número médio de animais por estabelecimento rural por município considerados nos estudos de caso da Bahia e Ceará

Tipo de Animal	Efetivo animal por município (número) em 2007				
	Bahia				Ceará
	Casa Nova	Juazeiro	Remanso	Uauá	Salitre
Caprinos	212.399	218.951	124.829	191.485	3.117
Ovinos	113.848	143.262	111.982	130.000	6.905
Bovinos	21.999	23.525	43.486	27.200	8.532
Tipo de Animal	Densidade animal (animais/estabelecimento rural familiar)				
	Bahia				Ceará
	Casa Nova	Juazeiro	Remanso	Uauá	Salitre
Caprinos	44	99	63	84	19
Ovinos	28	64	57	57	25
Bovinos	9	17	44	26	19

Fonte: IBGE, 2006; IPEA data, 2013

As amostras foram desenhadas para refletir o peso relativo de cada efetivo, mas limitações de campo não permitiram equivalência relativa na amostra. De toda forma, verifica-se que a representatividade da amostra dos bovinocultores e caprinocultores aproximam-se, em geral, dos dados trazidos pelo Censo agropecuário do IBGE (2006) para os municípios visitados (Tabela 28).

Tabela 28 - Comparação entre a frequência de bovinocultores e caprinovinocultores nos estabelecimentos das amostras colhidas na pesquisa de campo e a frequência trazida pelo IBGE.

Município	Bovinocultura		Caprinovinocultura	
	Amostra	IBGE 2006	Amostra	IBGE 2006
Remanso (n=59)	32%	31%	64%	63%
Casa Nova (n=58)	28%	37%	78%	77%
Juazeiro (n=48)	35%	36%	67%	57%
Uauá (n=85)	18%	39%	91%	85%
Total Bahia (n=250)	28%	36%	74%	70%
Estudo de caso Ceará (Salitre)				
Município	Bovinocultura		Caprinovinocultura	
	Amostra	IBGE 2006	Amostra	IBGE 2006
Salitre (n=38)	19%	24%	32%	15%
Total Ceará (n=38)	19%	24%	32%	15%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013; Censo Agropecuário IBGE, 2006

Rebanhos mistos - que combinam caprinos, ovinos e bovinos - são uma realidade comum no Semiárido. Nos estudos de caso, eles foram o segundo tipo de rebanho mais frequente, atrás apenas dos rebanhos exclusivamente de caprinos/ovinos (Gráfico 23). Rebanhos exclusivamente bovinos foram mais raros. Em Casa Nova (BA), Juazeiro (BA) e Uauá (BA), eles foram insignificantes. Já em Remanso (BA) e Salitre (CE), rebanhos exclusivamente de bovinos atingiram porcentagens mais significativas, sendo compatível com o observado em campo.

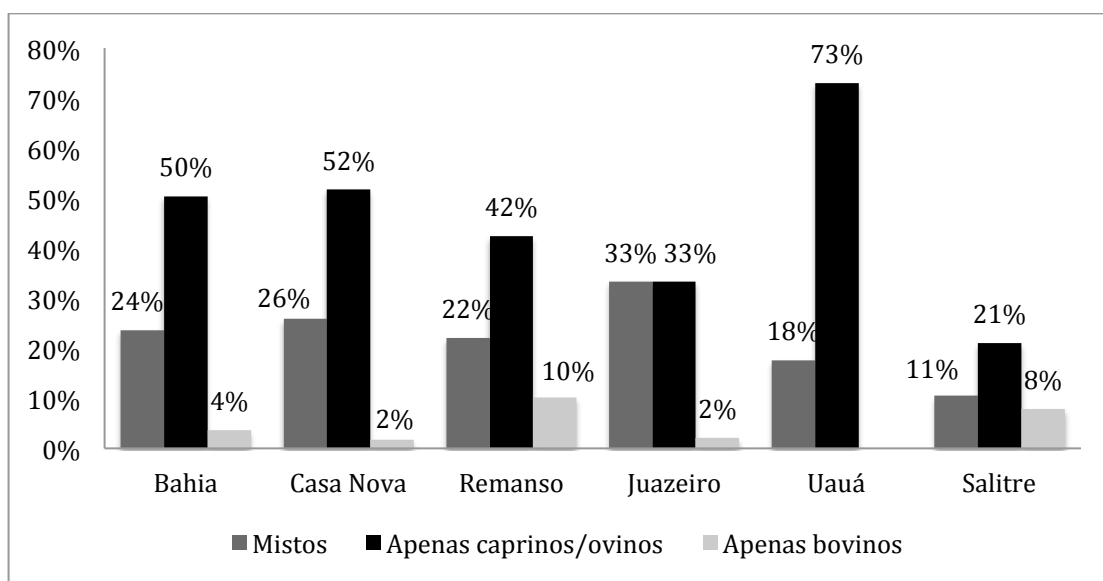


Gráfico 23- Frequência de rebanhos exclusivamente bovinos, exclusivamente caprinos e mistos (bovinos e caprino/ovinos) nos estudos de caso.

Fonte: Pesquisa de campo 2011; 2013.

O tamanho do rebanho é outro aspecto importante. Nas amostras entrevistadas, os rebanhos bovinos não costumam ser numerosos, visto o custo mais elevado em mantê-los.

No estudo de caso da Bahia, isso fica mais claro. O número médio de cabeças é cerca de 12 bovinos/estabelecimento. Já os rebanhos de caprinos e ovinos são mais numerosos, com um média de 91 animais/estabelecimento.

Em Salitre, a diferença diminui. Os rebanhos bovinos apresentaram um tamanho médio de efetivo maior que na Bahia (34 animais/estabelecimento), enquanto de caprinos e ovinos uma média menor (Tabela 29). Contudo, deve-se levar em conta que a presença de um bovinocultor de maior porte (90 animais) trouxe um viés para a pequena amostra salitrense. Desconsiderando esse informante, a média dos rebanhos bovinos cai para 24 animais/estabelecimento. Por sua vez, os rebanhos caprinos tendem a ser pequenos, enquanto os ovinos figuram com uma média expressiva de animais por estabelecimento (61 animais) (Tabela 29). Apesar dos vieses inerentes ao tamanho reduzido da amostra, as entrevistas qualitativas com os agentes rurais de Salitre corroboram os dados, apontando para um contexto no qual a bovinocultura tem maior relevância, seguida da ovinocultura e, de menor expressão, a caprinocultura.

Tabela 29 - Tamanho médio, mediana, máximo e mínimo dos rebanhos das amostra dos estudos de caso da Bahia e Ceará

Tamanho dos rebanhos – Bahia (n=193)				
	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Bovinos	12	7	80	1
Caprino/ovinos	91	50	790	3
Tamanho dos rebanhos – Ceará (n=14)				
	Média	Mediana	Máximo	Mínimo
Bovinos	34	28	80	8
Caprinos	9	10	12	2
Ovinos	61	50	113	20

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

A vulnerabilidade climáticas da pecuária familiar pode ser decomposta em três sub-vulnerabilidades: vulnerabilidade biológica, referente às características dos animais; vulnerabilidade do sistema alimentar que mantém os rebanhos; e a vulnerabilidade do sistema hídrico animal. A seguir, cada uma dessas é discutida separadamente.

6.1 VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SUBSISTEMA BIOLÓGICO ANIMAL

6.1.1 **Sensibilidade biológica:** espécies animais

Do ponto de vista biológico, caprinos e ovinos demandam menos água por animal quando comparados aos bovinos, sendo, portanto, mais adaptados à restrição hídrica típica do semiárido (ARAÚJO *et al*, 2011) (Quadro 36). Os caprinos, em particular, são extremamente eficientes na regulação hídrica, reduzindo perdas nas fezes e urina, e apresentando mecanismos de resfriamento pelo suor e respiração com baixa perda de água (AGANGA, 1992; RIBEIRO, 2006). Em cada uma das espécies, a demanda hídrica varia de

acordo com a idade do animal, sexo, raça, alimentação e se está ou não em lactação (ARAÚJO *et al*, 2011).

Cabras e ovelhas também requerem menor quantidade de alimento por cabeça quando compradas ao gado bovino. Para manter um bovino adulto (454 kg) são necessários 12Kg de matéria seca/cabeça/dia. Com a mesma quantidade é possível alimentar um rebanho de 6 cabras e/ou ovelhas com peso médio de 40Kg/cabeça (EMBRAPA, 2013c). Ademais, ovinos e, particularmente, os caprinos, são mais generalistas que os bovinos, alimentando-se de um repertório de forragens mais amplo, o que pode ser chave em anos de escassez. Essas diferenças adaptabilidade entre as espécies são amplamente reconhecidas pelos produtores.

	Demanda Hídrica (L/cabeça/dia)	Demanda Alimentar (Kg MS/cabeça/dia)
Caprinos	2-6 (15)	2
Ovinos	3-6	2
Bovinos	35 (62,5)	12

Quadro 36 - Comparação da demanda hídrica e alimentar entre caprinos, ovinos e bovinos. Entre parênteses encontra-se a demanda por água durante a fase de lactação.

Fonte: Brito *et al*, 2007a; Alves, 2007; Teixeira, 2001; Porto, 2002

6.1.2 **Adaptação:** inovação e gestão dos recursos genéticos dos rebanhos

A pecuária familiar de sequeiro busca conciliar dois extremos. De um lado, obter produtividade de carne e leite que possa ser convertida em renda a um baixo custo. Por outro, empregar animais resistentes às condições semiáridas. Esses extremos são muitas vezes contraditórios. Raças desenvolvidas para alta produtividade exigem condições ambientais controladas e são mais susceptíveis à escassez de água e alimento das áreas de sequeiro. Já as raças rústicas apresentam menor produtividade, mas alta resistência à seca.

Os rebanhos crioulos, chamados na linguagem técnica de *Sem Raça Definida (SRD)* e, popularmente de *pé-duro*, são misturas de raças europeias e asiáticas, cujos potenciais genéticos originais foram diluídos ao longo de gerações de cruzamentos indiscriminado em condições extensivas. O filtro ambiental e humano resultou em populações animais naturalizadas, bem adaptadas ao sequeiro.

Nas últimas décadas, raças desenvolvidas para o Semiárido (ex.: Santa Inês, Moxotó, Cariri) ou trazidas de ambientes semelhantes (ex.: Dorper, Anglo-nubiana) vem sendo incorporadas na pecuária familiar de sequeiro visando melhorar os índices zootécnicos dos animais. Entre os caprinos, foram identificadas nos estudos de caso as raças Boer, Anglo-nubiana e saeen (Quadro 37). Entre os ovinos, Santa-Inês e Dorper (Quadro 38). As raças de bovinos não foram investigadas à fundo na Bahia e apenas superficialmente no Ceará, recebendo pouco destaque na discussão que se segue.

Raça de caprinos observada em campo				
Raça	Origem	Aptidão	Rusticidade	Comentários
SRD	Semiárido	carne	Muito alta	Elevada rusticidade, produto da seleção natural/artificial ao longo de gerações nativas
Boer	África	carne	Alta	Especializado na produção de carne, com ótima conversão alimentar. Vem sendo muito utilizado no melhoramento da produção de carne no cruzamento com rebanhos SRD
Anglo-Nubiana	África	Leite/ carne	Alta	Ótima opção para cruzamento com SRD; mestiços com boa aptidão leiteira, precoces e de carne de qualidade
Saeen	Suíça	Leite	Reduzida	Uma das melhores raças leiteiras no mundo, porém muito exigente. Pouco adaptada às condições semiáridas

Quadro 37 - Características dos animais SRD e das principais raças de caprinos identificados durante os estudos de caso.

Fonte: Sandoval, 2011

Raças de ovinos encontradas em campo				
Raça ovinos	Origem	Aptidão	Rusticidade	Comentários
SRD	nativos	carne	Muito alta	Elevada rusticidade, produto da seleção natural/artificial ao longo de gerações nativas
Santa-Inês	Brasil	Carne e pele	Alta	Carne e pele de boa qualidade. Excelente raça para matrizes, preferida no melhoramento de rebanhos SRD dos estudos de caso
Dorper	África	carne	Alta	Animais precoces com excelente produção de carne. Boa opção para melhoramento genético.

Quadro 38 - Características dos animais SRD e das principais raças de ovinos identificados durante os estudos de caso.

Fonte: Sandoval, 2011

Na caprinovinocultura da Bahia, predominam os rebanhos SRD. Rebanhos exclusivamente de animais de raça ou exclusivamente mestiços (Raça + SRD) representam, cada, cerca de 10% da amostra (Gráfico 24). Esta presença pequena, mas relevante de animais de raça é reflexo de um processo ainda incipiente de melhoramento genético da caprinovinocultura, incentivado pelas agências rurais locais, como a EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário), sindicatos e secretarias de agricultura. No município de Juazeiro (BA), por exemplo, a secretaria de agricultura vinha incentivando feiras de animais em 2 pontos do município para troca e comercialização de matrizes e reprodutores. No distrito de Pinhões (Juazeiro/BA), um produtor mostrou um rebanho mestiço de SRD e Dorper. Segundo ele, o melhoramento se deu graças a um ação da EBDA, na qual a empresa fazia a rotação de um reprodutor para monta de matrizes entre os pecuaristas da região.

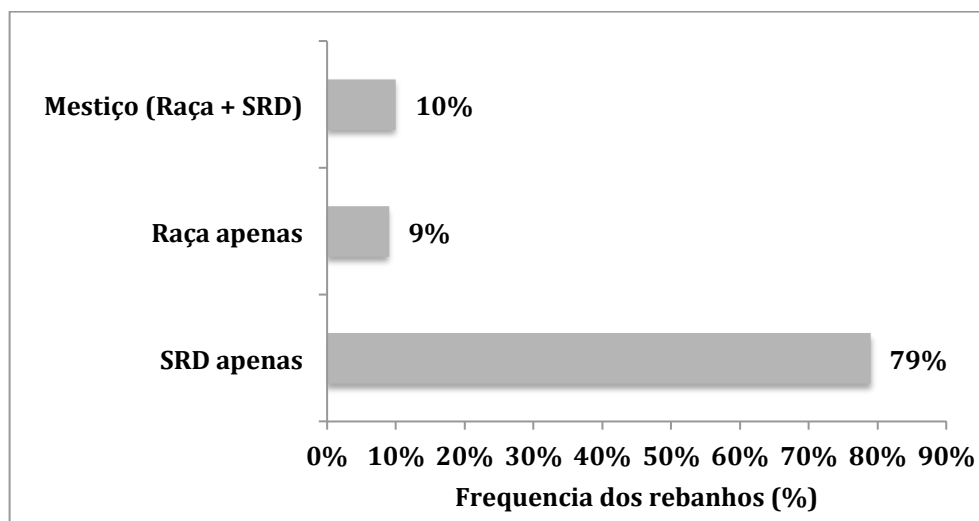


Gráfico 24- Composição genética dos rebanhos familiares de caprinos e ovinos na sub-amostra válida de pecuaristas da Bahia (n=163). Os dados de Salitre não foram incorporados devido a amostra ser muito pequena (n=7). **SRD:** Sem Raça Definida
Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Na amostra de Salitre (CE), o número de informantes é muito pequeno, o que dificulta maiores discussões. Quanto aos caprinos, todos os quatro informantes possuíam rebanhos exclusivamente SRD. Já dos 7 ovinocultores que informaram as raças de seus animais, 2 apresentaram rebanhos exclusivamente SRD, 2 exclusivamente animais da raça Santa Inês e 2 rebanhos mestiços (SRD + Santa Inês). Apenas 1 ovinocultor informou ter rebanhos exclusivamente da raça Dorper. Não foi registrado programas ou ações incentivando o melhoramento genético dos animais no município, mas falta evidências para afirmações mais categóricas.

A seleção das raças e o processo de miscigenação tem implicações para a vulnerabilidade climática dos rebanhos. Na caprinovinocultura extensiva, os animais SRD são os de maior adaptabilidade, apesar dos baixos índices de produtividade (Quadro 39). Frequentemente não atingem o peso mínimo para serem vendidos aos grandes abatedouros⁵⁴, o que deixa os produtores a mercê do baixo preço pago por atravessadores e açougues clandestinos. Em compensação, o sistema extensivo exige pouco investimento, sendo o único possível no contexto de baixa renda de muitas famílias rurais.

Já no caso daqueles que tem condições de manter sistemas semi-intensivos, a introdução de raças rústicas - como a Santa Inês e Dorper (ovinos) e a anglo-nubiana e Boer (caprinos) - e/ou a mestiçagem destas com animais SRD, é uma boa opção adaptativa. O desempenho produtivo resultante é superior aos sistemas extensivos baseados em rebanhos SRD e o acesso ao mercado fica mais fácil. Por fim, nos sistemas intensivos, plantéis de animais de raça com alto rendimento são viáveis e compensam o alto investimento para mantê-los.

⁵⁴ Em Juazeiro (BA), os principais abatedouros da região só compram animais com peso superior a 12Kg/animal. Rebanhos de animais SRD em sistemas de sequeiro tem dificuldades para atingir esse peso.

Sistema pecuário	Genética mais adequada	Produtividade Média	Comentário
Extensivo	SRD	8-12Kg/animal	A alta rusticidade dos SRD os torna os mais viáveis nas condições adversas da pecuária extensiva de sequeiro.
Semi-intensivo	Mestiços Raças rústicas	30Kg/animal	A rusticidade de rebanhos mestiços desenvolve-se bem em condições semi-intensiva e permite um potencial produtivo mais elevado. Os animais precisam receber alimentação suplementar à caatinga para atingir o peso de comercialização
Intensivo	Raças de alto rendimento	75-100Kg/animal	O elevado potencial produtivo das raças melhoradas geneticamente compensam o investimento necessário para manter os rebanhos. Mas

Quadro 39 - Sistemas pecuários de caprinovinocultura e as genéticas de rebanho mais adequadas visto as condições adversas

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

6.1.3 Resiliência: recuperação dos rebanhos pós-impacto

O último aspecto a ser considerado na vulnerabilidade da pecuária familiar é a resiliência dos rebanhos pós-impacto. Aspectos do ciclo reprodutivo são os melhores indicadores nesse sentido. Mais uma vez, os caprinos e ovinos levam vantagem. O ciclo reprodutivo curto destes animais conferem uma capacidade de recuperação mais rápida, tanto do tamanho dos rebanhos quanto nos índices produtivos (SANDOVAL, 2011). Essa característica foi assinalada por alguns dos produtores entrevistados. Quando questionado sobre o tempo de recuperação dos rebanhos após a seca de 2012, um pecuarista que criava bovinos e ovinos disse:

“Dá pra recuperar no ano seguinte sim. Principalmente a ovelha, que aumenta muito e chega ligeiro (período de gestação curto).” (produtor de Sertão, Salitre/CE)

Já os bovinos têm tempo de gestação longo e levam mais tempo para atingir a idade de abate e produção de leite. A elevada mortalidade dos animais durante a seca de 2012 erodiu a genética dos rebanhos e será sentida por um longo tempo. Recuperar essa qualidade irá depender de investimentos e um novo processo de melhoramento genético. Nesse sentido, um produtor de médio porte, em Missão Velha (CE), estimou em 10 anos o tempo necessário para recuperar os rebanhos, considerando que nenhum outro evento extremo da magnitude de 2012 ocorra.

6.2 VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SUBSISTEMA NUTRICIONAL ANIMAL

A alimentação dos animais durante a estação seca é o principal desafio da pecuária de sequeiro em Salitre (CE) e nos municípios Baianos de Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá. O aporte nutricional encontra deficiências tanto em qualidade quanto em quantidade,

resultando, frequentemente, na subnutrição e perda de peso dos animais. Em casos extremos, há morte de parte do rebanho.

Antes de avançar na análise da vulnerabilidade climática do sistema alimentar, é necessário traçar alguns comentários gerais sobre nutrição animal. Os bovinos, caprinos e ovinos dependem de uma dieta balanceada entre fibras, proteínas e energia. Nesse sentido, há dois tipos de alimento: volumosos e concentrados. Os volumosos são pobres em nutrientes, mas ricos em fibras, essenciais ao funcionamento do rúmen dos animais. São os capins, silos e fenos (Quadro 40). Já os concentrados, destacam-se pelo teor de proteínas e energia (carboidratos). São os grãos e derivados de cereais e oleaginosas (Quadro 40). Os produtores, em sua maioria, diferenciam essas particularidades nutricionais e, sempre que tenham condições e informação, planejam a dieta dos animais com base nesse balanço. Dietas desequilibradas acarretam na perda de peso e queda da resistência imunológica, aumentando o risco de doenças no rebanho.

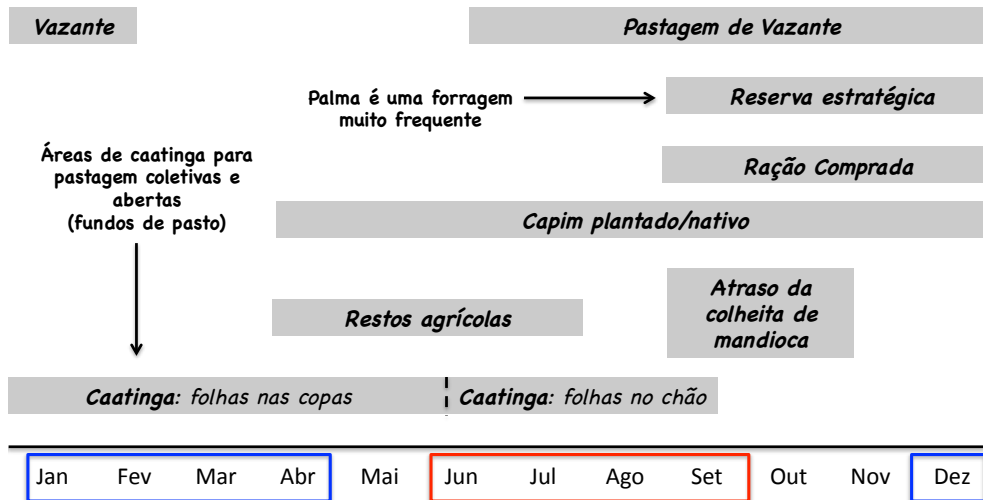
Tipo de alimento	Proteína bruta (PB)	Fibra Bruta (FB)	Comentário e exemplos
Concentrado energético	16% ou menos	18% ou menos	Farelos e farinhas de cereais (milho, sorgo, arroz, trigo)
Concentrado proteico	20-30% (cereais) 30-50% (tortas)		Tortas, farelos de oleaginosas (algodão, soja)
Volumoso	<i>Sem informação</i>	Superior a 18%	As fibras são pouco energéticas, mas são essenciais para o funcionamento do sistema digestivo dos ruminantes (capim, fenos e silos)

Quadro 40 - Tipos de alimento segundo as qualidades nutricionais usados na pecuária familiar
Fonte: Lima *et al*, 2009a

Observou-se que ajustes nos sistemas alimentares da pecuária familiar em reposta a dinâmica climática são muito semelhantes entre os campos da Bahia e o do Ceará, reflexo da conexão histórico-cultural baseada na pecuária entre as duas regiões. A passagem entre Juazeiro (BA) e Petrolina (PE) foi caminho para expansão da bovinocultura, a partir da Bahia, pelos Sertões do Piauí e Pernambuco, se estendendo até a região do Cariri cearense, onde se localiza o estudo de caso de Salitre. As práticas da pecuária tradicional seguiram essa rota que nunca foi interrompida. Isso explica uma grande identidade cultural observada entre os dois campos, expresso, por exemplo, no jargão popular aplicado aos sistemas agropecuários. Todavia, apesar de um tronco adaptativo comum, as populações tradicionais ajustaram suas práticas para os contextos ambientais e agrícolas específicos de cada estudo de caso. Na Bahia, por exemplo, os fundos de pasto e a pecuária na vazante do São Francisco são particulares da região. No Ceará, as áreas de *Serra* foram

historicamente refúgios para os rebanhos durante períodos de seca, apesar da prática ter perdido importância frente à expansão da mandiocultura.

Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro, Uauá)



Ceará (Salitre)

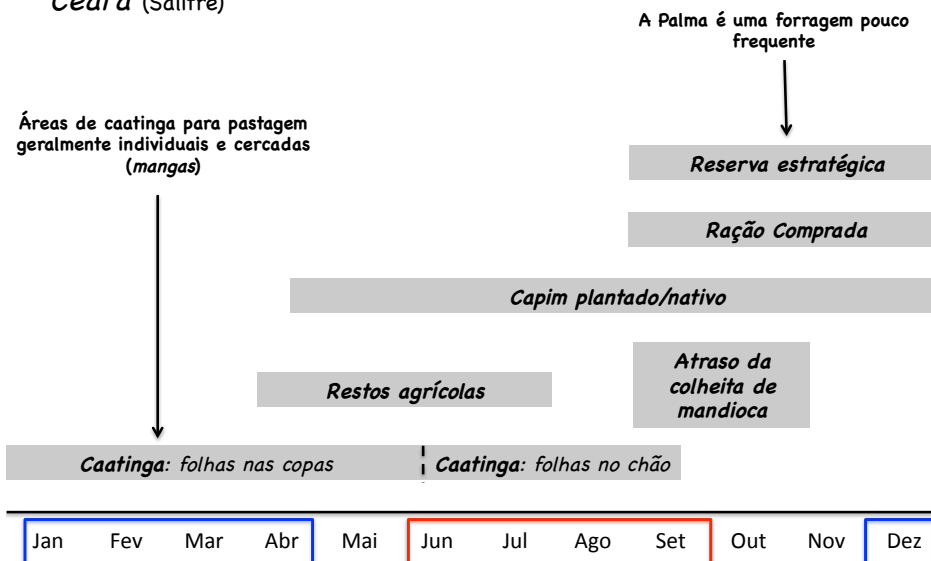


Gráfico 25- Calendário alimentar da pecuária familiar no estudo de caso da Bahia (acima) e no Ceará (abaixo)
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

De modo geral, verifica-se um forte componente sazonal na disponibilidade de forragens. As estratégias adotadas pelos produtores buscam se ajustar aos períodos de abundância de escassez de alimento por meio do aproveitamento de pastagens naturais,

reservas estratégicas e compra de ração (Gráfico 25). A seguir, cada uma das estratégias é analisada em detalhes.

6.2.1 Adaptações e capacidade adaptativa: ajustes no sistema alimentar pecuário

Caatinga: a base alimentar da pecuária familiar de sequeiro

Com uma ampla diversidade de plantas forrageiras, a caatinga serve de pastagem natural para os rebanhos, sendo a principal e mais tradicional fonte de alimento para a pecuária familiar do Semiárido. A criação é extensiva e o pastejo frequentemente combinado: bovinos, caprinos e ovinos forrageando na mesma área. O manejo é simples: os animais são soltos na mata no início da estação das chuvas e permanecem lá até os primeiros meses da estação seca.

A caatinga fornece três fontes de alimento segundo seus estratos vegetais. A primeira são espécies do estrato herbáceo, composto de plantas geralmente não-lenhosas, de baixa estatura e de ciclo curto. Elas são de alta digestibilidade e suas copas rasteiras são facilmente acessadas pelos animais. Este estrato é a principal fonte de alimento durante a estação chuvosa. Neste período, os estratos arbustivo e arbóreo são menos relevantes por dois motivos. Primeiro, porque as suas copas são relativamente altas, dificultando o acesso das folhas pelos animais⁵⁵. Segundo, porque são constituídas, em grande parte, de plantas lenhosas, com elevado teor de lignina e cuja digestibilidade é baixa pelos rebanhos. Todavia, com o início da estação seca, os estratos arbóreo-arbustivo ganha relevância crescente à medida que perde as folhas, que depositam-se sobre o chão. No solo, as folhas vão secando e perdendo a lignina, tornando-se mais palatáveis aos animais. O tapete de folhas sustenta o pastejo na caatinga até meados da estação seca (agosto e setembro). Curiosamente, a ocorrência de episódios de chuvas em junho e julho foi apontada como prejudicial por alguns dos produtores da Bahia, pois, segundo eles, aceleram a decomposição das folhas depositadas sobre o solo e reduzem, assim, o tempo de pastejo na caatinga.

Espécie	Registro (estudo de caso)
Umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i>)	Bahia/Ceará
Sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i>)	Bahia/Ceará
Juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i>)	Ceará
Marmeleiro (<i>Croton sonderianus</i>)	Ceará
Camaratuba (<i>Cratylia mollis</i>)	Bahia
Maniçoba (<i>Manihot peseudoglaziovii</i>)	Bahia
Caatingueira (<i>Cesalpinia microphyla</i>)	Bahia
Favela (<i>Cnidoculus phyllacanthus</i>)	Bahia

Quadro 41 - Espécies forrageiras nativas da caatinga mencionadas espontaneamente, pelo menos uma vez, durante as entrevistas.

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

⁵⁵ No campo da Bahia observou-se caprinos escalando pequenas árvores para consumir as folhas das copas. Mas estas observações foram exceção e não regra.

A pesquisa de campo não teve por foco identificar quais as espécies nativas são relevantes para o forrageio animal, mas algumas foram mencionadas espontaneamente nas pesquisas qualitativas e são mostradas no quadro 41 acima.

Sensibilidade: capacidade suporte da caatinga

Todavia, o excesso de animais por hectare tem provocado o sobrepasteio da Caatinga. Segundo um pesquisador da Embrapa entrevistado, os locais onde a carga animal é grande, a rebrota da vegetação nas primeiras chuvas é rapidamente consumida pelos animais e as plantas não tem tempo de se reproduzir e formar os estoques de sementes para a estação seguinte. Com o passar dos anos, a vegetação vai se degradando e perdendo sua riqueza e abundância. De acordo com ele, algumas plantas só são encontradas em áreas nas quais os animais não entram. É o caso de lugares onde a macambira (*Bromelia laciniosa*) tem elevada densidade, formando uma barreira natural de espinhos que impedem a entrada dos animais.

A capacidade suporte pode variar de acordos com as características da fitofisionomia da *Caatinga* utilizada, mas pesquisas da Embrapa estimam que são necessários cerca de 12 hectares de caatinga para suportar de forma sustentável 1 unidade animal (1 bovino ou cerca de 4 caprinos/ovinos) (FILHO; CRISPIM, 2002; MORAIS; VASCONCELOS, 2007). As evidências colhidas em campo apontam que este valor é excedido, em muito, na realidade do Semiárido. Isso ficou claro nos estudos caso, nos quais, não raro, estima-se que a densidade animal chegava a mais de três vezes o considerado ambientalmente sustentável. Essa situação tende a se agravar com o tempo, pois a redução do tamanho dos estabelecimentos na partilha dos herdeiros, e o conseqüente aumento do número de animais, vêm adensando a pecuária nos estudos de caso. O sobrepasteio da caatinga foi recorrentemente apontado por atores institucionais e produtores como um dos principais problemas da pecuária familiar:

“Muito difícil alimentar os animais durante o verão. A caatinga segura os animais até setembro com as folhas secas do chão. Mas na região tem muito animal; eles vão pisando e matando a caatinga” (produtora de Remanso/BA)

As pastagens das caatingas da Bahia apresentam um contexto peculiar: constituem-se de áreas devolutas cujo uso é, frequentemente, coletivo pelos pecuaristas familiares. São chamadas de **fundos de pasto** ou **fechos de pasto**. Neles, não há cercas ou divisões entre os rebanhos, de modo que eles se misturam na caatinga e só são separados quando são trazidos para os currais para vacinação, comercialização ou fornecimento de rações. Nos últimos 20 anos, muitos dos fundos de pasto foram regularizados pelo governo estadual na forma de associações e estão presentes em todos os municípios visitados no estudo da Bahia (Tabela 30).

Tabela 30 - Número de pecuaristas (%) que participam de associação de fundo do pasto nas sub-amostras municipais e na amostra total de pecuaristas no campo da Bahia. Os dados dizem respeito apenas a amostra e não podem ser extrapolados para a realidade do município.

Município	Pecuaristas familiares que participam de associação de fundo de pasto
Juazeiro	63%
Uauá	48%
Remanso	9%
Casa Nova	34%
Amostra	29%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Do ponto de vista da vulnerabilidade climática, os fundos de pasto aumentam a capacidade adaptativa dos pecuaristas, uma vez que ampliam a área de pastagem nativa para além daquela de sua propriedade. Por serem áreas muito extensas (algumas chegam a mais de milhar de hectares), os rebanhos podem buscar microambientes, como baixadas e brejos, que reúnem condições menos áridas em anos de extremo climático.

Contudo, por ser uma área de uso coletivo, os fundos de pasto podem representar um tipo dos *tragédia dos comuns* não haja manejo coletivo racional (HARDIN, 1968). Esse risco se deve pela ausência, na maioria dos casos observados, de regulação efetiva do tamanho dos rebanhos que cada produtor pode colocar nos fundos de pasto, de modo que o sobrepasteio é a realidade dessas áreas. No distrito de Massaroca (Juazeiro/BA), por exemplo, um agente rural estimou que os fundos de pasto da associação local tem capacidade de suporte para 45 mil cabeças de caprino/ovinos. Segundo ele, em julho de 2011, o rebanho da região abrangia mais de 200 mil animais. Soma-se a estes, os 50 mil animais trazidos anualmente de outras associações, totalizando uma densidade animal cerca de cinco vezes maior que o limite. Em Uauá, um contexto semelhante foi relatado por um ator do sindicato dos trabalhadores rurais local. De acordo com o entrevistado, produtores externos trazem seus animais para os fundos de pasto de comunidades do norte do município. Esse sobrepasteio vem contribuindo para expansão de pequenos núcleos de desertificação observados nessa área de Uauá. Apesar de relevante, a dinâmica dos fundos de pasto não foram alvo dessa pesquisa. Para maiores informações, a literatura conta com trabalhos nesse sentido (SABOURIN, 1999; TONI; HOLANDA, 2008)

Já no Ceará, as caatingas para pastejo são em sua maioria privadas. Cada produtor tem sua área de caatinga cercada (chamadas de mangas⁵⁶), na qual os animais são postos durante a estação chuvosa e início da estação seca. Compartilha-se, no máximo, com parentes próximos (filhos, pais e irmãos). Pelas informações coletadas com os mais velhos, esse é um processo relativamente recente. O uso das caatingas em Salitre já foi semelhante ao princípio que governa o uso dos fundos de pasto da Bahia. Uma senhora entrevistada

⁵⁶ **Manga:** qualquer área agropecuária cercada (ex.: roçado, pastagem)

(60 anos) lembrou que, antigamente, os animais eram criados soltos e as roças cercadas. Hoje, ela lamentou, é o contrário: os pastos naturais que estão sendo cercados. Uma tendência semelhante estava em andamento na Bahia. Apesar de ainda pequena frente às imensas áreas de fundo de pasto, as cercas estavam se proliferando pela zona rural dos municípios visitados.

O processo de “cercamento” vem reconfigurando a estrutura dos sistemas agropecuários familiares. Do ponto de vista da vulnerabilidade, implica na transição de sistemas nos quais sensibilidades individuais são diluídas na coletividade para sistemas nos quais as sensibilidades são individualizadas. Esse processo é benéfico para aqueles que dispuserem de melhores recursos florestais e práticas de manejo adequadas. Mas será deletério para aqueles que possuem áreas pequenas e degradadas e/ou que não praticam nenhuma forma de manejo da Caatinga.

Portanto, o adensamento animal e o processo de *cercamento* que vem se desenrolando na zona rural do Semiárido vêm erodindo a vantagem adaptativa que historicamente viabilizou a pecuária no sertão nordestino: a disponibilidade abundante de terras. As fazendas de gado dos séculos XVII, XVIII e XIX abrangiam milhares de hectares, com densidade de bovinos baixíssima. Para exemplificar esse ponto, um pesquisador entrevistado se referiu a bovinocultura do Piauí durante o século XIX como *ultra-extensiva*, estimando densidades de 1 cabeça a cada 250ha, talvez 300ha de *caatinga*. Essa não é mais a realidade do Sertão.

Após o colapso da indústria da bovinocultura e algodão, no século XIX, muitos latifundiários migraram para as cidades ou abandonaram suas terras. Os vaqueiros - que cuidavam dos grandes rebanhos – e suas famílias permaneceram nas terras dos patrões como ocupantes, formando, com o tempo, pequenos aglomerados familiares. Estes são a origem da agropecuária familiar moderna. Os pequenos rebanhos bovinos angariados com os anos de vaquejada serviram de base para os rebanhos das gerações seguintes, que aumentaram em número, ao longo do século XX, à medida que a população rural crescia. A expansão dos rebanhos de caprinos e ovinos agregou mais um elemento nessa equação. Se por um lado demandam menos água e alimento por cabeça, são espécies mais agressivas com caatinga, especialmente os caprinos. O resultado é uma sobrecarga crescente da capacidade suporte da *caatinga* que, se antes comportavam bem a pecuária ultra-extensiva, no início do século XXI não fornece condições adequadas para o modelo tradicional da pecuária familiar extensiva.

Adaptação e capacidade adaptativa: manejo da Caatinga

O modelo extensivo da pecuária sertaneja mostra sinais de esgotamento. A sobrevivência dos rebanhos dependem cada vez mais da intensificação dos sistemas

pecuários, buscando em outras fontes de alimento, que não exclusivamente a caatinga, formas de prosperar. O manejo adequado da caatinga, visando o aumento da capacidade suporte, é uma estratégia adaptativa promissora, porém pouco praticada. Não foi relatada em nenhuma propriedade visitada, apesar de alguns dos entrevistados na Bahia mostrarem conhecimento sobre a sua existência. As técnicas propostas não se aplicam a todos as fitofisionomias de caatinga, mas tem grande potencial adaptativo naqueles contextos nos quais as espécies adequadas estão disponíveis (Quadro 42). Por exemplo, em áreas com baixa abundância e diversidade do estrato herbáceo, o rebaixamento e o raleamento da caatinga tem pouco efeito. Para empreender o manejo, além do conhecimento, o produtor precisa ter condições de arcar com a mão-de-obra. O rebaixamento, raleamento e enriquecimento da caatinga são intensivos em trabalho, pois envolvem extensas áreas que devem ter as copas e os troncos podados e/ou removidos. Apenas a mão-de-obra familiar é insuficiente na grande maioria dos casos, especialmente porque o momento em que as práticas de manejo são realizadas coincide com outras atividades intensivas em mão-de-obra, como preparo do solo e plantio das culturas de inverno.

Manejo da Caatinga	Descrição	Capacidade Suporte (CA) ¹
Caatinga não-manejada	Disponibilidade de forragem herbácea durante a estação chuvosa e das folhas secas do estrato arbóreo-arbustivo durante a estiagem	12 ha
Rebaixamento da Caatinga	Poda da copa das espécies lenhosas forrageiras, que tornam-se disponíveis aos animais. Ademais, com a redução do sombreamento, há um crescimento mais intenso do estrato herbáceo, aumento a oferta de forragem de inverno.	3,5-4,5 ha
Raleamento da Caatinga	Remoção seletiva de espécies lenhosas para maior crescimento do estrato herbáceo	2,5-3,0 ha
Enriquecimento da Caatinga	Em caatingas degradadas, há a introdução de espécies nativas/exóticas para aumentar a diversidade de forragem herbácea (ex.: capim buffel) e/ou estrato arbóreo-arbustivo (sabiá, leucena, gliricídia, algaroba)	1-1,5 ha

Quadro 42 - Descrição e comparação da capacidade suporte (CA) da caatinga não manejada e três práticas de manejo.

Fonte: Moraes; Vasconcelos, 2007

¹CA é a área necessária para sustentar durante um ano uma unidade animal (UA). 1UA= 1 bovino adulto ou 4 caprinos/ovinos

Contudo, depender apenas da Caatinga para manter os rebanhos é uma situação de elevada vulnerabilidade. A produção de biomassa nativa tem grande variabilidade interanual: é abundante na curta estação chuvosa e escassa na estiagem (vide Gráfico 25, p. 226). Assim, ao longo dos últimos três séculos, os vaqueiros e produtores familiares desenvolveram e introduziram alternativas de forragem para complementar a caatinga, especialmente durante a estação seca. Dentre estas, estão a integração lavoura-pecuária, pastagens plantadas, pecuária de vazante e uso da palma forrageira. Outras, mais recentes, foram desenvolvidas ou aprimoradas pelos órgãos de pesquisa (Embrapa Semiárido) e sociedade civil (ONGs) a partir da década de 1970. Abaixo, as principais estratégias

identificadas são discutidas. Todas podem ser consideradas adaptações à variabilidade climática e, em última análise, à mudança climática.

Adaptação: Integração lavoura-pecuária

Uma característica marcante da pecuária familiar no Semiárido é a forte integração lavoura-pecuária. Isso significa que há um fluxo de matéria e energia entre os subsistemas pecuários e agrícolas, reforçando a interdependência das vulnerabilidades e adaptações entre ambos.

O elo central é o fornecimento tradicional dos restos culturais aos rebanhos. Após a colheita, os animais são deslocados para os roçados, onde se alimentam da palhada das culturas, principalmente do milho e feijão, que são fonte de fibras (volumoso) e podem ser estocados na forma de feno. Na pesquisa de campo, os restos culturais não foram representados nas perguntas dos questionários, o que impede uma análise quantitativa sobre a sua adoção. Porém, as entrevistas qualitativas apontaram essa estratégia como muito frequente, tanto no estudo de caso do Ceará como no da Bahia.

Mas o cultivo mais importante para pecuária é o milho (Gráfico 26). O grão, rico em carboidratos, é fonte de energia chave durante a estação seca. A safra familiar da cultura é prioritariamente destinada aos animais do estabelecimento, seja do criatório (caprinos, ovinos, bovinos) ou de uso doméstico (galinha e suínos). Caso haja excedente, ele é vendido. Geralmente, os grãos são armazenados em tambores e vão sendo fornecidos aos animais à medida que as pastagens naturais vão escasseando durante a estiagem.

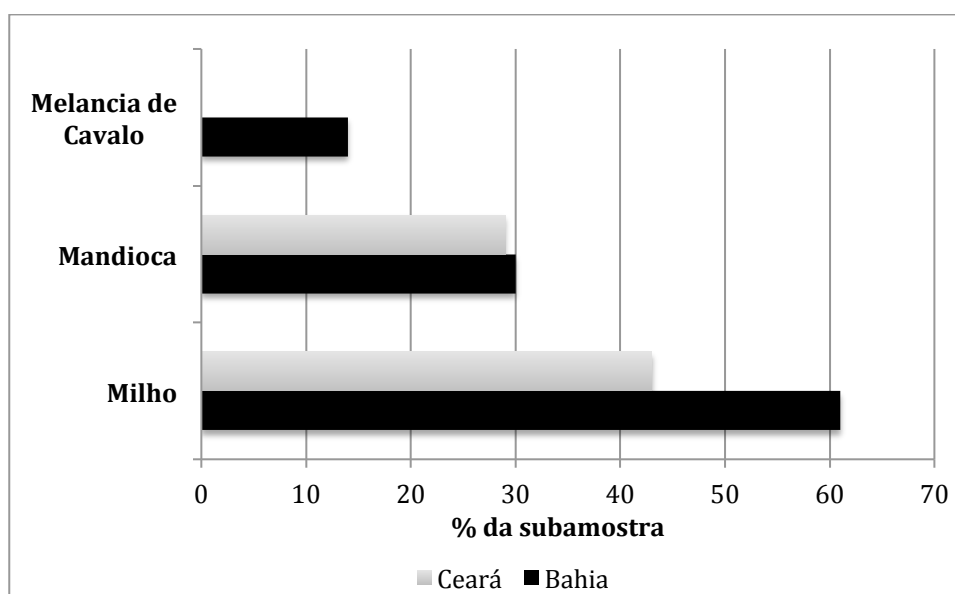


Gráfico 26- Principais culturas agrícolas utilizadas como forragem animal segundo a frequência entre os pecuaristas familiares entrevistados (respostas válidas) no estudo de caso da Bahia (n=175) e Ceará (n=14)
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

As diversas partes da mandioca também aparecem como fonte de alimento importante para os animais (Gráfico 26). A raspa da mandioca (a batata picotada) é utilizada como

fonte de energia e pode substituir o milho quando este estiver em falta. O uso das ramas (folhas e caule) destacam-se pelo alto teor de proteínas (até 22%), reduzindo o custo com a compra de concentrados no mercado ou complementando bancos de proteínas cultivados (MORAIS; VASCONCELOS, 2007). Por fim, a casca da mandioca e a manaíba, são alimentos menos nobres, mas também podem ser fornecidos aos animais como volumosos. No estudo de caso da Bahia, a melancia-de-cavalo apareceu como forragem plantada relevante, enquanto no Ceará não foi registrada (Gráfico 26). Outras culturas também foram registradas em uma pequena parte da sub-amostra (sorgo, soja, algodão, feijão-de-corda), mas não são mostradas no gráfico devido a baixa frequência (menos de 5% somadas).

Naturalmente, o uso de cada cultura agrícola na alimentação pecuária vai variar de acordo com a diversidade dos sistemas agrícolas e das limitações ambientais de cada estabelecimento. Em Salitre, verificou-se que o uso da mandioca como forragem era mais frequente entre os produtores da *Serra*, enquanto o uso do milho entre os produtores de *Sertão*, um reflexo das vocações produtivas de cada tipologia agroambiental.

A integração lavoura-pecuária é uma evidência da multidimensionalidade da produção rural familiar, na qual cada atividade atende mais de uma função dentro do estabelecimento. Anualmente, o produtor ajusta o destino da sua produção agrícola de acordo com a quantidade produzida e as necessidades específicas: consumo familiar, consumo animal, venda no mercado e estoque para replanto na safra seguinte. A gestão da produção entre esses diversos fins é uma adaptação autônoma que cabe a cada produtor avaliar os custos e benefícios. Essa avaliação se torna mais complexa em anos de seca extrema, quando a demanda das diversas dimensões aumenta e a produção é reduzida.

Adaptações e capacidade adaptativa: pastagens plantadas

a. Capim de sequeiro

O plantio de capim de sequeiro é uma estratégia adaptativa muito comum em ambos os estudos de caso. Em anos de chuvas regulares, os produtores afirmaram que as pastagens duram toda estação seca, segurando os rebanhos até a rebrota da Caatinga na quadra chuvosa seguinte. Diversas espécies de capim de sequeiro foram observadas, com destaque, na amostra da Bahia, para o capim buffel (*Cenchrus ciliaris*). Originado da África, o capim buffel foi introduzido no Brasil na década de 1950. Em Uauá, um agricultor, de 94 anos, contou que a espécie foi introduzida na região durante a década de 1970, a partir de quando se disseminou na região. Sua ampla adoção deve-se ao fato da espécie ser muito resistente a baixa pluviometria do semiárido, servindo de feno vivo durante a estiagem.

b. Capim irrigado

A irrigação de capim é prática rara, mas presente em alguns dos estabelecimentos visitados. Os sistemas irrigados variam no grau de sofisticação e investimento. Modelos

intensivos, de alta produtividade, foram observado dentro dos perímetros irrigados de Juazeiro (BA). Pequenas áreas mantinham rebanhos de até 200 animais de raça alimentados com capim irrigado. Sistema semi-intensivos, mais simples, foram observados em áreas distantes do rio São Francisco. Neles, a alimentação dos rebanhos era feita combinando pastagens de sequeiro, caatinga e capim irrigado. Estes foram observados em estabelecimentos com acesso a um poço ou nas margens de açudes. No estudo de caso do Ceará, observou-se esse tipo de sistema nos município de Mauriti e Missão Velha, nos quais a riqueza subterrânea de recursos hídricos e a proximidade com o rio Salgado permitiram a construção de poços e sistemas de irrigação simples que mantinham pequenas áreas de capim plantado. Já em Salitre, eles estavam ausentes. Geralmente, o capim irrigado é de melhor qualidade nutricional e destinado aos animais de corte. O uso de pastagens irrigadas é uma vantagem comparativa muito grande para o produtor, pois ele consegue taxas de engorda mais rápidas, peso final maior e animais precoces para o abate.

Na Bahia sistemas semi-intensivos foram observados em detalhes. Um produtor da Serra dos Badegas (Juazeiro/BA) mesclava caatinga, capim buffel e 1,2ha de capim elefante irrigado (graças a um poço com vazão de 10 mil litros/hora). Essa área, segundo ele, era capaz de sustentar 300 ovinos em sistema semi-intensivo, uma densidade equivalente a 60 unidades animal (UA) por hectare, valor proporcionalmente muito superior a área necessária de caatinga para suportar rebanho equivalente em sistemas extensivos (capacidade suporte de 0,08 UA/ha).

No distrito de Pinhões (Juazeiro/BA), visitou-se um sistema mais intensivos. Um dos produtores aloca as matrizes e ovelhas jovens em área de caatinga no sistema tradicional extensivo. Mas os *burregos* (carneiros para abate) eram trazidos com três meses para serem finalizados (engordados para o abate) em 2ha de capim irrigado, mantidos na beira do açude de Pinhões. Para otimizar o uso de sua pequena área irrigada, o produtor adotava rotação de pastagem como prática de manejo (Quadro 43). Cabe destacar que ele aprendeu a técnica no Globo Rural, programa que frequentemente foi mencionado pelos produtores. Esta observação é relevante, pois mostra como os meios de comunicação também são fonte de informação para muitos dos produtores rurais familiares e potencialmente podem ser canais de sensibilização e difusão de tecnologias adaptativas no contexto da mudança climática.

A pastagem irrigada permite uma estabilidade no fornecimento de forragem que nenhum sistema de sequeiro permite. Porém, seu custo elevado e a concentração dos recursos hídricos em poucas áreas do semiárido a torna uma estratégia rara, acessível a poucos pecuaristas familiares. No que tange à capacidade adaptativa daqueles que tem interesse em adotar a estratégia, a pesquisa revelou duas limitações. Primeiro, referente aos custos. A implementação de sistemas de irrigação não se enquadra no financiamento do

Pronaf. O produtor familiar interessado tem que pegar linhas de crédito convencionais, com taxas de juros maiores e prazo de pagamento e período de carência menores, inviabilizando a implementação por adotantes iniciais. Essa barreira financeira foi relatada em alguns estabelecimentos.

Descrição de sistema pecuário semi-intensivo em Juazeiro/BA	
Tamanho do rebanho	80 animais na área irrigada 620 animais na área de sequeiro
Área irrigada	2ha
Forragem	Capim Tanzânia
Manejo Reprodutivo	A reprodução é controlada para seguir as estações. Prepara a matriz para ser montada em setembro, de modo que os burregos nasçam em janeiro, coincidindo com a época do rebrotamento da caatinga. Com três meses (abril-maio), separa os burregos da matriz e trás para a área irrigada. A matriz fica na caatinga, tendo a dieta complementada com sal.
Manejo do sistema de irrigação	Rotação de pasto: Tem divisória entre piquetes (12m x 7m). São 13 piquetes. Em cada deixava os animais 4 dias, de modo que 48 dias depois voltava para o primeiro piquete cujo capim já tinha crescido.
Onde aprendeu	Globo Rural

Quadro 43 - Exemplo de pecuária semi-intensiva baseada no uso combinado de caatinga e capim irrigado no distrito de Pinhões (Juazeiro/BA)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Uma segunda limitação refere-se a energia elétrica. No açude de Pinhões, não havia rede elétrica e toda a irrigação tinha que ser feita com bombas movidas a diesel. Além de encarecerem a irrigação, o uso do combustível polui o recurso hídrico com óleo. Já em Missão Velha, no Ceará, havia rede elétrica, mas esta era bifásica. Segundo os produtores de comunidades nas proximidades do rio Salgado, a irrigação só seria possível se a rede fosse trifásica, de forma que o acesso a eletricidade era um fator limitante da irrigação. O custo da energia também foi apontada em algumas comunidades como desestímulo à irrigação das pastagens, mesmo quando energia e recurso hídrico estão disponíveis (Quadro 44).

Adaptação	Potencial adaptativo	Capacidade adaptativa (requisitos) ou barreiras adaptativas (limitações)
Pastagem irrigada	Elevado: disponibiliza forragem de boa qualidade durante o ano inteiro	<ul style="list-style-type: none"> - Fonte de hídrica - Energia elétrica trifásica - Recursos para arcar com os elevados custos de implementação - Mão-de-obra para fazer o manejo da irrigação

Quadro 44 - Potencial adaptativo e barreiras adaptativas do uso de pastagens irrigadas. Capacidade adaptativa ou barreira adaptativa são formas opostas de compreender o mesmo contexto: condições favoráveis ou limitações, respectivamente.

Fonte: Pesquisa de campo 2011; 2013

Mas alguns produtores argumentaram que essa reclamação mostra desconhecimento de que, se feita durante à noite, as tarifas elétricas são mais baixas, viabilizando a irrigação em pequenas áreas de capim. De fato, no Nordeste, a irrigação noturna tem, por lei, desconto de 90% em relação às tarifas diurnas. Porém, essa estratégia demanda sistemas

automáticos (caros) ou manejo manual dos canais, mangueiras e aspersores durante a madrugada, o que vai de encontro com a rotina da produção rural familiar: nem todos tem a informação ou estão dispostos a empreender a rotina.

c. Capim: vazante

O acesso a pastagens em área de vazante mostrou-se um recurso adaptativo chave no estudo de caso da Bahia. Mas aqui há um contexto dúbio: a disponibilidade de forragem na vazante é oposta à disponibilidade das áreas de sequeiro. Em anos de seca severa, a produção de biomassa na caatinga e pastagens de sequeiro é duramente afetada. Já nas margens de rios, lagos e açudes, a área de vazante é proporcional a severidade da seca. Nas vazantes onde o capim é cultivado, quanta mais intensa a estiagem, maior a área de pastagem disponível.

A vazante é estratégia central dos pecuaristas familiares no município de Remanso (Tabela 31). O relevo suave do território municipal submerso durante as cheias do Lago Sobradinho resulta na mais extensa área de vazante dentre os municípios localizados nas margens da represa. Segundo os entrevistados, em anos de vazante extrema, o recuo do rio chega a 6Km da linha da cota máxima, voltando ao “caixão do rio”⁵⁷ e expondo a cidade antiga de Remanso, inundada na construção da barragem.

Tabela 31 - Frequência de pecuaristas familiares que usam pastagem de vazante nas amostras municipais e na amostra total no estudo de caso Bahia

Amostra/Sub-amostra	Pecuaristas familiares que usam pastagem de vazante
Amostra Casa Nova (n=46)	15%
Amostra Remanso (n=38)	42%
Amostra Juazeiro (n=33)	0%
Amostra Uauá (n=76)	1%
Amostra Bahia (n=193)	12%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Na amostra de Salitre não foi registrada a estratégia, mas durante o campo qualitativo, foi observada a presença de algumas dezenas de cabeças de gado às margens de um pequeno açude no sítio Lagoa dos Paulinos. Essa realidade é exceções e em pequena escala para ser extrapolada como recurso adaptativo relevante para o município como um todo.

Na Bahia, a realização da pesquisa de campo em junho/julho de 2011 permitiu a observação do início do lento recuo do rio, descobrindo cercas submersas e pastagem. Em Remanso, já era possível avistar pequenos rebanhos de animais, trazidos desde o sertão do município para as áreas de vazante. Os condutores eram os próprios donos ou vaqueiros contratados. Alguns dos vaqueiros foram entrevistados na ocasião. Eles relataram que, eventualmente, rebanhos vindos dos estados vizinhos do Piauí e de Pernambuco, também

⁵⁷ **Caixão do rio** é o termo usado pelos moradores para se referir ao antigo leito do rio São Francisco

são deslocados para a vazante de Remanso. As pastagens são de capim estrela, introduzido na região há cerca de 10 anos. O capim apresenta grande resistência à inundação, sobrevivendo submerso durante as cheias e voltando a crescer à medida que o rio recua, a partir de junho. Alguns agricultores reclamaram da agressividade da espécie, cuja área vem se expandindo a cada ano, reduzindo a área disponível para a agricultura de vazante.

A pecuária de vazante do submédio São Francisco é prática antiga e vem desde antes da construção da represa Sobradinho, segundo informado pelos moradores mais velhos. Assim como na agricultura, chama a atenção a vantagem comparativa que a extensa área de vazante de Remanso confere à pecuária municipal durante os anos em que a represa fica próxima a sua cota mínima. Comparando Remanso com Uauá, único da amostra Bahia que não está na margem do São Francisco, observa-se um comportamento interessante. Para a análise, toma-se os episódios de seca compreendidos entre 1990 e 2010: 1992/93, 1995/96, 1997/98 e o triênio de seca 2001-2003 (Gráfico 27).

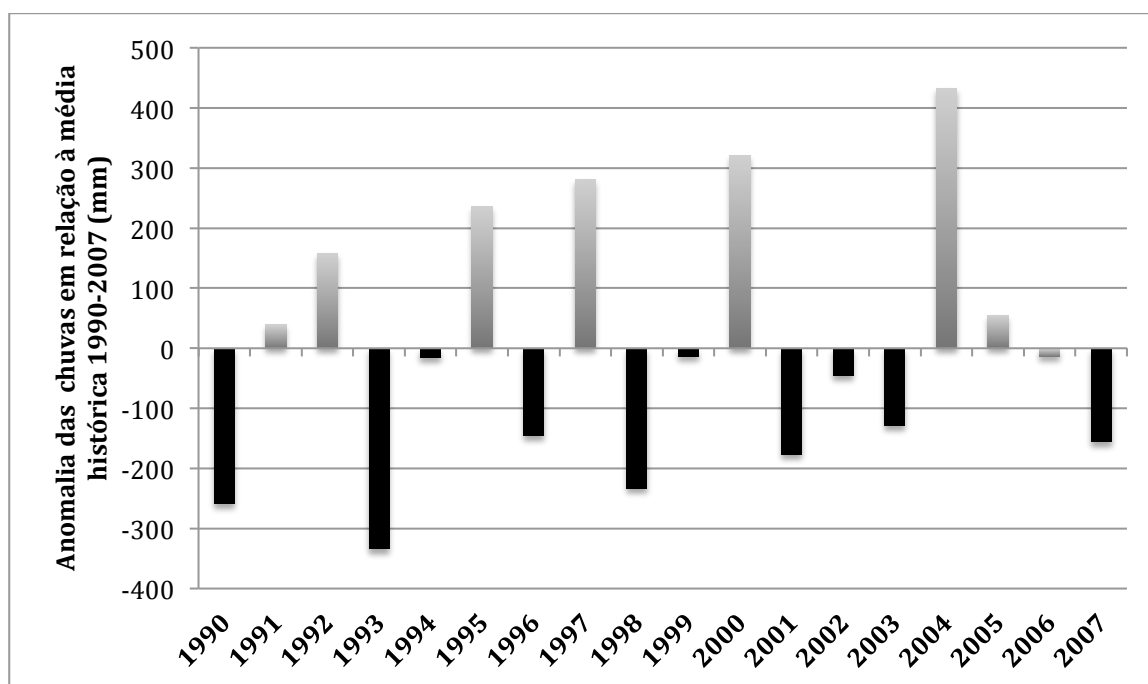


Gráfico 27- Anomalia das precipitações em relação à média para o período 1990-2010 obtida a partir da estação agrometeorológica de Mandacaru, localizada em Juazeiro-BA (09°24'S 40°26'W)
Fonte: Embrapa, 2011

Quedas no rebanho bovino de Uauá coincidem com as secas de 1993, 1998 e o triênio seco de 2001-2003, com destaque para 1993, quando o efetivo apresentou uma queda de 70% e nunca mais recuperou o tamanho pré-seca (Gráfico 28). Já o efetivo de Remanso, manteve um crescimento constante ao longo do período até 2006, com uma leve queda no triênio de 2001-2003 (Gráfico 28).

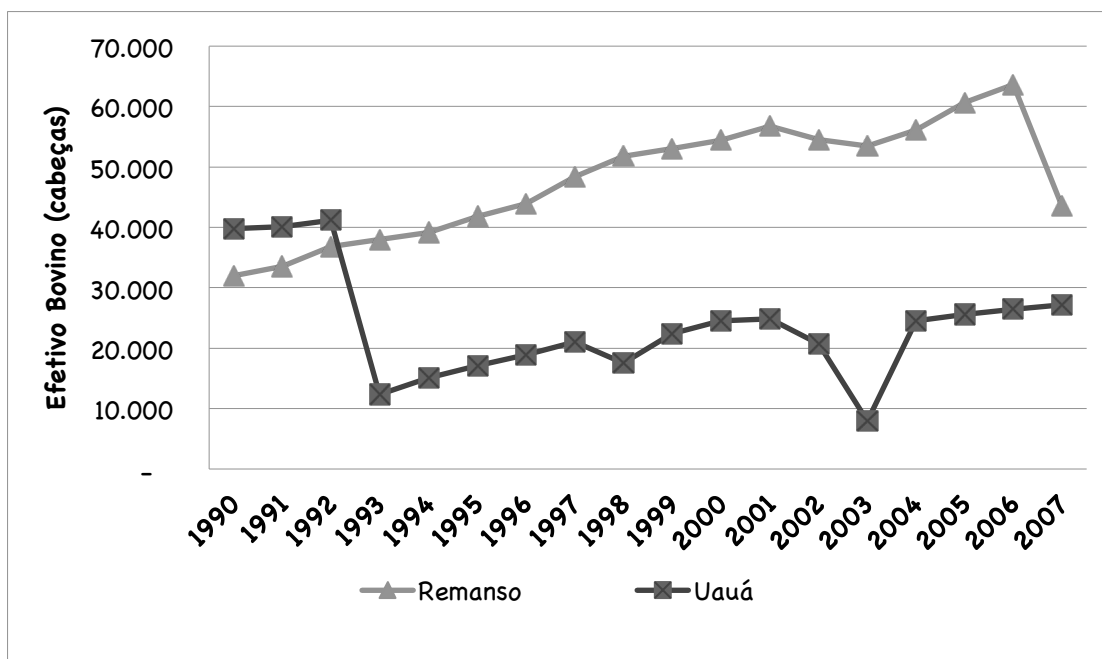


Gráfico 28- Evolução do efetivo bovino em Remanso e Uauá entre 1990 e 2007
 Fonte: IBGE, 2013

Quanto ao efetivo caprino, observa-se que, em ambos os municípios, os rebanhos não sofreram queda em 1993. Todavia, houve um decréscimo abrupto na seca de 1996, seguido de uma recuperação nos anos seguintes. Esta última tendência coincide com o início das linhas de crédito do Pronaf, responsáveis pelo *boom* da caprinovinocultura segundo atores institucionais entrevistados nos municípios.

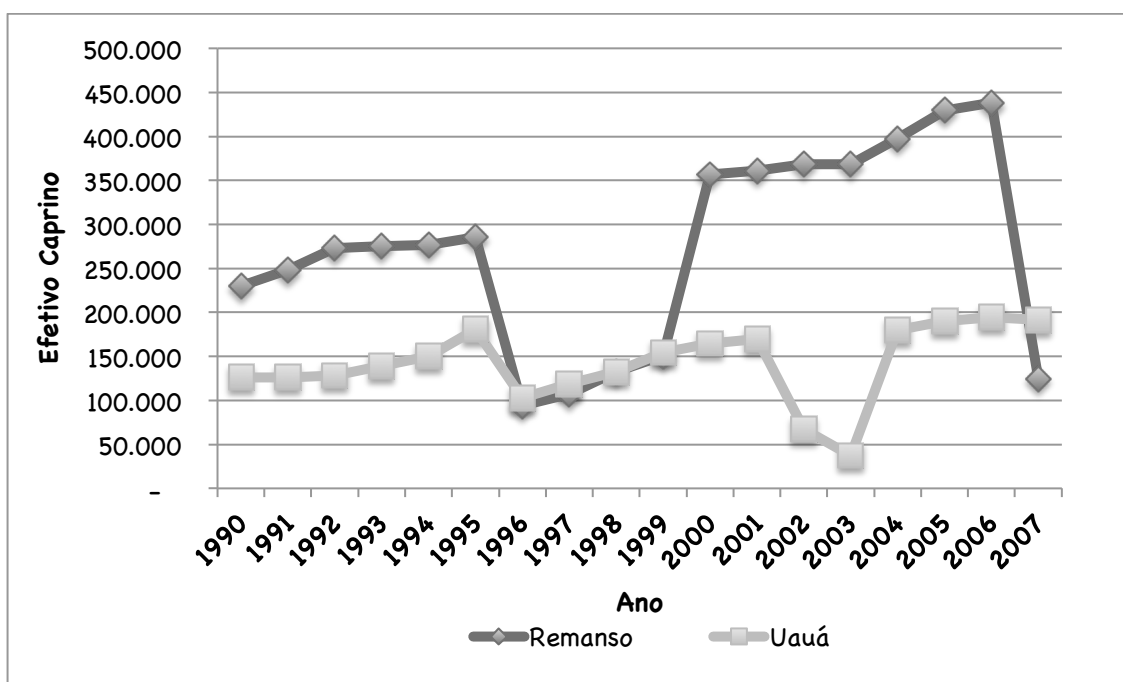


Gráfico 29- Evolução do efetivo caprinos em Remanso e Uauá entre 1990 e 2007
 Fonte: IBGE S, 2013

A partir de 1999, o comportamento dos rebanhos evoluem de forma distinta nos dois municípios. O efetivo de caprinos de Remanso duplica de tamanho em um ano e segue uma

tendência de ligeira alta até 2006. Já em Uauá, o efetivo continua crescendo lentamente até 2001, quando o tamanho do rebanho municipal é reduzido sensivelmente durante os dois anos seguintes. Só volta a crescer em 2004, o qual foi marcado por uma quadra chuvosa muito acima da média para a região (Gráfico 27).

A partir dos depoimentos coletados em campo, algumas explicações puderam ser elencadas para esses comportamentos. A queda do rebanho bovino de Uauá, em 1993, é explicado pela sensibilidade da espécie à escassez hídrica e alimentar. A elevada mortalidade durante foi corroborada pelos informantes de campo. Todavia, isso leva a outra pergunta: *Por que os rebanhos bovinos não sofreram queda semelhante na seca de 1996?* A pesquisa revelou que a venda de caprinos e ovinos para compra de ração foi a responsável por sustentar o efetivo bovino, o que explica a redução abrupta de caprinos em 1996 e a manutenção dos bovinos.

Já no período compreendido entre 1999 e 2003, os comportamentos dos rebanhos, em ambos os municípios, seguem tendências distintas. Enquanto o efetivo de caprinos em Uauá caiu substancialmente, o de Remanso expandiu significativamente. Na pecuária bovina, os respectivos efetivos sofreram impacto negativo, mas de forma amena em remanso e intensa em Uauá. Uma das principais explicações é a presença de imensa área de vazante em Remanso, que serviu de recurso adaptativo durante a escassez das forragens de sequeiro provocada pela estiagem. Porém, o acesso a esse recurso foi desigual entre os produtores familiares. Apenas uma pequena parte dos pecuaristas de Remanso tem acesso a essas áreas. Pecuaristas em áreas distantes do rio raramente levam seus animais para pastar na planície que se forma, tanto pelos custos do frete e manutenção dos rebanhos, quanto pela demarcação informal da vazante entre os pecuaristas próximos ao Lago (apesar da área ser, legalmente, da Marinha brasileira). As evidências apontam que áreas mais próximas da cidade são utilizadas pelos produtores que possuem estabelecimentos na beira da represa, de forma que a vazante são uma extensão sazonal de suas propriedades. Os produtores do *Sertão* só tem acesso à vazante no auge da estação seca, quando o rio se distancia da cidade. Essa concentração de terras foi relatado por alguns dos entrevistados, mas também ficou claro nas cercas que emergiam da água em julho, sugerindo um território já demarcado em anos anteriores.

Adaptações e capacidade adaptativa: compra de ração

A aquisição de ração para os animais são estratégias comuns para complementar ou substituir as fontes nativas e cultivadas. A compra de ração começa no início da estação seca, mas se concentra a partir da metade do segundo semestre, quando a fase crítica da estação seca se inicia. A necessidade e o momento de fornecer ração para os animais tem grande variabilidade interanual e é diferente para cada produtor, dependendo da qualidade e

quantidade das forragens cultivadas/armazenadas na estação chuvosa e do tamanho dos rebanhos. No Quadro 45, estão indicadas as principais rações identificadas em campo:

Ração	Descrição	Registro
Milho (grão)	O milho é a principal ração durante a estiagem. Aqueles que não plantam milho ou que a safra não é suficiente para manter os rebanhos, compram milho no mercado ou de vizinhos.	Bahia/Ceará
Farelo de Milho e de Trigo	Fonte de energia, fibras e proteínas	Bahia/Ceará
Torta de algodão	Subproduto da extração do óleo do algodão. A torta é rica em proteínas	Bahia
Resíduo de algodão	As especificações dessa ração não foi identificada, mas acredita-se que seja equivalente à torta de algodão	Ceará
Caroço de algodão	Fonte completa, rica em proteínas, energia e fibras	Bahia

Quadro 45 - Principais tipos de ração compradas durante a estação seca pelos pecuaristas familiares da amostra do Ceará (Salitre) e Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011;2013

A compra de ração depende, naturalmente, de recursos financeiros. Parte da venda das safras agrícolas efetivadas no meio do ano é usada na aquisição. A renda não agrícola, como transferência governamental de renda e salários regulares, também é empregada na aquisição de ração para os animais. O Pronaf custeio também disponibiliza capital de giro para manter os animais durante a estiagem na base de forragens compradas, mas implica em endividamento, por mais que os juros sejam baixos. Há ainda os custos com frete do centro comercial, onde a ração é vendida, e o estabelecimento, o que é especialmente oneroso para produtores descapitalizados.

Adaptações e capacidade adaptativa: banco de proteínas

Os bancos de proteínas consistem em áreas destinadas ao manejo de leguminosas e outras espécies ricas em proteínas. O objetivo é complementar ou substituir o fornecimento de concentrados proteicos comerciais (LIMA *et al*, 2009b). Duas espécies exóticas de leguminosa merecem destaque: a leucena (*Leucaena leucocephala*) e a glirícidia (*Gliricidia sepium*). A Embrapa teve papel central no processo de pesquisa e adaptação dessas espécies para os sistemas pecuários sertanejos. A glirícidia e a leucena complementam os volumosos, como capim buffel e palma forrageira, além de terem múltiplos usos dentro do estabelecimento familiar (Quadro 46). Originárias da América Central, foram introduzidas no Semiárido a partir da década de 1970 e 1980, respectivamente. Ambas são espécies de crescimento rápido, e resistentes às condições extremas do Semiárido⁵⁸, funcionando como

⁵⁸ A leucena, por exemplo, tolera os solos salinos do Semiárido e é capaz de resistir a períodos de estiagem de até 8 meses (DRUMOND; RIBANSKI, 2010)

importante fonte de proteínas a baixo custo (FILHO *et al*, 1997; FILHO, 1999; DRUMOND; RIBANSKI;2010).

Espécie	Proteína Bruta	Outros usos	Frequência na amostra da Bahia	Comentário
Gliricidia	20-30%	Cerca viva Adubo verde Apicultura Sombra	4%	Observou-se a presença da gliricidia e da leucena estava associada principalmente a projetos pilotos da Embrapa Semiárido ou à assistência de ONGs locais
Leucena	20-30%	Adubo verde Sombra Madeira	1%	

Quadro 46 - Proteína Bruta (PB) e usos múltiplos da gliricidia e leucena. Também é mostrado a porcentagem de produtores que relataram adotar gliricidia e leucena na sub-amostra *pecuaristas de sequeiro* no estudo de caso da Bahia (n=95). Não foi registrado o uso das espécies no estudo de caso de Salitre (CE).
Fonte: Drummond; Ribaski, 2010; Filho *et al*, 1997; Silva, 1992; Pesquisa de campo, 2011

Na Bahia, o uso de gliricidia e leucena foi observado em poucos estabelecimentos (Quadro 46). É possível que os valores estejam subestimados, pois não havia no questionário as opções gliricidia e leucena, de modo que só foram anotadas quando mencionadas de forma espontânea pelos produtores. De toda forma, as entrevistas qualitativas corroboraram a observação de que as duas espécies são de fato raras, encontradas principalmente nos estabelecimentos com projetos pilotos da Embrapa Semiárido ou de ONGs, como o IRPPA e o SASOP.

Já em Salitre (CE), nenhum pecuarista entrevistado mencionou a gliricidia ou a leucena em seus sistemas; a baixa adoção foi confirmada pelos atores institucionais que trabalham diretamente com a produção rural familiar. Uma hipótese para a ausência das plantas no campo do Ceará é de ordem institucional. Em Salitre não foi identificada a atuação de nenhum ONG ou centro de pesquisa semelhante ao verificado no estudo de caso da Bahia.

Adaptações e capacidade adaptativa: Manejo de espécies nativas

Espécies nativas da caatinga também podem ser manejadas pelos produtores como fontes significativas de proteínas e fibras durante a estação seca (DUQUE, 2004) . Identificou-se em campo o uso da Camaratuba, Caatingueira, Sabiá e Maniçoba. As três primeiras, pertencentes ao estrato arbóreo-arbustivo, são consumidas naturalmente pelos rebanhos nos primeiros meses da estação seca à medida que suas folhas caem no solo. Porém, a dessecação das folhas implica em perda nutricional, que é moderada caso a caatinga seja manejada. O manejo adequado por meio da poda, fornece folhas ainda verdes, cuja qualidade nutricional permite ao produtor otimizar os teores de proteínas disponibilizados aos animais. Já a maniçoba - espécie herbácea - é consumida ainda fresca pelos rebanhos durante a estação chuvosa, mas também pode ser armazenadas na forma de feno ou silo para uso posterior, durante a estação seca (*vide adiante*).

Mesmo apresentando teor de proteína bruta mais baixo que a glirícidia e leucena, as espécies nativas possuem concentrações substanciais que podem complementar ou mesmo substituir o uso de fontes compradas, reduzindo assim os custos da manutenção dos rebanhos. Ademais, possuem usos múltiplos relevantes à produção familiar, como fornecimento de madeira (carvão, lenha e cerca), disponibilização de floradas para apicultura, sombra para os animais etc (Quadro 47). O manejo sustentável dessas espécies estão em consonância com a multifuncionalidade dos sistemas familiares e podem contribuir tanto para geração de renda e alimento para os animais, como para conservação da caatinga. Na Bahia, chamou a atenção o caso de um produtor domesticou alguns pés de *camaratuba* e *sabiá*, plantando-os próximo à casa, de forma a facilitar o manejo e disponibilização para os animais. Do contrário, teria que buscá-las na Caatinga, onde estão dispersas.

Espécie	Proteína Bruta (PB)	Outros usos	Fenologia das folhas	Estação
Camaratuba	10-25%	Apicultura	Perene	Seca
Maniçoba	14-20%	-	Decídua	Chuvosa
Sabiá	12-16%	Madeira Apicultura Sombra	Perene	Seca
Caatingueira	12-14%	Madeira Carvão	Perene	Seca

Quadro 47 - Proteína bruta, usos múltiplos, fenologia das folhas e período no qual serve de pastagem natural para os rebanhos de quatro espécies nativas da caatinga.

Fonte: SALVIANO; SOARES, 2000; SILVA *et al*, 1984, PARENTE *et al*, 2012; Pesquisa de campo, 2011

O uso de cactáceas nativas como forragem também é uma estratégia tradicionalmente adotada pelos sertanejos. O mandacaru (*Cereus jamacaru*), o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e o facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) são fontes alimentares acessadas periodicamente pelos produtores, principalmente em anos de seca prolongada. Por um lado, são opções marginais (acessadas quando todas as outras fontes disponíveis não são suficientes), pois apresentam baixo teor nutritivo comparado as demais forragens, estão dispersas na caatinga e seu preparo é trabalhoso. O mandacaru, por exemplo, precisa ser queimado (*sapicado* no jargão popular) e seus espinhos retirados, para então ser fornecido aos animais, inteiro ou cortado (manualmente ou por meio de uma forrageira). Por outro lado, são espécies resistentes à seca, que servem de volumoso emergencial quando geralmente as outras forragens estão escassas. Ademais, apresentam alto teor de água, o que reduz a demanda hídrica dos animais. Bons resultados são obtidos quando as cactáceas nativas são misturadas a feno, silos e concentrados na alimentação dos animais.

Dentre as cactáceas, o mandacaru foi o que apareceu com mais frequência no relato dos produtores (Tabela 32). Na amostra da Bahia, 13% dos pecuaristas relataram usar a planta como forragem durante a estação seca. Em Salitre, a espécie não apareceu como forragem regular na amostra, mas foi relevante durante a seca de 2012, quando 36% dos

pecuaristas entrevistados afirmaram terem recorrido ao mandacaru para alimentar seus animais. E essa proporção só não foi maior, porque a espécie é de distribuição rara na região, concentrando-se em algumas áreas de Caatinga no *Sertão* do município. Por não ser encontrado nas matas de transição e nos carrascos da *Chapada* e da *Serra*, seu uso não foi relatado pelos raros pecuarista desses agroambientes. Isso ficou claro durante os caminhos em transecto e durante as entrevistas qualitativas. Soma-se a isso, o fato da espécie estar desaparecendo nas áreas onde ocorre naturalmente, devido ao desmatamento e à degradação das caatingas. Vários produtores de *Sertão* lembraram que, no passado, o mandacaru era bem mais comum, mas que nas últimas décadas estão “rareando”. Em anos de seca extrema, como a 2012, trabalha-se com a hipótese de que o impacto na população local da espécie é grande, visto o aumento do seu uso como forragem animal. A erosão genética da biodiversidade nativa usada como recurso adaptativo em anos de seca é um dos potenciais impactos climáticos indiretos ainda pouco compreendidos.

Tabela 32 - Uso de cactáceas como forragem entre os pecuaristas dos estudos de caso da Bahia (n=193) e Ceará (n=14)

Espécie	Frequência no estudo de Caso Bahia	Estudo de Caso Ceará (n=14)	
		Normalmente	Seca 2012
Mandacaru	13%	0%	36%
Xique-xique	5%	0%	0%
Facheiro	0%	0%	0%

Fonte: Pesquisas de Campo, 2011; 2013

Adaptações e capacidade adaptativa: reserva estratégica

O princípio das reservas estratégicas é “estocar na abundância para passar os períodos de escassez”. No Semiárido, a produção de biomassa se concentra nos 3-4 meses de chuva, seguido de um longo período de privação de forragens naturais que pode chegar a 8 meses. A capacidade de manejar e estocar a biomassa durante a estiagem é uma estratégia central da pecuária familiar. Segundo um produtor da Bahia: “Tem que se preparar no *inverno* para passar o *verão*. Eu guardo tudo que é possível para os animais.”

Porém, as reservas estratégicas foram pouco comuns nos estabelecimentos visitados (a exceção da palma forrageira). Os resultados deste trabalho apontam que o investimento em reservas estratégicas deve ser uma das prioridades da adaptação climática da pecuária familiar no Semiárido. No intuito de desenvolver esse argumento e justificar sua inclusão em um possível repertório político, algumas das principais reservas estratégicas são discutidas a seguir.

a. Reserva de pasto de sequeiro: A forma mais comum de reserva estratégica, mas também a mais sensível as intempéries climáticas, é a reserva de pasto. Ela funciona da seguinte forma. Durante a estação chuvosa, o produtor cerca parte de suas pastagens

(plantadas ou naturais), de forma a regular ou impedir o acesso animal. À medida que os meses de estiagem avançam, o produtor desloca os animais para essas áreas de reserva de pasto. Apesar do capim secar (perde valor nutricional), ele fornece importante fonte de volumoso (fibras) durante a estação seca. Entretanto, em anos com quadras chuvosas abaixo da média, as reservas perdem em qualidade e quantidade. Em casos extremos, como 2012, essas reservas são eliminadas. Esta foi a realidade de muitos produtores entrevistados em Salitre, segundo os quais, no ano de 2012, não *formou pasto* (as áreas de capim não rebrotaram ou morreram).

b. Reserva de milho: como mencionado anteriormente, a safra de milho é armazenada em galões/tonéis e usados como ração nos meses de estiagem. Este é um exemplo de reserva estratégica utilizando integração lavoura-pecuária.

c. Palma forrageira: a palma forrageira (*Opuntia sp*) é uma reserva estratégica de grande relevância no Semiárido nordestino. Originária do México, foi introduzida com grande sucesso no Semiárido na primeira metade do século XX. Em entrevista, um idoso (94 anos) de Uauá/BA lembrou que a espécie foi introduzida na região na década de 1940, a partir de quando se difundiu rapidamente. Um fato que chama a atenção é a diferença na taxa de adoção da palma forrageira na amostra da Bahia - palma muito frequente - e a amostra de Salitre (CE), na qual a espécie foi pouco observada. Quando estava presente, era restrita às áreas de *Sertão* do município (Tabela 33).

Tabela 33 - Frequência de adoção da Palma forrageira entre os pecuaristas familiares de sequeiro nas amostras Bahia (n=175) e Ceará (Salitre) (n=14)

Amostra	Plantam Palma	Comentário
Amostra Bahia	75%	A palma é amplamente cultivada Foi frequentemente observada em pequenas áreas (1-2ha) próximas aos currais
Amostra Ceará	14%	A palma é rara Foi vista em poucos estabelecimentos de Salitre. Segundo os produtores e atores institucionais a palma já foi comum no município, mas uma praga de cochonilha dizimou a quase totalidade das roças e não houve interesse ou condições por parte dos produtores em renovar as reservas. Um ator afirmou que o uso da palma é visto como atraso pelos pecuaristas, porém nenhum dos produtores entrevistados manifestou essa percepção.

Fonte: Pesquisa de campo, 2011;2013

Resistente às condições semiáridas, a palma é uma reserva estratégica chave na alimentação dos rebanhos familiares durante a estiagem. Em contextos de insegurança hídrica e alimentar, a palma é duplamente adaptativa. Primeiro, porque cerca de 90% da planta é composta de água e, de acordo com técnicos e produtores, essa característica diminui a demanda hídrica dos animais durante a estiagem. Segundo, porque é fonte de

energia. Todavia, devido a baixo teor de fibras e proteínas, a palma forrageira deve ser administrada em conjunto com outras forragens (capim, feno ou silos).

d. Fenagem: a fenagem é uma prática para armazenar forragens secas. Diferentes forragens nativas e plantadas podem ser usadas. Dentre as plantadas, foram observados fenos de leucena, capim, palhada do milho e do feijão. Já entre as nativas, o feno da maniçoba. O processo de fenagem consiste na remoção e trituração manual ou mecânica (forrageira) das folhas e galhos mais finos da planta forrageira. Em seguida, o material é posto ao sol para secar. Uma vez desidratado, o feno é acondicionado em um recipiente (sacos, tambores) e armazenado até o período de uso. Apesar do alimento seco perder seus nutrientes, o feno é uma importante fonte de fibras (volumoso). Dentre as técnicas de armazenagem de forragem, o feno é a mais acessível ao produtor familiar por exigir menos mão de obra e investimentos financeiros:

O silo não é financeiramente viável para mim. Eu faço apenas a fenagem com capim buffel, que é mais simples de fazer. Corta, põem para secar e coloca em sacos. É possível fazer em apenas 1 dia. Agora, precisa de um amplo espaço para armazenar. (produtor de Uauá/BA)

e. Ensilagem: a ensilagem é o estoque de forragem úmida, o que, ao contrário do feno, permite manter o valor nutricional da planta estocada. Assim, os silos disponibilizam alimento de maior qualidade para os rebanhos. O preparo é semelhante a preparação do feno. Consiste no corte das partes relevantes das plantas (folhas e caules), as quais são trituradas manualmente ou por meio da forrageira. Em seguida, o material é prensado e armazenado em estoques subterrâneos (silo trincheira) ou superficiais (silo de superfície). O ideal é distribuir o material em mais de um silo, pois, uma vez abertos, os silos não podem ser novamente fechados. O repertório de forragens que podem ser ensiladas é grande. Em campo, observou-se silos formados de espécies nativas (maniçoba, camaratuba, sabiá) e exóticas (capim buffel, gliricidia, leucena, mandioca).

Os silos são preparados ainda na estação chuvosa. No campo da Bahia, a ensilagem ocorre entre março e maio. O manejo correto das forragens nesse período foi relatado como chave pelos produtores para obter silos de qualidade sem prejudicar as pastagens de inverno. O material deve ser colhido antes das folhas começarem a cair. O corte ao longo da estação chuvosa, permite a rebrota da planta, otimizando a disponibilidade de forragem no inverno e no verão. Em estabelecimento de Remanso, um produtor relatou realizar a ensilagem do capim e da gliricidia no mês de abril. Em final de junho, quando a visita foi feita, as plantas já haviam dado novas folhas e serviam de pastagem natural para os animais.

Uma vez pronto, o silo pode armazenar alimento por até três anos, o que lhe confere um alto poder adaptativo. O planejamento e investimento na silagem de médio prazo é um

grande salto qualitativo na segurança alimentar dos rebanhos durante a estação seca. Os produtores que adotavam a ensilagem, relataram passar a estiagem com muito mais qualidade nutricional e despendendo muito menos recursos na compra de ração do que aqueles que não adotam a estratégia. Um proprietário do estudo de caso da Bahia exemplifica essa constatação. Ele possui um silo de 48m³, contendo mandioca, leucena, camaratuba, maniçoba, gliricidia e capim cana. Com esse volume, o produtor afirmou que poderia sustentar 20 cabeças de gado e 200 cabeças caprinos/ovinos durante 2 meses, tempo substancial para passar o período crítico da estiagem (entre setembro e janeiro). Todavia, apesar do alto poder adaptativo, a estratégia de silos foi rara entre os entrevistados. Na sub-amostra de pecuaristas da Bahia, apenas 9% faziam ensilagem (n=175), enquanto em Salitre, 13% (n=15).

Diante do elevado potencial adaptativo e da raridade de sua adoção, foi incluída na pesquisa qualitativa a seguinte pergunta: *por que é tão difícil encontrar produtores que praticam a ensilagem?* As respostas dadas pelos produtores, agentes rurais e pesquisadores convergiram para a mesma opinião: a estratégia é intensiva em mão-de-obra e demanda maquinário (forrageiras e retroescavadeiras) para ser realizada, o que desestimula a adoção pela maioria dos pecuaristas. Alguns acrescentaram o fator cultural, argumentando que muitos produtores não fazem por ser uma técnica muito trabalhosa:

Se a gente for pensar de não fazer tudo que dá trabalho, termina não fazendo e acaba tendo mais trabalho mais tarde. Aqui tem que planejar. Diz que vai criar animais, mas não se planeja, acaba tomando prejuízo. Tem que pensar além de hoje. Tem que pensar no hoje, no amanhã e depois de amanhã (produtor familiar que realiza a ensilagem, Remanso/BA)

É uma questão cultural; é falha da extensão. A silagem não é algo fácil de fazer (gestor estadual, Crato/CE)

É uma tecnologia de alto custo de mão-de-obra e tempo. No final, o produtor avalia que é melhor usar métodos tradicionais, como reserva de pasto ou comprar ração. (produtor e funcionário de sindicato dos trabalhadores rurais, Uauá/BA)

6.2.2 Impactos da seca de 2012 no sistema nutricional pecuário

O déficit pluviométrico em 2012 foi devastador para o sistema nutricional dos rebanhos de Salitre e demais municípios do Cariri. A produção de biomassa pela caatinga foi duramente afetada, reduzindo a quantidade de forragem nativa. Não foi possível mensurar a magnitude do impacto, mas de acordo com a literatura, anos de secas extremas podem reduzir em até 70% a produção de biomassa da caatinga (MORAIS; VASCONCELOS, 2007). As forragens plantadas também foram perdidas. As pastagens morreram, enquanto os roçados de milho e feijão não se desenvolveram. O resultando foi um impacto severo na autonomia alimentar da pecuária familiar (Quadro 48).

Tipo	Depoimentos
Perda da forragem dos roçados	“Ano passado eu plantei milho, mas ficou deste tamanho, não deu nem uma espiga. Nem a palha prestou para os bichos comerem, que se acabou e o vento carregou.” (produtor da área de Chapada, Salitre/CE)
	“Em um ano normal, o animal come o capim no inverno e sobra para a seca. Fica o pé-do-milho, o pé-de-arroz secos depois da safra. Esse ano (2012) as pessoas chegaram ao ponto de dar pé-de-bananeira para os animais não morrerem.”(produtor de Sertão, Missão Velha/CE)
Perda de pastagem	“No inverno bom, quando tem muita chuva, tem muito capim. Aí o gado tem o que comer. E esse então (2012) o capim morreu... eu vou ter que plantar tudo de novo.” (produtora de área de Sertão, Salitre/CE)
	“Com inverno bom tinha muito capim aqui. A seca (de 2012) foi grande. Na época do inverno não choveu. Aí no verão não choveu. Duas secas. O capim que nós tínhamos aqui morreu tudo, não ficou um pé.” (produtor de Chapada, Salitre/CE)

Quadro 48 - Impactos da seca de 2012 na autonomia alimentar dos rebanhos segundo os produtores do Ceará
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Diante deste contexto, os produtores depositaram um maior peso na aquisição de derivados da mandioca e na compra de ração nos comércios locais (Gráficos 30 e 31). A raspa, a casca e as ramas da mandioca foram alternativas acessadas com mais frequência durante a seca de 2012 do que em anos normais (Gráfico 30 e 31).

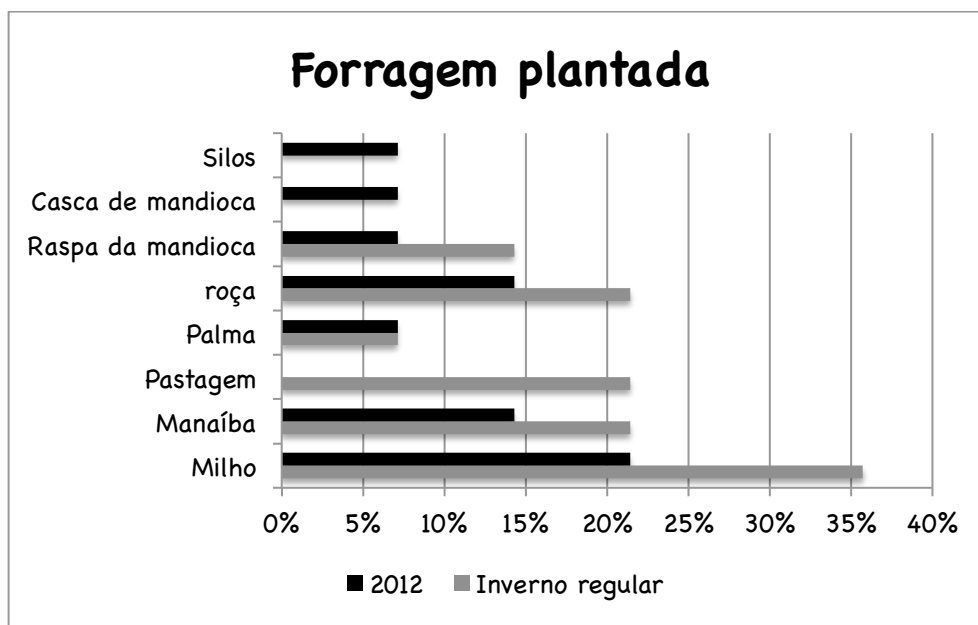


Gráfico 30- Frequências no uso de diferentes forragens plantadas na sub-amostra de pecuaristas de Salitre (n=14), em anos de chuvas regulares e na seca de 2012
Fonte: Pesquisa de Campo, 2013

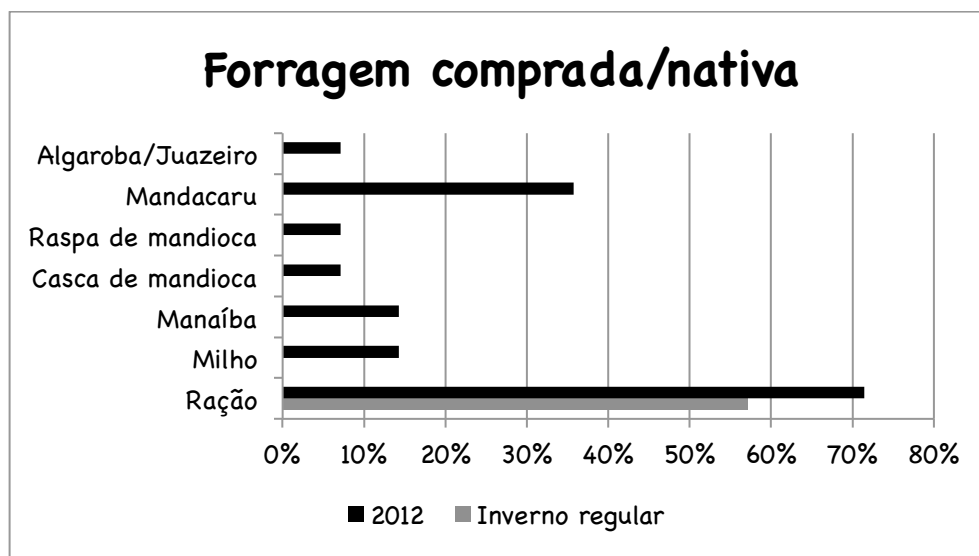


Gráfico 31- Frequências do uso de diferentes forragens comprada/nativa na sub-amostra pecuaristas de Salitre (n=14), em anos de chuvas regulares e na seca de 2012
 Fonte: Pesquisa de Campo, 2013

A manaíba (caule da mandioca), considerada um alimento de baixa qualidade, tornou-se opção muito valorizada em 2012 (Gráfico 30 e 31). A tarefa (0,3 ha) de manaíba custava, em janeiro de 2013, R\$ 1.000, o dobro do pago pelas batatas de mandioca colhidas em área equivalente. Muitos dos mandiocultores que também são pecuaristas optaram por não colher suas roças durante a safra (junho-agosto), para colher em setembro e outubro, no auge da seca, de forma a obter alimento para seus rebanhos:

Essa mandioca eu tinha de vender pra casa de farinha: a batata para fazer farinha e a rama pra plantar. Mas aí não tinha condições de alimentar os animais. O jeito foi eu arrancar tudo. Eu passei a manaíba com as batata na forrageira e dei aos bichos. Porque ou dava (aos animais) ou morriam de fome. Dinheiro eu não tinha mais pra comprar ração (produtor de Sertão, Salitre/CE)

Outros mandiocultores não pecuaristas tomaram a mesma atitude. O objetivo era aproveitar a oportunidade e vender sua produção de mandioca em um momento de grande procura. De fato, observou-se em campo um fluxo intenso de mandioca das áreas de *Serra* para os rebanhos no *Sertão* de Salitre. Se no estudo de caso de Remanso a disponibilidade de pastagens de vazante era um recurso adaptativo particular do município, o gradiente agroambiental que torna a mandiocultura a vocação da *Serra* caracteriza uma alternativa adaptativa típica de Salitre e de outros municípios que tem parte do território localizado no alto da Chapada do Araripe.

O aluguel de pastagens também foi observado como opção adaptativa relevante. Em Missão Velha (CE), um produtor situado em uma “ilha pluviométrica” dentro do município relatou ter, de certa forma, se beneficiado com a seca. Em sua região choveu 700mm em 2012, enquanto a média no restante do município ficou em 400mm. Assim, suas pastagens mantiveram-se em boas condições, de forma que ele alugava parte da área para produtores

vindos de outras regiões. A renda assim obtida foi importante para a compra de ração para os seus animais. Ele estimou que cerca de 5.000 bovinos foram trazidos de outras áreas de Missão Velha e até mesmo deslocados desde o Pernambuco para os pastos da “Ilha pluviométrica”. Este é um exemplo de como os impactos são heterogêneos dentro de um município, e como um mesmo evento extremo pode representar oportunidade para uns (minorias) e efeitos adversos para outros (maioria).

Mas, de todas as alternativas, a compra de ração foi a principal estratégia adotada pelos pecuaristas familiares de Salitre, em 2012 (Gráfico 31). Apesar de ser uma fonte estável e de qualidade, o custo de manter os rebanhos com ração onerou e endividou muitos produtores. Cabe registrar aqui que os animais são mais que uma fonte de renda e alimento para o produtor familiar. Ficou evidente que há um afeto sincero pelos bichos, especialmente no caso dos bovinos. Mesmo que os custos não compensem o retorno financeiro, os donos dos rebanhos gastam o que podem para fornecer forragem. A prioridade na alimentação é dada ao gado leiteiro, que recebe os alimentos de melhor qualidade (concentrados), como resíduo de algodão. Seguindo a ordem de prioridade, vem as necessidades do restante do rebanho bovino, e, por fim, as dos caprinos e ovinos, aos quais restam os alimentos de menor qualidade nutricional (ex.: volumosos, palma, mandacaru). Neste contexto, a seca foi triplamente negativa para o sistema nutricional animal: reduziu a oferta das forragens plantadas/nativas; aumentou a necessidade de rações; pressionou os preços das rações (Quadro 49).

Vetor Climático	Impactos Diretos	Impacto indireto
Seca de 2012	Reduziu a produção de forragem nativa (caatinga) e plantada (capim, roçados)	Insegurança alimentar animal
	Aumentou a necessidade de compra de ração	
	A baixa oferta de gêneros agrícolas e a elevada demanda aumentou o preço das rações compradas	

Quadro 49 - Impactos diretos e indiretos da seca de 2012 no subsistema nutricional da pecuária familiar
Fonte: elaborado pelo autor

Assim, o produtor se viu obrigado a adquirir uma quantidade maior de ração, mais cedo no ano e a um preço mais alto (Quadro 50). A compra, que geralmente se iniciava em setembro para complementar às forragens plantadas, começou, em 2012, a partir do primeiro semestre. Alguns produtores afirmaram ter iniciado a compra em maio, enquanto muitos a partir de junho, julho e agosto. Levando em consideração que a produtividade da pecuária foi pequena ou inexistente em 2012, os custos para manter os rebanhos foram superiores ao retorno (Quadro 51)

Tipo de ração	Preço em 2011 (dezembro)	Preço em 2013 (janeiro)	Aumento (%)
Resíduo de algodão	R\$ 32/ saca de 50Kg	R\$ 60/saca de 50Kg	+ 88%
Milho em grãos	R\$ 30/saca de 50Kg	R\$ 55/saca de 50Kg	+ 83%

Quadro 50 - Diferença de preços entre dezembro de 2011 (antes da seca) e janeiro de 2013 (durante a seca) de duas das principais rações compradas pelos pecuaristas

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

	Nº de cabeças de gado	Uso mensal de ração	Custo total/mês
Produtor 1	10	30 sacos de milho (R\$ 50/saca)	R\$ 1.500
Produtor 2	1	1 saco de resíduo (R\$ 60/saca)	R\$ 60
Produtor 3	24	24 sacos de resíduo (R\$ 60/saca)	R\$ 1440

Quadro 51 - Custos mensais com ração em 2012 de três produtores entrevistados em Salitre/CE

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

O uso de mandacaru e outras espécies nativas também tiveram destaque na seca de 2012, apesar de não serem acessadas em anos de chuvas regulares (Gráfico 31). Um entrevistado de 56 anos e morador no sítio *Boa Sorte* (Salitre/CE) contou que havia aprendido, na juventude, a técnica de preparo do mandacaru com o pai, mas desde então nunca tinha tido a necessidade de utilizá-la até a seca de 2012. Pela idade do produtor, supõem-se que esse aprendizado deu-se na seca de 1970. A informação também aponta que o uso da cactácea é marginal e usada apenas em casos extremos. O mesmo se dá a outras forragens, como a palha de bananeira, algaroba e juazeiro, espécies raramente usadas em anos normais, mas bastante acessada em 2012.

A deficiência nutricional dos rebanhos teve consequências imediatas. No extremo, a morte de animais. Na amostra, os mais sensíveis foram os pecuaristas com efetivos médios, cujos custos envolvidos na manutenção dos rebanhos dificultou suprir as necessidades de todos os animais. O resultado foi uma taxa de mortalidade alta dessa categoria (Tabela 34).

Tabela 34 - Tamanho dos rebanhos animais no início de 2012, a porcentagem de mortes e venda ao longo da seca de 2012 e a redução dos rebanhos daqueles produtores pecuaristas que relataram perdas (n= 11)

Tamanho do rebanho em 2012	Mortos devido à seca (% do rebanho)	Vendidos durante a seca (% do rebanho)	Redução do rebanho 2013 em relação à 2012
Bovinos			
75	20%	4%	- 40%
40	10%	50%	- 50%
40	5%	70%	-75%
12	8%	42%	- 50%
8	38%	0%	- 37%
Ovinos			
113	35%	35%	- 73%
100	30%	7%	- 40%
40	20%	50%	- 88%
23	17%	28%	-52%
Caprinos			
10	40%	0%	- 40%
10	40%	30%	- 100%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Um pecuarista médio (150 bovinos de corte) de Missão Velha (CE) relatou ter gasto - até janeiro de 2013 - cerca de 60 mil reais com ração para seu rebanho. Ele não revelou quantos dos seus animais morreram. Ainda estimou que a região perdeu aproximadamente 30% do efetivo bovino, elencando os prejuízos de quatro vizinhos de médio porte (morte de 79, 41, 28 e 34 animais, respectivamente). Apesar da sensibilidade ser maior entre produtores de médio porte, o impacto varia de acordo com a capacidade financeira e recursos ambientais que cada produtor tem a disposição.

Uma estratégia bastante difundida foi a venda de animais (Tabela 37). Cerca de 30% da amostra afirmou ter vendido parte ou a totalidade de seus rebanhos. O objetivo nesse caso é reduzir sensibilidades (menos animais para alimentar) e aumentar a capacidade adaptativa (levantar recursos financeiros para comprar ração). O mesmo comportamento foi observado no campo da Bahia, no qual a venda de caprinos e ovinos em anos de seca prolongada foi relatada como forma de reduzir custos operacionais e comprar ração para os bovinos.

Muitos pecuaristas venderam os animais no primeiro semestre de 2012, prevendo as dificuldades que teriam em mantê-los. Outros, optaram por vender no segundo semestre, quando o fornecimento de alimento passou a ser muito oneroso. Quando encontravam comprador, vendiam por um preço muito abaixo do mercado.

Eu vendi uns três gados pela metade do preço. Valia R\$ 800 cada, eu vendi por R\$ 600, R\$ 500, por causa da seca, né? Tem uns cinco meses (agosto de 2012) (produtor de Salitre/CE)

Mas muitos não conseguiram comprador e tiveram que ficar com os animais. Mesmo aqueles que estavam dispostos trabalhar de meia (o parceiro ficava com 50% da venda do

animal depois da seca) ou queriam doar o gado para quem tivesse condições, não encontraram interessados.

Hoje (janeiro de 2013) não tem mercado para o gado. Ninguém quer comprar, nem de graça. Eu estou recebendo de meia aqui. Imagina aquele que tem 40 reses e não tem o que fazer (produtor de Missão Velha/CE)

Foram muitas as cenas de carcaças de bovinos observadas na beira das estradas do Cariri cearense. Entretanto, de acordo com vários interlocutores, a situação não se comparava a dos municípios vizinhos do Piauí e Pernambuco, onde a mortalidade foi muito mais elevada.

Os animais que não morrem, tiveram sua produtividade muito reduzida. Isso ficou evidente quanto à bovinocultura leiteira. A vaca precisa de proteína e energia para manter a produção de leite. Com o consumo deficiente desses nutrientes, a quantidade e qualidade da produção diminui bastante. Isso explica porque as vacas recebem prioridade no fornecimento de concentrados proteicos e energéticos. A tabela 38 mostra o impacto na produtividade e a alimentação fornecida por alguns dos pecuaristas de leite em 2012. Destaque para o resíduo de algodão, importante fonte proteica, usada por todos os pecuaristas entrevistados.

Tabela 35 - Impacto na produtividade de leite (L/cabeça/animal) e respostas adaptativas de 7 pecuaristas familiares de Salitre (CE).

Produtor (tamanho do rebanho)	Produtividade (L/cabeça/dia)			Resposta adaptativa
	Inverno regular	2012	Impacto na produtividade	
A (não informou)	15,0	1,0	- 93%	Ração (milho, cama de gato); mandacaru
B (15 vacas)	5,0	2,0	-60%	Ração (resíduo, farelo de soja, casca de mandioca); mandacaru; manaíba
C (8 vacas)	20,0	8,0	-60%	Ração (resíduo, casca de mandioca)
D (20 vacas)	9,0	3,0	-67%	Ração (resíduo, manaíba)
E (8 vacas)	3,0	1,0	-67%	Não informou
F (5 vacas)	7,5	1,5	- 80%	Ração (resíduo, puím, milho)

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Para comprar ração e outras forragens, os produtores lançaram mão dos recursos que tinham disponíveis. Empréstimos e venda de posses pessoais foram algumas das soluções encontradas. O uso desses recursos não são investimentos, pois o produtor não obtém retorno, apenas evita prejuízos maiores. O resultado é o endividamento que muitas vezes não é quitado, comprometendo a capacidade adaptativa futura do produtor. Aqueles que possuem fonte de renda externa à agropecuária, como aposentadoria ou prestam serviços fora do estabelecimento, usaram parte desses recursos para comprar ração.

No extremo, os impactos da seca de 2012 terá ressonâncias para além da perda de animais e de produtividade. Alguns dos produtores entrevistados relataram desânimo e se disseram propensos à abandonar a atividade. Foi o caso de um entrevistado do sítio *Boa Sorte* (Salitre/CE). Com 40 cabeças de gado antes da seca, perdeu 2 animais para a seca e teve que vender 28 para comprar ração. Disse que, se o inverno de 2013 for ruim também, irá vender o restante do rebanho e abandonar a pecuária. Já um criador de cabras perdeu todo rebanho em 2012 (entre mortos, vendidos e consumidos) e afirmou não ter interesse em adquirir novos animais.

6.2.3 Intervenção do Estado e capacidade adaptativa da pecuária familiar durante a seca de 2012

Diante da insegurança alimentar dos rebanhos, o governo disponibilizou - por meio da CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento) - o programa *Venda de Milho no Balcão*. O programa consiste na venda subsidiada de milho para ração animal a um preço de R\$ 12,5 a saca para o pequeno pecuarista (janeiro de 2013). A mesma saca saía por R\$ 50-60 nas lojas comerciais dos municípios do Cariri cearense. Verificou-se que *venda de milho do balcão* teve um impacto positivo na capacidade adaptativa dos produtores que conseguiram acessar o programa. Com a renda comprometida pela seca e aumento dos custos gerais da produção, a venda subsidiada de ração 80% mais barata reduziu significativamente os prejuízos da atividade.

Contudo, a efetividade o programa encontrou várias barreiras que limitaram o seu escopo adaptativo. A primeira delas, é própria do produtor. A distribuição do milho estava centralizada na Unidade Armazenadora da CONAB de Juazeiro do Norte, a mais de 150km de Salitre. A unidade atendia a todos os municípios da região. Cabia ao produtor ir pessoalmente a Juazeiro buscar o milho, o que implica custos com transporte de ida e o frete das sacas na volta. Para contornar essa limitação, muitos produtores se cotizam e alugam um caminhão ou uma caminhonete.

Os que não encontram com quem dividir o frete ou não tem recursos para ir até Juazeiro do Norte, perdem a oportunidade de retirar as sacas. Essa dificuldade está refletida na amostra. Dos 14 pecuaristas familiares entrevistados em Salitre, apenas um tinha acesso ao programa. Muitos, eram cadastrados⁵⁹, mas não tinham ou não tiveram condições de ir a Juazeiro do Norte buscar as sacas ou não foram chamados pelo programa em 2012. Essa informação foi corroborada por um dos gestores regionais da CONAB, que relatou que uma demanda superior à capacidade de oferta do governo limitou a distribuição dos grãos.

⁵⁹ O Cadastramento é feito pela Ematerce em Julho, mas não é garantia que o produtor será beneficiado.

A dificuldade de atender a demanda evidencia a segunda barreira adaptativa do programa: institucional. O milho vem dos centros produtores nacionais, principalmente do Mato Grosso. Caminhões são fretados pelo Governo federal para que a mercadoria chegue até as unidades armazenadoras locais da Conab, como a de Juazeiro do Norte. Geralmente, após entregar a mercadoria no seu destino, o caminhão é contratado localmente para realizar outro frete no seu retorno à cidade de origem ou mesmo para outras cidades do Brasil. Essa é a prática tradicional do sistema de transporte rodoviário nacional.

Todavia, com a quebra das safras nordestinas em 2012, uma vez entregue o milho, os caminhões não encontravam contratantes locais, um desestímulo às empresas e profissionais autônomos em aceitar trabalho no transporte milho da Conab. Isso gera uma deficiência no abastecimento das unidades armazenadoras, que, diante da alta demanda, tem seus estoques reduzidos rapidamente. Uma medida tomada foi racionar o número de sacas que cada produtor tem direito. Normalmente, a quantidade é equivalente ao tamanho do rebanho, mas em 2012/2013 foi limitada a um máximo de 15 sacas/produtor/mês. Esse valor é suficiente para produtores de pequeno porte, mas insuficiente para aqueles com um número maior de animais.

Portanto, o grande gargalo do Programa não foi a falta de uma fonte de milho, mas problemas com a logística do transporte do centro produtor do país até a região de Juazeiro do Norte. Buscando contornar essa barreira, o Governo utilizou, em 2013, o transporte marítimo. Os navios carregados com milho seguem para terminal portuário de Pecém, localizado na cidade de São Gonçalo do Amarante (região metropolitana de Fortaleza), de onde as sacas são transportadas para o interior do estado via a malha ferroviária.

Outra ação governamental relevante foi a criação do Pronaf Seca 2012, uma linha de crédito específica para financiar investimentos e custeio da produção em resposta à seca. O prazo para quitação e de carência são maiores que as demais linhas de crédito do Pronaf disponibilizadas para custeio. Entretanto, é uma medida emergencial, que resolve o problema imediato, mas endivida o produtor e não reduz a vulnerabilidade futura da pecuária.

6.3 SUBSISTEMA HÍDRICO ANIMAL

A segurança hídrica dos rebanhos é outro aspecto crítico da pecuária familiar. Um fornecimento deficitário de água compromete o crescimento dos animais e a produção de leite. Diversas fontes são tradicionalmente empregadas: rios, riachos, barreiros, barragens, poços, cacimbas e açudes são algumas das mais comuns. Cisternas de captação de água da chuva (de produção e de consumo humano), assim como chafarizes públicos também foram observadas. Cada fonte hídrica tem sensibilidades climáticas específicas que influenciam seu potencial adaptativo.

6.3.1 Vulnerabilidade do Subsistema Hídrico animal

Sensibilidade hídrica

Três aspectos precisam ser considerados na avaliação da sensibilidade das fontes hídricas: **(1)** volume do reservatório; **(2)** sensibilidade evaporativa do reservatório **(3)** salinidade do reservatório. O volume disponível determina o número de animais potencialmente atendidos pela fonte. A sensibilidade evaporativa refere-se ao quanto um reservatório está susceptível a perdas por evaporação: fontes cobertas tem perdas insignificantes, enquanto as abertas tem taxas muito elevadas. Ao mesmo tempo, o tamanho do espelho d'água influencia na velocidade evaporativa. Reservatórios largos e pouco profundos perdem muito mais água por evaporação do que aqueles de mesmo volume, mas que são profundos e possuem uma lâmina d'água estreita. Assim, um conjunto de adaptações no subsistema hídrico animal pode consistir em ajustes na estrutura e formato do reservatório.

Por fim, águas salobras são um problema que limita o uso de certas fontes hídricas. Dependendo da salinidade, a água não é própria para o consumo animal, desencadeando problemas de saúde nos rebanhos quando consumidas. Assim, mesmo havendo disponibilidade, não significa que certas fontes hídricas podem ou devem ser usadas. É o caso de poços em áreas de solo salino ou reservatórios superficiais abertos (a elevada taxa evaporativa aumenta a concentração de sais da água). Essa informação é facilmente coletada nos diagnósticos participativos. Algumas adaptações vem sendo propostas para contornar a salinidade. Uma delas é a diluição da água salobra com águas de salinidade menor (ex.: água da chuva captada em cisternas), obtendo concentrações toleradas pelos animais (BRITO *et al*, 2007a).

O acesso e a qualidade das fontes hídricas variaram bastante entre produtores e os municípios estudados. A diversidade de fontes foi maior no estudo de caso da Bahia, no qual 13 tipos de reservatório hídrico animal foram identificados (Gráfico 32).

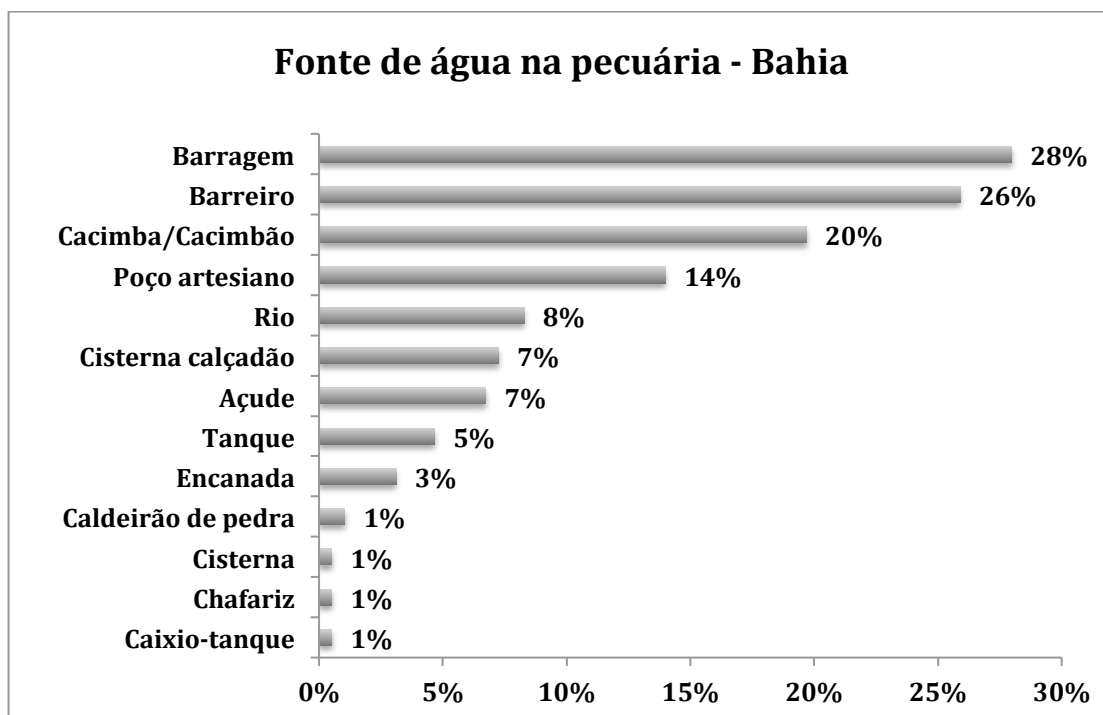


Gráfico 32- Frequência dos tipos de fontes de água usadas na pecuária no estudo de caso *Bahia* (n=193)
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011

As fontes mais comuns foram barragens, barreiros e cacimbas/cacimbões. Os dois primeiros são construções tradicionais de captação de água da chuva. Os barreiros são escavados na bacia de drenagem, enquanto a barragem consiste no barramento de rios e riachos. Já as cacimbas e cacimbões são, geralmente, construídos no leito de rios e riachos secos, que conservam alguma umidade no subsolo durante a estiagem. Diferenciam-se dos poços por serem buracos abertos, artesanalmente construídos, dos quais a água é puxada por meio de baldes. Em anos de seca extrema, como 2012, é comum os produtores deslocarem-se até os leitos dos rios atrás dessas fontes, mas nem sempre água é encontrada.

Açudes também aparecem como fontes hídricas significativas (Gráfico 32). Assim como os barreiros e barragens, armazenam a água da chuva das bacias de drenagem naturais. Essas estratégias, apesar de amplamente usadas, apresentam um problema recorrente na resposta dos produtores: o assoreamento com o passar dos anos. A cada estação chuvosa, sedimentos são carregados para esses reservatórios e acumulados sobre o seu leito. Com o tempo, os barreiros, açudes e barragens vão se tornando mais rasos, reduzindo sua capacidade de armazenamento. A recuperação dessas estruturas envolve elevado custo, especialmente dos reservatórios maiores, pois demandam retroescavadeiras e mão-de-obra. Muitos entrevistados sugeriram que uma ação política interessante seria o fomento à recuperação desses corpos de água.

A proximidade com fontes naturais, perenes e volumosas, também representa importante vantagem adaptativa. É o caso das comunidades próximas à barragem Sobradinho, que usavam o rio São Francisco parte do ano como fonte de água animal (Gráfico 32). Verificou-se, por exemplo, nas comunidades da fazenda Santarém (Casa Nova/BA), que algumas famílias despendiam diariamente 2 horas para trazer água do rio em tonéis para os animais. Em alguns casos, o transporte era responsabilidade das crianças. Em outras áreas mais pedregosas da mesma fazenda, observou-se “caldeirões de pedra”, que armazenam naturalmente água da chuva e eram aproveitados para dessedentação animal durante a estiagem. Por fim, chama a presença significativa de cisternas calçadão e, em menor proporção, caixio-tanque e tanques no estudo de caso da Bahia. Essas tecnologias sociais estão associadas a presença das ONGs e da EMBRAPA Semiárido que tem o papel de desenvolver e difundir essas estratégias entre os produtores.

No estudo de caso de Salitre (CE) a diversidade de fontes hídricas para os animais foi menor (Gráfico 33). A fonte mais comum foi o açude, seguido das cacimbas/cacimbões e dos barreiros. Poços também aparecem como fonte relevante (Gráfico 33). Todavia, a disponibilidade dessas fontes são distribuídas de forma desigual no município. Os sítios de *Sertão* contam com um repertório maior graças as suas características ambientais: solos pouco profundos e mal drenados permitem a captação de água do escoamento superficial e o acesso ao lençol freático próximo à superfície (poços e cacimbas). Já nas áreas de *Serra*, os solos bem drenados reduzem o escoamento superficial, inviabilizando ou limitando a capacidade de captação de água da chuva em barreiros, barragens e açudes, muito raros nessas áreas. Os solos profundos também tornam economicamente inviável ao produtor familiar acessar os reservatórios subterrâneos.

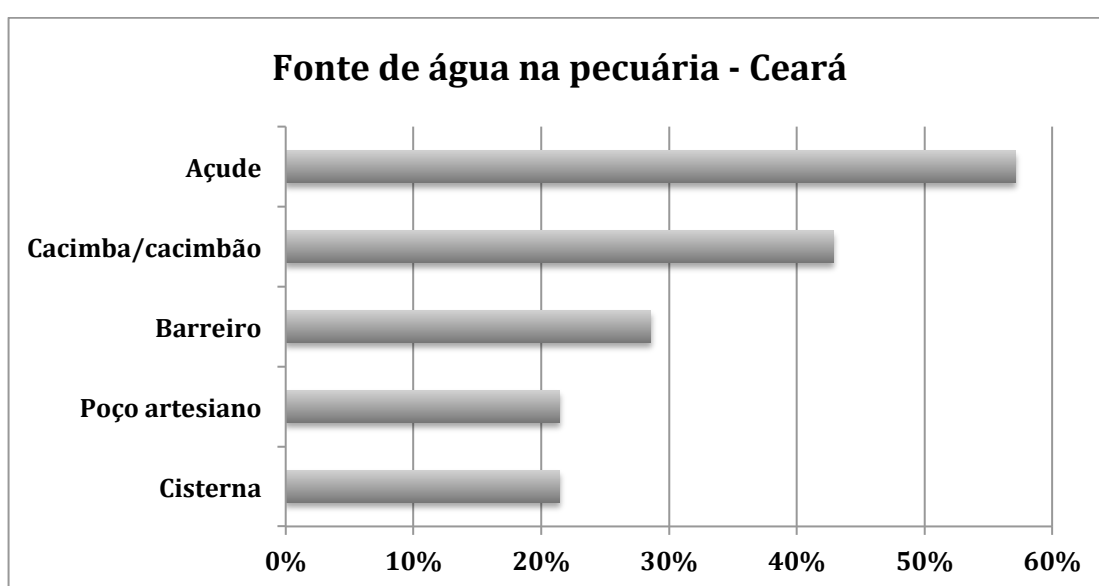


Gráfico 33- Fontes hídricas usadas na pecuária no estudo de caso de Salitre/CE (n=14).
Fonte: pesquisa de campo, 2013

O contexto da *Serra* é paradoxal, pois a bacia sedimentar do Araripe é riquíssima em água em seu subsolo. Entretanto, essa água (boa parte fóssil, armazenada há milhões de anos) encontram-se a profundidades de 600m ou mais, cujo custo e tecnologia de escavação é inacessível até mesmo para o governo municipal. Soma-se a isso o relevo praticamente plano no alto da chapada, que dificulta a formação de rios e riachos durante a estação chuvosa.

O resultado é um desequilíbrio na disponibilidade de água entre *Serra* e *Sertão* no município de Salitre. Esta é mais uma evidência de que abundância de chuva não é sinônimo de abundância de água. Mesmo a pluviometria sendo maior na *Serra*, a capacidade de armazenamento hídrico é menor (Quadro 52). As entrevistas qualitativas corroboraram esse desequilíbrio. Diversos atores institucionais ligados a gestão hídrica e rural do município apontaram os sítios de *Serras* como áreas de maior sensibilidade hídrica. Este contexto é um dos motivos pelos quais a pecuária é pouco frequente no alto da chapada do Araripe.

Diferenças intramunicipais na capacidade adaptativa hídrica dos animais			
Agroambiente (Salitre)	Pluviometria	Capacidade de armazenamento hídrico superficial	Reservatórios observados
<i>Serra</i>	Alta	Baixa: solos profundos e altamente drenados	Cisternas, barreiros
<i>Sertão</i>	Baixa	Alta: solos rasos e de drenagem relativamente mais baixa	Barreiros, barragens, açudes, cacimbas, cacimbões, poços, cisternas

Quadro 52 - Comparação entre a disponibilidade hídrica entre os agroambientes *Serra* e *Sertão* no município de Salitre. O uso dos qualificativos Alta e Baixa são relativos ao contexto regional. Fonte: pesquisa de campo, 2013

Cabe assinalar que barreiros também são observados em sítios de *Serra*, mas geralmente são menores e sua capacidade de armazenamento é limitada. Assim, uma grande parte das fontes de água animal usada na *Serra* provém de regiões do *Sertão*. Verificou-se que parte dos pecuaristas deslocam seus animais vários quilômetros até açudes e barreiros em comunidades do *Sertão*. Outros usam as cisternas de placas para consumo humano como reservatório de água para os seus animais. Nesse caso, a água é trazida por carros pipas contratados ou por pipas do exército (vide capítulo 7). Quanto aos corpos de água naturais, Salitre não possui rios nem riachos perenes, de modo que estes não foram citados nas respostas. Porém, em outros municípios visitados no Cariri cearense, essas fontes foram significativas. É o caso de Missão Velha, onde o rio Salgado atende a rebanhos dos sítios localizados próximos a seu trajeto.

Por fim, a ausência de ONGs e outros órgãos de extensão e pesquisa rural, explica a ausência de tecnologias sociais de captação de água da chuva, como cisternas de produção e caixio-tanques na sub-amostra de pecuaristas de Salitre. Obviamente, a pequena amostra

do município exige cautela quanto a generalizações. Porém, com base nas entrevistas institucionais, é razoável afirmar que Salitre é um município com elevada vulnerabilidade hídrica pecuária, quando comparada aos demais municípios da região e aos municípios do Estudo de caso da Bahia.

A discussão acima evidencia que a vulnerabilidade climática do subsistema hídrico animal é complexo em sua construção. Primeiro, é composta pela vulnerabilidade individual de cada fonte mencionada acima, considerando capacidade de armazenamento, perdas evaporativa e qualidade da água. O segundo componente refere-se a diversificação das fontes que os rebanhos tem acesso. Quando mais opções, menor a vulnerabilidade. O Gráfico abaixo mostra a diversidade de fontes observada para no estudo de caso da Bahia e do Ceará.

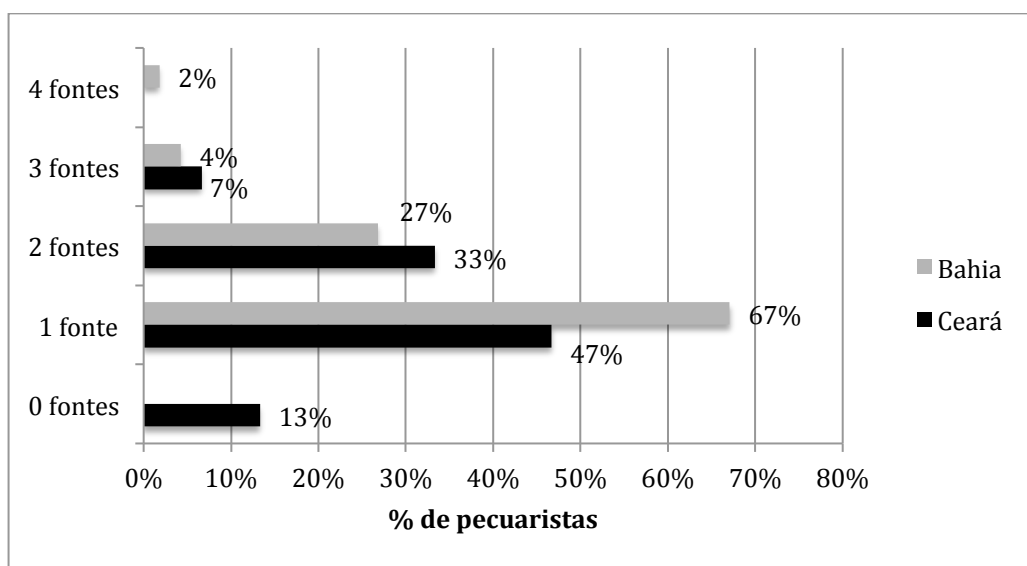


Gráfico 34- Número de fontes hídricas disponíveis por produtor na sub-amostra *pecuaristas* da Bahia (n=164) e do Ceará (n=14).
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Verifica-se que diferentes contextos quanto à diversidade hídrica animal são observados. Apenas no estudo de caso de Salitre identificou-se pecuaristas sem nenhuma fonte hídrica para dar de beber aos seus animais. Nesses casos, a água era obtida por meio da contratação de carros pipas ou distribuída pela Operação Pipa do Exército. Em ambas as amostras, subsistemas com apenas uma fonte são os mais comuns. Já subsistemas com duas fontes hídricas são menos frequentes, mas mesmo assim abrangem uma parte substancial das amostras (Gráfico 34). Sistemas com três fontes são raros em ambos estudos de caso. Apenas na amostra da Bahia foram identificados subsistemas compostos por quatro fontes hídricas.

Por fim, o terceiro componente a ser levado em conta é a capacidade suporte do subsistema hídrico que pode ser medido pela relação entre o tamanho do rebanho e o volume de água disponível. Mesmo que haja diversificação de fontes hídricas, a quantidade

pode não ser suficiente para rebanhos muitos grandes. Reservatórios coletivos, usados por vários produtores, são especialmente sensíveis, pois seu uso não é controlado. Em anos de seca extrema, quando esses reservatórios tem seus níveis rebaixados ao mesmo tempo em que são bastante demandados, a tragédia dos comuns é um cenário possível.

6.3.2 Impactos da seca 2012 – Estudo de caso Salitre

Em Salitre, o impacto da seca de 2012 afetou o subsistema hídrico animal de diferentes formas. Primeiro, a pluviometria insignificante na quadra invernal de 2012 (16mm) não recarregou os reservatórios superficiais de água. Sem a recarga, açudes, barreiros, barragens, riachos e rios iniciaram a estação seca bem abaixo do nível normal. Os menores secaram rapidamente, aumentando a pressão sobre os reservatórios maiores, que viram seus estoques consumidos rapidamente (Quadro 53).

Disponibilidade hídrica - Açude													
P	Quando?	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
A	Ano normal												
	2012												
B	Ano normal												
	2012												
C	Ano normal												
	2012												
D	Ano normal												
	2012												
Disponibilidade hídrica - Barreiro													
P	Quando?	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
E	Ano normal												
	2012												
F	Ano normal												
	2012												
G	Ano normal												
	2012												
H	Ano normal												
	2012												
I	Ano normal												
	2012												
J	Ano normal												
	2012												

Quadro 53 - Disponibilidade hídrica mensal dos açudes e barreiros em anos normais e em 2012 segundo os pecuaristas entrevistados em Salitre. P: produtor
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Alguns açudes e barreiros, que nunca haviam secado, secaram tão cedo quanto outubro e no mais tardar em dezembro de 2012. Outros reservatórios, que costumam secar no final do segundo semestre, secaram mais cedo. O açude do produtor “B” secou três meses antes do que costuma secar, enquanto o barreiro do produtor número “I” secou no mês de junho, quatro meses antes do costume. Há ainda aqueles em que o impacto foi

menor: os reservatórios secaram um ou dois meses antes do que o costume (produtores E, F, G e H) ou continuaram secando no mesmo período (produtor C). A magnitude do impacto depende não só da escassez de chuvas, mas também da gestão do recurso hídrico. Muitos açudes de pequeno/médio porte são de uso coletivo e à medida que os reservatórios individuais vão secando, aumenta-se a pressão sobre esses. Soma-se a isso o fato de carros pipas buscarem água nesses açudes comunitários e transportá-las até sítios distantes, aumentando a população dependente desses reservatórios.

Já os poços e cacimbas da amostra mantiveram a disponibilidade hídrica durante 2012, apesar de alguns produtores terem relatado um rebaixamento do lençol freático. Isso evidencia que a perenidade dessas fontes possuem um valor adaptativo maior quando comparado às fontes superficiais. Porém, há duas desvantagens nessas estratégias. Primeiro, não raro suas águas são salobras. Segundo, os altos custos de escavação, associado ao elevado risco do investimento não encontrar água, inibem a adoção mais ampla dessa estratégia. Em Salitre, o custo da perfuração de poços artesanais girava em torno de R\$60/m. Considerando que muitas vezes são necessários algumas dezenas de metros para achar água, os valores são inviáveis para a grande maioria dos produtores familiares.

No estudo de caso da Bahia, por exemplo, um produtor de Juazeiro relatou ter gasto R\$ 19 mil na construção de um poço artesiano de 40m de profundidade (Quadro 54). Ele reconheceu o valor adaptativo da estratégia, mas ressaltou suas limitações:

O governo tem que investir em recursos hídricos (é o principal). Na minha opinião tinha que ser poço artesiano...é a solução. Mas poço é um tiro no escuro. Sabe que tem água, mas não sabe a profundidade e nem a qualidade. O problema é que tem região que a água do solo é salina. Nesse caso, poço artesiano não presta. Ai tem que investir em barreiros. (pecuarista familiar de sequeiro, Juazeiro/BA)

Custo de um poço artesiano – Estudo de Caso Bahia	
Estudo geológico	R\$ 600-1200
Perfurar o poço	R\$ 6.000
Cálculo de vazão	R\$ 750
Bomba simples	R\$ 1.800
Encanamento	R\$ 9.500
Total	R\$ 19 mil

Quadro 54 - Estimativa do custo da construção de um poço artesiano na comunidade segundo um produtor da Serra dos Badegas (Juazeiro/BA).

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Nesse sentido, poços profundos são uma solução quanto à água salobra, pois geralmente acessam recursos hídricos de boa qualidade. Mas individualmente são inviáveis no âmbito da produção rural familiar, tanto pelo custo quanto pela falta de garantia de que as perfurações acharão água. Nesses casos o investimento do Estado é necessário. Um bom exemplo foi dado por um gestor municipal de Araripe (CE). Segundo ele, desde 2010, a

prefeitura vinha investindo em poços na zona rural. Nesse período, 28 “furos” foram feitos, dos quais apenas 12 encontraram água. Ou seja, as chances de sucesso foram menores que 50%. Este contexto faz com que estas fontes sejam raras nos municípios, mesmo os subsolos sendo ricos em recursos hídricos. Isso ficou mais evidente em Salitre, onde havia apenas 3 poços profundos em toda zona rural.

A vulnerabilidade dos reservatórios superficiais (barreiros, barragens e açudes) e o alto custo e salinidade de fontes subterrâneas (poços e cacimbas), levou os produtores de Salitre a buscarem alternativas em 2012. O uso da água do pipa do exército foi uma delas. Oficialmente, ela não atende a demanda animal, mas, informalmente, foi fonte de água fundamental para os rebanhos durante a seca de 2012.

Outra alternativa, que ganhou maior relevância em 2012, foi a contratação de carros pipas. Cerca de 35% da sub-amostra de pecuaristas em Salitre afirmou ter recorrido a essa estratégia, em 2012, dos quais 40% disseram ser a primeira vez que acessavam a alternativa. Essa estratégia tem custo elevado. O valor varia de acordo com a distância entre a fonte usada pelo pipa (barreiro, açude, barragem) e o estabelecimento. Em Salitre, o preço da “carrada” (como é chamada cada viagem dos pipa) oscilou entre R\$ 60 e R\$ 120. As comunidades de *Serra* eram as que pagavam os maiores valores. Esta é um despesa onerosa em tempos de escassez de renda, aumentando ainda mais os custos na manutenção dos rebanhos. No estudo de caso da Bahia, a contratação de carro pipa também foi relatada, porém com uma participação muito menor na amostra (Gráfico 35).

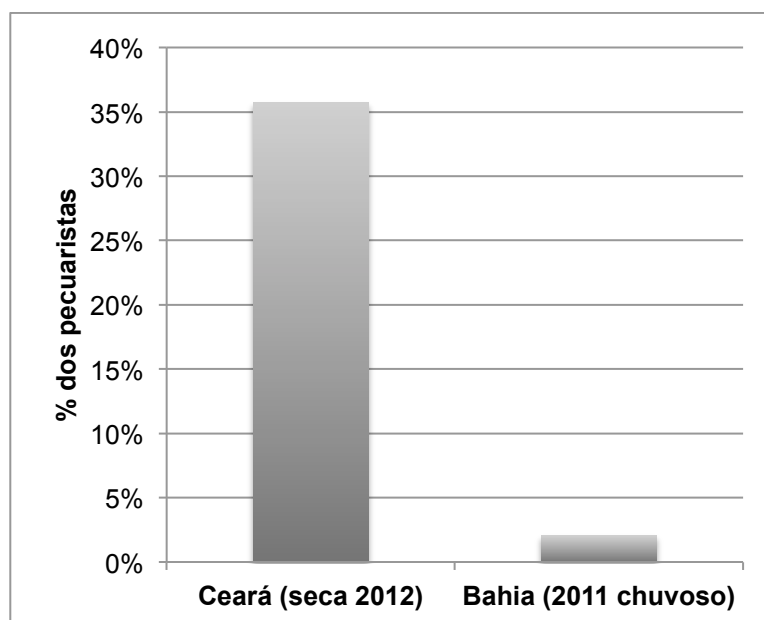


Gráfico 35- Porcentagem dos pecuaristas dos estudos de caso da Bahia (n=193) e Ceará (n=14) que contrataram carro pipa para dessedentação animal em 2011 (chuvas regulares) e na seca de 2012, respectivamente.

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

A comparação entre o estudo de caso da Bahia e Ceará encontra limitações devido às diferenças no tamanho da amostra, no formato do questionário e na época em que a pesquisa foi realizada. Porém, algumas considerações gerais podem ser feitas. É esperado que haja uma participação maior a opção *contratação de carro pipa* em anos de seca extrema em relação a anos de chuvas regulares. Também é esperado que a contratação seja mais comum entre produtores que possuem menor diversidade de fontes hídricas, fontes de alta vulnerabilidade ao clima e grandes rebanhos. Esses fatores foram observados independentemente ou em conjunto dentre aqueles produtores que relataram terem tido que contratar pipas, tanto na Bahia quanto no Ceará.

A despeito das dificuldades, os pecuaristas revelaram que a situação atual é muito melhor do que antigamente, quando o acesso aos recursos hídricos para os animais eram muito mais complicado. A proliferação de açudes, poços e barreiros fora das grandes propriedades, tornou mais democrática e reduziu a dependência de coronéis locais (Box). A melhoria das estradas e a disponibilidade de alternativas, como os pipas e cisternas de placas, também tornaram o acesso a água mais democrático.

Box 3 - Memórias do clima: autoritarismo e recursos hídricos

Em um sítio da *Serra de Salitre*, um produtor se lembrou que, quando chegou a região (1960), havia um grande fazendeiro para quem todos trabalhavam, inclusive ele. Dono do barreiro da região, o fazendeiro decidia quem usava e quem não usava a água. O produtor relatou com indignação a recusa do fazendeiro em deixa-lo levar uma carga de água por dia para seus animais. A água era suficiente e não havia motivo para limitar o uso. Diante da recusa, o produtor teve que recorrer a outro barreiro, a 20 Km de distância do seu estabelecimento, onde tinha que ir buscar água todo dia e transportá-la na cangalha de burro.

Outro produtor idoso, nativo de um sítio de *Sertão*, relatou que antigamente era permitindo buscar água nas cacimbas de uma fazenda vizinha, onde a maior parte dos moradores da comunidade trabalhava. A água era usada tanto para consumo humano quanto animal. Depois que o patrão morreu, seus herdeiros fecharam a fazenda e proibiram o acesso às cacimbas. Como resultado, a comunidade ficou sem água, até que o P1MC e um poço construído pela SOHIDRA disponibilizaram a água sem intermediários.

6.4 CONCLUSÕES SOBRE A VULNERABILIDADE DO SISTEMA PECUÁRIO FAMILIAR

A vulnerabilidade dos sistemas pecuários familiares depende da resistência das espécies animais e respectivas raças ao estresse alimentar e hídrico que caracterizam o semiárido. É determinada também pelas vulnerabilidades específicas dos subsistemas hídrico e nutricional que sustentam os rebanhos. Intervenções em qualquer uma dessas dimensões tem grande potencial adaptativo. Observou-se que a adaptação natural dos animais através de centenas de gerações de convívio com o clima semiárido resultou em estoques genéticos ambíguos: por um lado, aptos às condições ambientais extremas, por outro com baixos índices de produtividade. A gestão da genética dos rebanhos, por meio da introdução de reprodutores e matrizes de raças rústicas, mas com produtividade superior a dos animais SRD, agrega novos elementos à paisagem adaptativa da pecuária.

Todavia, o principal conjunto de adaptações tem por foco a gestão nutricional dos animais. O controle da qualidade e quantidade de forragens fornecidas durante a estação seca e chuvosa compõem o maior repertório adaptativo identificado (Quadro 55). A combinação balanceada de pastagens nativas, plantadas, estocadas e compradas permite índices produtivos competitivos, mas a irregularidade climática dificulta que um aporte regular e nutritivo seja fornecido. Verificou-se que há tecnologias disponíveis para contornar essas barreiras, mas elas são raras entre os produtores devido à falta de informação e/ou devido aos elevados custos que envolvem a implementação.

Vetor de Exposição	Impacto direto	Impacto indireto	Adaptações
<i>Redução das chuvas</i>	Baixa produção de forragens	Perda de produtividade animal	Subsistema biológico: gestão dos recursos genéticos visando aptidão às condições de sequeiro (adoção de raças mais aptas)
	Recarga deficiente dos reservatórios hídricos	Morte de animais	Subsistema nutricional: manejo de pastagens naturais; compra de ração; reservas estratégica
<i>Elevação das temperaturas</i>	Perda evaporativa dos reservatórios hídricos abertos	Perda da qualidade genética dos rebanhos	Subsistema hídrico: estoque de água; ajuste na infraestrutura do reservatório; gestão do recurso hídrico; contratação de carro pipa;
			Ambiental: deslocamento dos rebanhos para pastagens de vazante

Quadro 55 - Vetores de exposição, Impactos diretos, indiretos e adaptações da pecuária familiar observados nos estudos de caso

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Por fim, ajustes no subsistema hídrico compõem uma parte importante dos esforços de adaptação da pecuária (Quadro 55). Os estudos de caso evidenciaram que há grande diversidade da disponibilidade de água entre os pecuaristas, determinada principalmente por diferenças ambientais. Na Bahia, a bacia do rio São Francisco disponibiliza uma fonte de recursos importante sem uma correspondência em Salitre. A presença de ONGs e instituições de pesquisa no estudo de caso baiano também viabilizam a difusão de tecnologias de captação de água da chuva ausentes no município cearense. Por fim, a heterogeneidade topográfica observada em Salitre resultou em diferenças adaptativas hídricas entre *Serra* e *Sertão*. Neste contexto, a Operação Pipa do Exército e a contratação de carros pipas particulares mostraram-se recursos adaptativos chave em 2012.

Cada reservatório tem potenciais e limitações próprias que influenciam a sua eficiência e viabilidade como recurso hídrico nos diferentes contextos do Semiárido (Quadro 56). Um repertório adaptativo robusto passa por recuperar e valorizar os reservatórios tradicionais - comuns na zona rural da região - ao mesmo tempo em que fomenta a construção de novos reservatórios de menor sensibilidade climática.

Reservatórios	Valor adaptativo	Limitações
Açudes Barragens Barreiros	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologias tradicionais bem dominadas no sertão. • Armazenam grande quantidade de água com relativo baixo custo tecnológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatórios abertos, com elevada perda evaporativa; • Assoreamento com o passar dos anos • Tendem a ser intermitentes
Cacimba Cacimbão Poços	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica tradicionais bem dominadas no sertão. • Tendem a ser perenes 	<ul style="list-style-type: none"> • Viável apenas em áreas aluviais ou de lençol freático raso • Alto risco de ser salobra em solos salinos • Custo elevado com a escavação • Nem sempre as escavações acham água
Cisternas	<ul style="list-style-type: none"> • Reservatórios fechados, com baixa taxa evaporativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda mão de obra especializada • Custo relativamente elevado • Baixa capacidade de armazenamento

Quadro 56 - Valor adaptativo e limitações dos principais reservatórios construídos utilizados para dessedentação animal

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

A seca de 2012 explicitou as diferenças de vulnerabilidade agroambientais e as deficiências de capacidade adaptativa da pecuária familiar no município de Salitre. A queda da produtividade, morte de animais e eventuais abandonos da atividade atentam para o fato da pecuária familiar ainda ser uma atividade altamente vulnerável ao clima, mesmo diante de uma paisagem adaptativa mais favorável quando comparada a secas pretéritas (Figura

26). O custo operacional dos rebanhos é o principal problema durante as secas extremas. A queda na autonomia nutricional dos sistemas pecuários, o aumento do preço das rações e a queda da renda da atividade pecuária criam um contexto no qual a manutenção dos rebanhos normalmente representa rentabilidade negativa.

Estratégias adaptativas marginais, como o uso de cactáceas nativas, venda de parte dos rebanhos para compra de ração e a contratação de carros pipas tornam-se mais frequentes, assim como o uso de ração ganha um peso maior entre as forragens fornecidas aos animais. Programas governamentais emergenciais, como *Pronaf Seca 2012* e a venda subsidiada de milho pela Conab, são iniciativas que amenizam os prejuízos, mas ainda tem ação limitada (Figura 26).

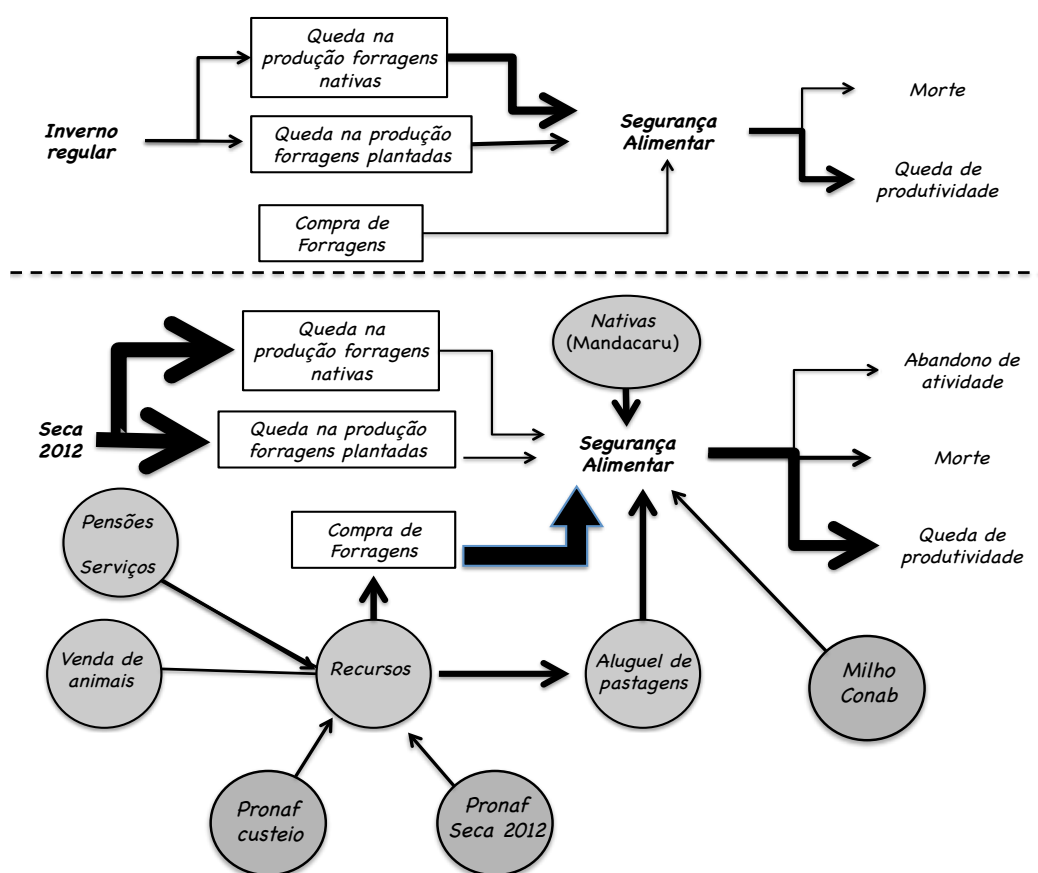


Figura 25 Organograma cadeia de impactos do clima na pecuária familiar de Salitre em um ano de inverno regular e na seca de 2012. A espessura das setas representa a magnitude do impacto e da relevância da adaptação na cadeia da vulnerabilidade
 Fonte: elaborado pelo autor

No que tange ao programa *Venda de Milho no Balcão*, a seca de 2012 explicitou dois aspectos importantes: primeiro, que a gestão adaptativa do Estado, em anos de seca extrema, apresenta deficiências na logística de transporte que precisam ser corrigidas. Esse sintoma é relevante não só no contexto do clima, mas tem implicações para o desenvolvimento regional como um todo. Segundo, que a gestão adaptativa é baseada no aprendizado e flexibilidade política. A opção pelo transporte marítimo foi uma resposta

atrasada à ineficiência apresentada pelo transporte rodoviário. Todavia, é uma adaptação política às circunstâncias limitantes que se apresentam durante o impacto. Apesar de um evento extremo como 2012 representar impactos e prejuízos lamentáveis do ponto de vista humano, produtivo e econômico, é uma excelente oportunidade de aprendizado político. Nesta perspectiva, o Estado deve ser avaliado não só pela sua capacidade de atuação imediata diante de uma seca extrema, mas também pela sua habilidade em aprender e fortalecer instituições e programas relacionados, tornando-os mais flexíveis e eficientes caso um evento semelhante se repita no futuro.

7. VULNERABILIDADE DO SISTEMA FAMILIAR

O sistema familiar é o elo final da cadeia de impactos climáticos analisados neste trabalho. É a escala mais abrangente da vulnerabilidade da produção rural familiar, sendo determinada pelas vulnerabilidades em escalas menores de seus subsistemas: **subsistema renda, subsistema nutricional humano e subsistema hídrico humano**. Estes, por sua vez, estão conectados, em diferentes graus, com a vulnerabilidade dos subsistemas produtivos descritos anteriormente. A seguir, tais conexões são discutidas em mais detalhes.

7.1 SUBSISTEMA RENDA

A renda familiar rural possui dois subsistemas de vulnerabilidades independentes. Um, é o subsistema renda agropecuária, composto pelos rendimentos gerados pela venda dos produtos agropecuários. O outro, composto pelas fontes externas ao estabelecimento, envolvendo prestação de serviço na zona rural e urbana, programas de transferência de renda, salários regulares, remessas de parentes e trabalhos temporários em outras regiões do nordeste e do Brasil (Figura 27). A vulnerabilidade climática de cada componente da renda associada ao respectivo peso na renda familiar final determina a vulnerabilidade climática do subsistema renda.

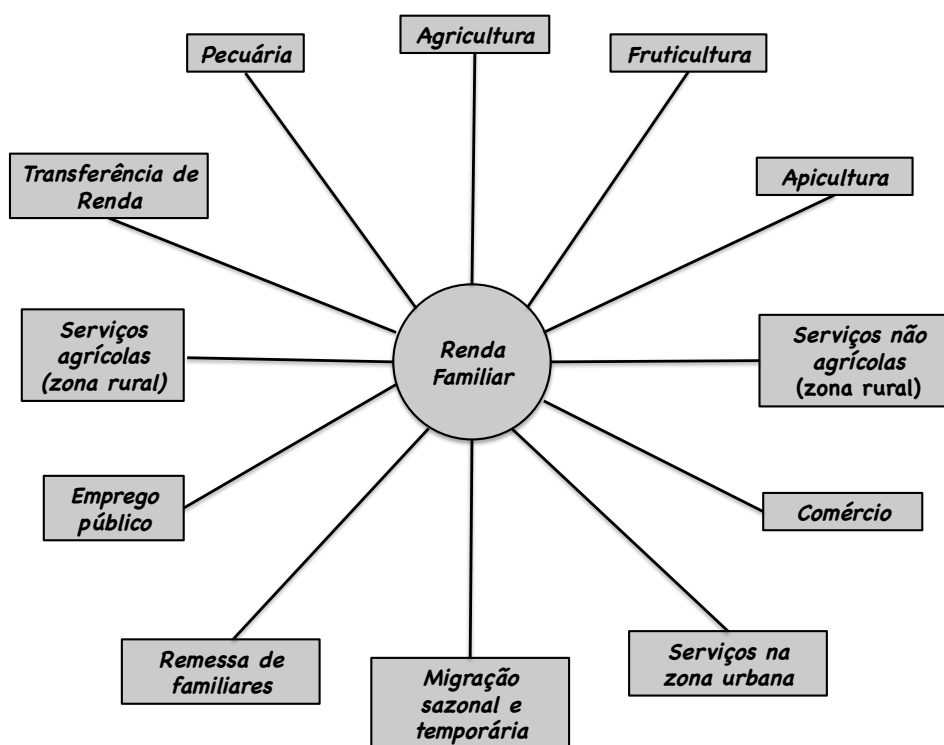


Figura 26 Organograma fontes de renda familiar identificadas em campo
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

7.1.1 Subsistema renda agropecuária

A pesquisa de campo corroborou um aspecto que notadamente caracteriza a produção rural familiar: dificilmente a produção agropecuária de um estabelecimento depende de uma única atividade. O quadro 57 discrimina as principais atividades identificadas em campo. Os estabelecimentos que praticam pelo menos 2 dessas atividades são majoritários nas amostras.

	Agricultura	Pecuária	Outros
Ceará (n=38)	Sequeiro: Mandioca, feijão, milho, fava	Bovinocultura de corte e de leite Caprinovinocultura	Apicultura, quintais, animais domésticos, animais domésticos (porcos e galinhas)
Bahia (n=250)	Sequeiro: mandioca, feijão, milho, fava	Bovinocultura de corte e de leite	Apicultura, extrativismo, caça, pesca, quintais, animais domésticos (porcos e galinhas)
	Vazante: milho e feijão		
	Irrigada: fruticultura; olericultura	Caprinovinocultura	

Quadro 57 - Principais atividades agropecuárias identificadas nos estabelecimentos familiares pesquisados
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

A produção agropecuária familiar não é exclusivamente e nem prioritariamente voltada ao mercado. Em diferentes graus, a produção rural familiar atende à segurança alimentar da família e ao fornecimento de forragem para os animais domésticos. A isso, chama-se multidimensionalidade da produção rural familiar. Observou-se que a comercialização de um determinado produto e o peso que ele ocupa na renda familiar depende de uma série de fatores, a saber: **(1)** preço do produto pago pelo mercado local **(2)** acesso ao mercado consumidor; **(3)** escala de produção; **(4)** necessidades financeiras do produtor; **(5)** capacidade de escoamento da produção; **(6)** adequação do produto à regulamentação sanitária **(7)** grau de agregação de valor.

Nos estudos de caso, verificou-se que certos produtos tem por destino mais frequente o mercado, enquanto outros são produzidos, principalmente, para o autoconsumo (Gráficos 36 e 37)⁶⁰. A produção de mel e a pecuária de corte tem como principal destino o mercado. A comercialização costuma ser intermediada por atravessadores, que compram na porta dos estabelecimentos e revendem nos mercados e indústrias locais. Outros produtos, só são vendidos quando há excedente. O leite é um exemplo. Atende às necessidades da família, mas se a vaca é produtiva ou o rebanho em lactação um pouco maior, um

⁶⁰Os resultados dos estudos Bahia e Ceará não são comparáveis no que tange a comercialização da produção devido a diferenças no formato do questionário. Na Bahia, por exemplo, não foi possível discriminar as vendas da bovinocultura e da caprinovinocultura, nem a comercialização da bovinocultura de leite e de corte. A comercialização da agricultura também é uma lacuna do questionário. Já no estudo de Salitre, o questionário foi aprimorado nesse sentido, mas a amostra muito reduzida não forneceu informações significativas para certas atividades, como apicultura e bovinocultura de corte.

excedente é possível, sendo vendido diretamente ao consumidor (ex.: vizinhos, moradores nas sedes municipais), a intermediários ou aos laticínios locais.

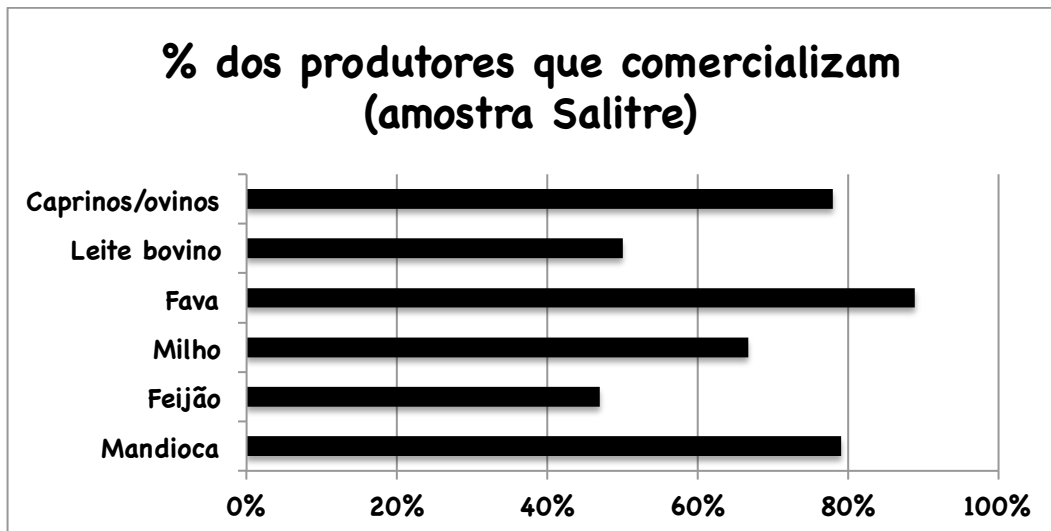


Gráfico 36- Frequência da comercialização dos principais produtos da produção rural familiar no estudo de caso de Salitre (CE): caprinos/ovinos (n=12); leite bovino (n=6); fava (n=9), milho (n=27); feijão (n=33); mandioca (n=24)

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

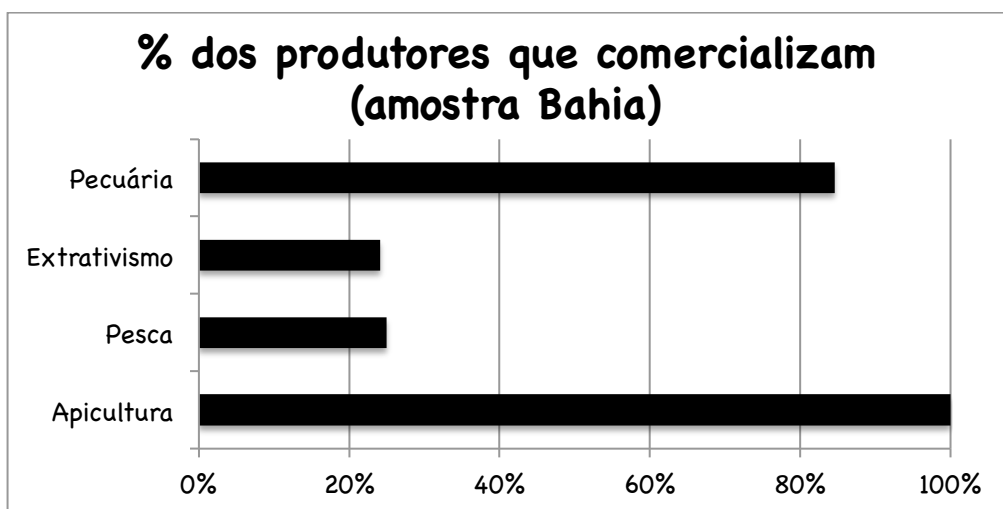


Gráfico 37- Frequência da comercialização dos principais produtos da produção rural familiar nas amostras do estudo de caso da Bahia: pecuária (n=194); extrativismo de frutas nativas (n=29); pesca (n=28); apicultura (n=16)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Já a comercialização da produção agrícola varia de acordo com o tipo e quantidade produzida na safra. Na agricultura de sequeiro, geralmente as áreas cultivadas são muito pequenas, dimensionadas para o consumo interno do estabelecimento (família e animais). Todavia, em anos em que a safra é boa ou quando áreas maiores são cultivadas, um excedente é possível. A produção é, então, vendida para atravessadores, nas feiras locais ou mesmo estocada para venda posterior na expectativa de preços melhores. Dentre as culturas familiares, observou-se em Salitre que o feijão e a mandioca representam dois extremos da mercantilização da agricultura familiar (Gráfico 36). A produção do primeiro

visa, principalmente, ao autoconsumo, enquanto o segundo à indústria da farinha, goma e tapioca. Já a agricultura familiar praticada nas áreas de vazante e de irrigação da amostra da Bahia, tinha o mercado como destino prioritário. Nestes sistemas produtivos, os altos investimentos em fertilizantes e agrotóxicos só se justificam se houver retorno financeiro com a venda.

Outras atividades, normalmente de subsistência, podem ganhar relevância econômica em alguns contextos. É o caso da extração do Umbu nos municípios de Uauá (BA) e Remanso (BA). Tradicionalmente, o fruto é coletado para consumo da família e animais. Porém, em algumas comunidades, onde a espécie é abundante, os produtores vendiam o umbu *in natura* para atravessadores vindos de outros estados por R\$ 10 o saco (peso indeterminado). Alguns dos informantes relataram vender entre 20 e 25 sacos por safra. Contexto mais raro é a agregação de valor ao fruto por fábricas de doce e polpas locais. Em julho de 2011, 300 famílias cooperadas eram beneficiadas nos municípios baianos de Uauá, Canudos e Curaçá. Elas coletavam o umbu e vendiam às fábricas da COPPERCUC (vide adiante), auferindo uma renda média de R\$ 1.000/safra. O Valor não é excepcional diante do rendimento de outras atividades rurais, mas fornece um complemento importante na renda familiar.

Já o caso da pesca oscila entre mercado e subsistência. Na Bahia, parte da amostra localizada na margem do Lago Sobradinho era composta por produtores rurais familiares especializados na pesca. Eles se identificavam como pescadores, possuíam organização própria (colônia de pescadores) e moravam em vilas urbanizadas, tendo como principal fonte de renda a venda dos peixes. Porém, também praticavam, como atividades secundárias, agricultura e pecuária em áreas de sequeiro e de vazante. Ao mesmo tempo, outras comunidades visitadas nas margens da represa eram composta por agricultores e pecuaristas familiares que praticavam a pesca para autoconsumo. Eventualmente, vendiam aos vizinhos ou no mercado local. Portanto, rotular uma atividade rural familiar como voltada para o mercado ou de subsistência implica, muitas vezes, em reducionismos da realidade. A pesquisa evidenciou que os graus de mercantilização varia entre produtos, entre produtores e mesmo entre anos dentro de um mesmo estabelecimento.

Uma atividade rural não agrícola, relevante nos estudos de caso, é o extrativismo madeireiro da caatinga Durante as *brocas* (abertura de novas áreas para plantio), o corte seletivo de madeira é realizado. A madeira é usada no estabelecimento ou vendida para fabricação de cercas. Também serve como lenha e carvão para as casas de farinha,

cerâmicas e indústria do gesso⁶¹. Essa fonte de renda não abordada nos questionários, mas não é desprezível e deve ser melhor explorada em pesquisas futuras.

Clima e renda agropecuária: sazonalidade e regularidade

A renda agropecuária é sazonal. A venda das safras, animais e mel são episódicas e irregulares no tempo, concentrando-se na estação chuvosa e escasseando durante a estação seca. Soma-se a isso o fato do regime de chuvas regularem a quantidade de excedente comercializável. Assim, a renda agropecuária é irregular ao longo do ano.

Certas atividades tem concentração temporal da renda marcante. O mel é um exemplo. No estudo de caso de Salitre, a comercialização concentra-se durante a estação chuvosa, em uma frequência que varia de acordo com o número de “batidas”, as quais podem ser de 2 a 6 por estação (Quadro 58). Aqueles que têm condição de realizar a migração das caixas para as Serras do Crato, também obtém renda da atividade no segundo semestre (vide capítulo 5, item 5.1). No estudo de caso da Bahia, também houve registro de produtores que tiravam, no segundo semestre, safra de mel de espécies lenhosas, como a Aroeira e Angico-de-bezerra. No caso do extrativismo do fruto do Umbu, a pesquisa da Bahia apontou que a comercialização *in natura* concentrava-se entre janeiro e abril, quando ocorria a safra (Quadro 58).

A renda da pesca também é concentrada no ano: entre março e novembro. No caso, não é devido ao clima, mas à legislação ambiental. Durante o período da piracema, que se estende entre 1º de novembro e 28 de fevereiro, a atividade é proibida (Quadro 58). Os produtores cadastrados na colônia de pescadores recebem o seguro defeso durante estes quatro meses. Porém, aqueles que não são formalmente pescadores, mas têm na pesca uma atividade complementar de renda, não recebem o benefício. Apesar do defeso, verificou-se que a pesca continua durante a piracema, mesmo entre aqueles que recebem o seguro defeso.

Tabela.

Produto	Quadra chuvosa				Estação seca						QC	
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mel (Salitre)												
Umbu (Bahia)												
Pesca (Bahia)	defeso											defeso

Quadro 58 - Calendário das safras de mel (estudo de caso de Salitre) e do Umbu (estudo de caso da Bahia) e pesca (estudo de caso da Bahia). QC: quadra chuvosa

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

No que diz respeito à agricultura, o clima é forte determinante da renda. Por ser difícil antever se a safra será bem sucedida na época do plantio, o produtor realiza investimentos

⁶¹ Os depósitos sedimentares da chapada do Araripe permitiram o desenvolvimento do maior polo gesseiro do Brasil. Cerca de 90% do gesso do país é produzido na região. Os recursos florestais locais são a principal fonte de combustível para os fornos das indústrias de gesso.

sem a certeza de sucesso. Isso coloca a renda da agricultura entre as mais imprevisíveis e sensíveis à variabilidade climática dentre as atividades consideradas. A venda da safra geralmente ocorre uma vez ao ano, logo após a colheita. Esse período varia segundo a época do plantio. Por exemplo, o milho e o feijão plantados em dezembro podem ser colhidas a partir de fevereiro ou março. Porém, em anos nos quais a quadra chuvosa atrasa, o plantio pode ocorrer em março e, no mais tardar, em abril. Nesses casos, o período de colheita pode se deslocar para meados do segundo semestre (Tabela 36). Já a safra de mandioca concentra-se no meio do ano (junho e julho) e, em menor proporção, em dezembro e janeiro, quando algumas plantas são colhidas para obter as manivas usadas no plantio na nova safra.

Tabela 36 - Janela de colheita dos principais gêneros agrícolas no estudo de caso de Salitre (n=38). As porcentagens referem-se a frequência com que o mês foi citado pelos produtores como mês de colheita. A soma é maior que 100% porque era dada a cada produtor a possibilidade de dar mais de uma resposta

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mandioca	11%					74%	53%					5%
Feijão		3%	10%	41%	45%	24%	17%	3%				
Milho			8%	8%	12%	42%	38%	35%	8%			
Fava			11%	22%	11%	78%	22%					

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Mesmo a janela de colheita sendo ampla para alguns produtos agrícolas, a colheita individual de cada produtor ocorre apenas uma vez na safra (Tabela 36). Assim, uma estratégia adaptativa comum é o estoque da produção agrícola para venda na entre safra, quando os preços se elevam, ou em caso de emergência financeira. Um produtor na Bahia, por exemplo, relatou que costuma guardar 10% da safra de feijão caso precise levantar recursos durante a estiagem. Entretanto, essa estratégia só é possível para certos gêneros, como milho, fava e feijão, enquanto outros, como a batata da mandioca, têm que ser comercializada até três dias depois de colhidos.

Por fim, deve-se levar em conta o papel da pecuária como fonte de renda familiar. Essa é uma atividade que o produtor tem maior controle sobre o período de comercialização. A produção de leite é a fonte pecuária mais regular e perene: enquanto a vaca estiver amamentando, a comercialização pode ser diária. O volume de leite e a renda obtida pela comercialização variou muito entre os pecuaristas. Verificou-se em campo que, rebanhos da raça Holandesa, podem produzir mais de 20 litros diários, enquanto vacas SRD (Sem Raça Definida) dificilmente chegam a 10 litros. A produtividade também depende da nutrição do animal, visto que o leite é uma substância complexa, rica em gordura, carboidratos e outros nutrientes. Produtores que não conseguem aportar alimento suficiente para seus rebanhos, têm a produção de leite sub-ótima e, conseqüentemente, auferem menor valor de venda com cada animal.

Na pecuária de corte, os sistemas semi-intensivos e intensivos permitem uma produção mais planejada. A renda obtida é regular e confiável, apesar de concentrada em determinadas épocas do ano. Na Bahia, observou-se em um sistema semi-intensivo de caprinos que, o manejo reprodutivo do rebanho, orientado ao nascimento dos animais em janeiro, permitia ao produtor estabelecer uma rotina de venda que ocorria em outubro e novembro. A regularidade da venda permitia ao produtor reinvestimentos. Já na pecuária extensiva de corte em áreas de sequeiro, a comercialização é irregular no tempo.

Além de uma fonte regular de renda, os rebanhos funcionam como poupanças vivas. Em vez de guardar as economias no banco, culturalmente o sertanejo investe em animais. Quando precisa mobilizar recursos financeiros, vende algumas cabeças e usa o dinheiro para diversos fins: reforma da casa, festa de casamento, reinvestimento nos sistemas agropecuários, compra de moto, motivos de saúde etc. Em rebanhos mistos, por exemplo, caprinos e ovinos são frequentemente vendidos durante a estiagem para compra de ração para os bovinos.

Em suma, a renda agropecuária familiar tem um forte caráter sazonal, concentrada em vendas episódicas e determinada pelas oscilações do clima (Quadro 59). Isso torna o planejamento do orçamento e dos investimentos familiares muito mais complexo quando comparados a famílias assalariadas. Isso talvez explique uma postura muito mais reativa do que preventiva na organização financeira familiar do produtor do Semiárido.

Atividade	Sazonalidade da venda	Regularidade da venda	Comentários
Apicultura	fevereiro a junho	2-6 vezes/ano	A venda é proporcional ao número de batidas por safra
Extrativismo umbu	janeiro a abril	<i>sem informação</i>	A venda é feita durante a safra do umbu
Pesca	março a outubro	Rotineira	O peixe é vendido fresco, após pescado
Agricultura	fevereiro a setembro	Eventual	Geralmente a venda é feita 1 vez por safra, após a colheita; Quando a estocagem é viável, a venda pode ser diluída durante a estação seca
Pecuária leiteira	ano todo	Rotineira	Ordenha diária durante período de amamentação do bezerro
Pecuária de corte	ano todo	Eventual	Quando tem necessidade de levantar recursos; Quando aparece atravessador

Quadro 59 - Sazonalidade e Regularidade da renda segundo o tipo de atividade rural familiar. As informações sobre apicultura e agricultura baseiam-se principalmente no estudo de caso de Salitre (Ceará). As informações sobre pesca e extrativismo do umbu foram obtidas a partir do estudo de caso da Bahia. As informações sobre a pecuária leiteira e de corte contou com observações tanto nos municípios da Bahia quanto no de Salitre (Ceará)
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Exposição dupla: sensibilidade da renda agropecuária ao clima e ao mercado

A renda que cada atividade produtiva proporciona ao produtor e sua família não foi diretamente perguntada. Essa é uma questão delicada que o entrevistado, de modo geral, não se sente confortável em responder. Ademais, quando feita, pode criar uma resistência na continuação da entrevista ou mesmo interferindo na qualidade das respostas. Diante desse risco, a equipe optou por não incorporar perguntas diretas sobre renda nos questionários. Todavia, cabe destacar que, quando mais tempo de convivência entre pesquisador e entrevistado é possível, esse tipo de informação, geralmente, é obtido com facilidade, sem comprometer a qualidade das demais respostas. Assim, a renda bruta agropecuária foi estimada por meio de informações indiretas sobre produção e preços correntes da unidade de cada produto. Entretanto, os resultados não podem ser traduzidos em renda líquida. Para calcular esta, é necessário descontar os custos envolvidos na produção, cujos valores a pesquisa de campo obteve informações parciais. Sempre que possível, buscou-se na literatura parâmetros que pudessem servir de referência, mas cabe esclarecer que os resultados calculados são apenas estimativas grosseiras.

Antes de avançar na discussão, dois conceitos são importantes: rentabilidade e lucratividade. *Rentabilidade* é a medida do retorno (lucro) obtido para cada real investido. *Lucratividade* é a relação entre lucro e o total obtido com a venda da produção. Ambos são dados em porcentagem. O lucro é, grosso modo, o valor absoluto que o produtor auferir após descontar todos os custos de produção. A rentabilidade é um indicador de sensibilidade importante porque, como ver-se-á, algumas atividades da produção rural familiar geram rendas brutas elevadas, mas resultam em renda líquida negativa. Já a lucratividade é um indicador que reflete o potencial de uma determinada atividade ser de fato uma fonte de renda líquida, o que define a sustentabilidade econômica da mesma. Os resultados mostram que há atividades que não justificam por seu valor econômico no modelo tradicional, mas sim social, cultural e alimentar, enquanto outras são essencialmente fonte de renda para os produtores. Portanto, a lógica da agropecuária empresarial, na qual lucratividade e rentabilidade positivas são objetivo último, deve ser relativizada no contexto da produção rural familiar. Não que o bom desempenho desses indicadores não seja desejável, mas nem sempre são possíveis nas atividades de sequeiro, de modo que estes funcionam em muitos casos como sumidouro e não fonte de renda.

A rentabilidade e a lucratividade variam enormemente entre produtores e atividades. Essa variação é determinada por uma série de fatores, entre os quais:

- **Custos operacionais:** custos fixos e variáveis necessários para manter as atividades funcionando.
- **Produtividade:** indiretamente associada aos custos operacionais, uma vez que o investimento em tecnologias resulta em sistemas agropecuários mais produtivos, porém mais custosos. Geralmente há um ponto ótimo no qual o ganho de

produtividade compensa os investimentos, mas isso também depende da escala de produção e preço pago pelo produto na ocasião da venda.

- **Escala de produção:** produções muito pequenas acabam não compensando os custos operacionais, especialmente os fixos. A partir de um determinado volume, o custo marginal para aumentar uma unidade de produção é mais que compensada pelo retorno.
- **Preço pago pela unidade do produto:** todo produto tem um preço mínimo a partir do qual se torna lucrativo. Porém, não é controlado pelo produto, mas sim pela lei da oferta e procura.

Ao considerar o mercado como um vetor de exposição adicional ao clima, verificou-se que o impacto climático se manifesta em três dimensões. Primeiro, influenciando a produtividade dos cultivares, reduzindo ou aumentando a quantidade produzida por safra, por ordenha, por batida de mel etc. Isso afeta tanto a produtividade quanto a escala de produção por estabelecimento. Segundo, pelo impacto no custo operacional das atividades agropecuárias (insumos). Terceiro, pelo impacto no valor pago por unidade de produto. Em conjunto, essas três naturezas de impacto interferem na lucratividade e rentabilidade da atividade rural e, conseqüentemente, na renda familiar.

O objetivo deste trabalho não é empreender uma análise econômica detalhada. Mas se propõe a estimar o peso das atividades agropecuárias na composição da renda familiar e o impacto do clima nesse subsistema. E para tal, é preciso entender a renda como resultado mais complexo que o valor de venda da produção. A seguir, uma análise mais detalhada é realizada para a bovinocultura leiteira e apicultura, mas algumas considerações também são feitas quanto à agricultura e pecuária de corte

Considerando um custo médio de R\$ 0,69 por litro⁶² de leite produzido (CNA, 2012), a tabela 37 mostra alguns parâmetros econômicos de cinco produtores entrevistados, em dois cenários de preços identificados no campo de Salitre⁶³.

Tabela 37 - Lucro de quatro bovinocultores de leite de Salitre em dois cenários de preço

P	Cabeças	Produtividade (L/cabeça/dia)	Produção (L/dia)	Preço do leite	
				R\$ 0,72	R\$ 1,00
				Renda líquida (R\$/ano)	Renda líquida (R\$/ano)
A	20	9	180	1.971	20.367
B	15	5	75	821	8.486
C	8	20	160	1.752	18.104
D	8	3	24	263	2.716

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

⁶² O custo operacional de 1 L de leite não foi obtido em campo. Toma-se como referência o valor de R\$ 0,69, em 2011, nos municípios de Quixeramobim (CE) e Iguatu (CE), pela proximidade espacial com Salitre, apesar de reconhecer que o custo nesse é provavelmente distinto. Lima *et al* (2009a) estimaram custo operacional de R\$ 0,85/L, mas foi no RN e referente a 2009. Como é anacrônico e referente a outro estado, foi desconsiderado na Tabela 37, mas evidencia como os custos operacionais são heterogêneos do tempo/espço.

⁶³ As estimativas assumem que todas as vacas do rebanho leiteiro estão em lactação durante os 365 dias do ano, o que é raridade no contexto da produção rural familiar. Também não leva em conta a renda auferida com o descarte dos machos, nem o fato de produtividades menores estarem associada a custos menores de produção.

O valor de R\$ 0,72/litro era pago pela prefeitura de Araripe (CE) por meio de um programa de compra direta da produção familiar. Verificou-se em outras regiões do Cariri preços semelhantes. Neste cenário, os pecuaristas têm pequenas margens de lucro anual, considerando o custo operacional de R\$ 0,69/L. Segundo o gestor responsável pelo programa, o preço se justifica localmente, levando em consideração a economia de tempo de deslocamento e de custo de manutenção de automóveis que os produtores obtêm. Isso não significa que o produtor não deva ou não possa buscar a lucratividade. Preços um pouco melhores (R\$ 1,00/L) que os obtidos na venda direta ao consumidor podem trazer retornos substanciais ao pecuarista (Tabela 37). Observou-se que, na amostra analisada em Salitre, a lucratividade no cenário R\$ 1,00/L pode gerar rendas líquidas médias que variam entre R\$ 226/mês (produtor D) até R\$ 1.700/mês (produtor A).

Análises exclusivamente econométricas mascaram a relevância social da pecuária leiteira e o seu papel na segurança alimentar das famílias rurais. Buscar na sustentação econômica a única justificativa para a produção de leite em rebanhos pequenos e de baixa produtividade pode levar a conclusões equivocada de que a atividade é desaconselhável, um dreno de recursos. Se essa afirmação pode ser válida no caso de produtores que possuem algumas poucas vacas para autoconsumo, ela já não se aplica para pecuaristas familiares de médio porte. Para estes, o elevado custo operacional da atividade só compensa se houver possibilidade de lucro. Em Missão Velha (CE), um produtor de médio porte relatou que há alguns anos (não especificou quando) o preço pago pelo leite era de R\$ 0,5/litro. Percebendo que trabalhava “6 meses no azul e 6 meses no vermelho” resolveu abandonar a atividade. Segundo ele, seu sistema só seria lucrativo se o mercado pagasse, no mínimo, R\$ 1,50/litro. Este valor foi atingido na seca de 2012, como resultado da baixa oferta e elevada procura de leite na região do Cariri. Se a produção fosse igual a obtida em anos de chuvas regulares, este cenário de preço seria muito positivo para os pecuaristas, os quais teriam lucratividade relativamente alta (Tabela 38).

Tabela 38 - Produtividade e renda líquida potencial em anos de chuvas regulares e na seca de 2012, considerando preço de R\$ 1,50/litro para 4 bovinocultores de leite de Salitre

P	Produtividade (L/cabeça/dia)		Renda líquida potencial ¹ (R\$/ano)		Observação
	Chuvas regulares	2012	Chuvas regulares	2012	
A	9	3	53.217	17.739	O custo operacional em 2012 foi muito mais elevado do que R\$ 0,69/L, visto as altas despesas com ração e água. É provável que a renda líquida tenha sido negativa
B	5	2	22.174	8.870	
C	20	8	47.304	18.922	
D	3	1	7.096	2.365	

¹ Considerando custo operacional de R\$ 0,69/L.

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Todavia, essa alta do preço ocorre em um contexto de seca extrema, na qual a baixa produtividade resulta na queda da produção, ao mesmo tempo em que a escassez de

frragens plantadas e naturais implicam na elevação dos custos de manutenção dos rebanhos. Apesar de não ter sido possível quantificar o aumento nos custos da produção de leite em 2012, as entrevistas qualitativas revelaram que muito provavelmente elas tenham superado eventuais benefícios da alta dos preços do litro de leite. De fato, as evidências sugerem uma rentabilidade e lucratividade negativa em todos os estabelecimentos de Salitre visitados e que praticavam bovinocultura de leite.

A rentabilidade da agricultura familiar de sequeiro também é finamente regulada pelo balanço entre custos e retorno da venda. As entrevistas qualitativas e os questionários revelaram que os custos operacionais ao longo do ciclo do cultivo são rotineiros e elevados (Quadro 60).

Fase agrícola		Custos envolvidos	
Plantio	novas áreas	Diárias da mão-de-obra para broca (derrubada da caatinga), coivara, preparo do solo e sementeira. Custo das sementes	
	áreas já abertas	Diárias da mão-de-obra para o preparo do solo e sementeira. e/ou Diárias da contratação do trator para arar a terra (R\$ 30-35/tarefa); Eventualmente, custo com gradagem.	
Crescimento		Diárias	Diárias (R\$ 20-30) da mão-de-obra para as "limpas" (capina dos roçados). A mandioca, por exemplo, demanda cerca de 8 limpas até a colheita
		Insumos	Custo de fungicida, inseticida, herbicidas, usados por muitos dos produtores nos estudos de caso.
Colheita		Mão-de-obra para colheita. Em áreas maiores, há custos com aluguel de colheitadeiras.	
		Transporte da produção até os mercados locais	

Quadro 60 - Custos de operação da agricultura familiar de sequeiro. Os valores entre parênteses referem-se ao estudo de caso de Salitre

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Os recursos empregados vem de economias da safra anterior, fontes de renda não agropecuárias, venda de bens ou mesmo empréstimos (ex.: Pronaf custeio).O risco é grande, pois todos os investimentos são feitos sem que haja garantia de safra. Se há veranicos em épocas críticas do desenvolvimento da planta ou excesso de chuvas, toda produção pode ser perdida. Nesses casos o produtor não só deixa de ganhar com a safra, como observa seus investimentos tornarem-se dívidas e prejuízos. Quanto mais avançado estiver o ciclo quando ocorrer a quebra da safra, maior o prejuízo. O pior tipo de quebra de é aquela que ocorre próximas a colheita, quando grande parte dos investimentos já foi feita. Nesse caso, os únicos custos que podem ser controlados são os que seriam gastos na colheita e no escoamento.

O segundo fator influenciado pelo clima é o preços de venda pago pelo mercado pelos gêneros agrícolas. Este fator tem rebatimento direto na rentabilidade e lucratividade da agricultura. Em anos de chuvas abundantes, a oferta de produtor é grande e os preços muito baixos. No sítio Lagoa dos Paulinos (Salitre/CE), por exemplo, os entrevistados

relataram que a safra da fava de 2011 foi tão abundante e os preços tão baixos que, como medida adaptativa, eles optaram por não colhê-la, pois os custos envolvidos na colheita não compensavam o retorno com a venda. Nesse caso, a safra foi abandonadas nos roçados, estragando-se ou sendo consumida pelos animais. Em contraste, em anos de seca extrema, como 2012, o preço da fava subiu 2.500%, tornando a venda de qualquer quantidade uma pequena fortuna para os padrões da região (Tabela 39).

Tabela 39 - Preços pago pelos principais gêneros agrícolas cultivados em Salitre na safra de 2011 e de 2012

Produto	Preço de mercado de gêneros agrícolas em Salitre		
	Safra 2011 (chuvas regulares)	Safra 2013 (seca extrema)	Aumento (2013/2011)
Fava (saca 60kg)	R\$ 40	R\$ 1.000	2.400%
Milho (saca 60 Kg)	R\$ 30	R\$ 60	100%
Feijão (saca 60 Kg)	R\$ 65	R\$ 360	450%
Farinha (saca 60Kg)	R\$ 25-35	R\$ 180	500%
Mandioca (tonelada)	R\$ 250	R\$ 500	200%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Neste ponto, a pesquisa de campo revelou três contextos de impacto muito diferentes na safra de 2012. Primeiro, houve aqueles produtores para os quais a seca foi uma oportunidade. Apesar de perderem produtividade e área colhida, geraram excedente substancial, que, com a alta dos preços, aumentaram o valor de venda da safra de 2012 em relação à de 2011. Um segundo contexto observado foi o de produtores que conseguiram algum excedente para venda, mas reduziram seu valor de venda, mesmo com a alta dos preços. Por fim, há o contexto dos produtores que não produziram excedente e, portanto, não obtiveram renda nenhuma com a atividade (Tabela 40).

Tabela 40 - Tipologias de impacto observada na seca extrema de 2012 para milho, feijão e fava no município de Salitre

Tipologias de impacto	Descrição	Frequência na amostra		
		milho	feijão	fava
Oportunidade (aumento do valor de venda)	Agricultores que potencialmente conseguiram se beneficiar do aumento do preço dos gêneros agrícolas em 2012, obtendo valor de venda superior aquele em anos de chuvas regulares	6%	22%	0%
Perda de lucratividade (perda de valor de venda)	Agricultores que colheram algum excedente de safra, mas que, se vendessem, obteriam valor de venda inferior aquele recebido em anos de chuvas regulares	22%	33%	0%
Prejuízo (não venda)	Agricultores sem excedentes para venda: perderam toda safra ou a safra foi suficiente apenas para o autoconsumo	72%	45%	0%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Ao tentar entender o que determina um contexto de oportunidade ou de prejuízo, os produtores entrevistados deram algumas pistas. De acordo com alguns, mesmo a seca tendo sido severa para todos os produtores, aqueles com áreas de cultivo relativamente

extensas para os padrões da região sofreram menos impactos negativos e, eventualmente, aproveitaram as oportunidades oferecidas pela elevação dos preços. Um produtor de Sertão afirmou:

Quem tem terra maior e pode pôr 8, 11, 15 tarefas, tirou alguma coisa. Mas ano passado (2012) ninguém tirou nada. Quem tirou 2 sacas de feijão, foi muito (produtor de Sertão, Salitre/CE)

Contudo, a análise da amostra Salitre sugere uma relação mais complexa entre área e valor de venda durante a seca de 2012. No caso do feijão, nenhum dos produtores com as maiores áreas cultivadas da amostra (maior que 3ha) teve condições de se beneficiar com a alta dos preços de 2012. Ao contrário, a maior parte deles não teve produção, enquanto o restante teve valor de venda menor que em 2011 (Gráfico 38).

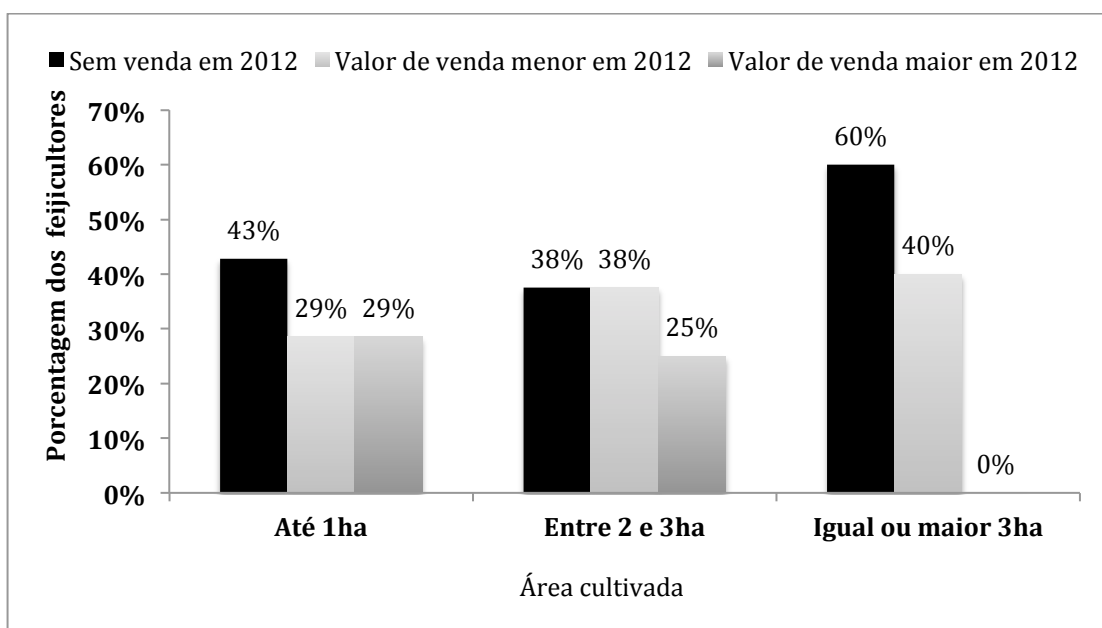


Gráfico 38- Tipos de impacto da seca de 2012 na venda da produção de feijão no município de Salitre, segundo a área cultivada.

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Contudo, os resultados não significam que a percepção dos produtores está equivocada. Primeiro porque, a amostra é muito pequena para que correlações e generalizações sejam feitas. Segundo, porque, durante a pesquisa qualitativa, grandes feijicultores foram entrevistados, cujo valor de venda em 2012 foi muito superior ao obtido em 2011 (Tabela 41).

Tabela 41 - Parâmetros agrícolas e econômicos de um feijicultor familiar de grande porte de área de *Sertão* de Salitre na safra de 2011 e de 2012.

Parâmetros	2011	2012
Área plantada (ha)	3,6	3,6
Produtividade (sacas/ha)	8,3	4,2
Produção (sacas)	30	15
Preço da saca 60 Kg (R\$)	65	360
Valor da venda (R\$)	1.950	5.400

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

A área cultivada influencia, mas não é o único determinante no sucesso da renda obtida com a comercialização da produção agrícola. O impacto na relação entre queda da produtividade e inflação dos preços também mostra-se fundamental. Se o preço da saca de feijão subiu cerca de 5 vezes em 2012 em relação à 2011, a seca foi uma oportunidade para aqueles que tiveram a produtividade de feijão reduzida em até 1/5 (80%). Quedas de produtividade maiores, implicam em prejuízos (valores de venda menores que 2011). Quedas de produtividade menores, oportunidade (Tabela 42).

Tabela 42 - Comparação do valor da renda bruta obtida com a venda da produção na safra de 2012 e na safra de 2011 para 9 feijicultores que potencialmente se beneficiaram com a elevação de preços do produto (A-I) e 4 que tiveram prejuízo relativo (J-M)

Feijicultor	Área (ha)	Queda na produtividade (2012/2011)	Renda Bruta 2011 (R\$)	Renda Bruta 2012 (R\$)	Ganho de renda (2012/2011)
A	0,7	0%	260	1.440	+ 554%
B	0,7	40%	650	2.160	+ 332%
C	1,0	40%	975	3.240	+ 332%
D	2,3	50%	2.730	7.560	+ 277%
E	0,7	60%	650	1.440	+ 222%
F	0,3	75%	130	180	+ 138%
G	1,3	75%	780	1.080	+ 138%
H	1,3	75%	1.040	1.440	+ 138%
I	0,5	80%	341	378	+ 111%
82% foi o limite da queda da produtividade do feijão que separou um contexto de oportunidade de um de prejuízos para o município de Salitre em 2012 em relação à 2011. O valor foi calculado levando em consideração o aumento de cerca de 5 vezes do preço do Kg do cultivar entre as safras de 2011 (R\$ 1,08/Kg) e 2012 (R\$ 6,08/Kg)					
J	1,0	83%	585	540	- 8%
K	1,7	87%	4.875	3.600	- 26%
L	0,7	90%	975	540	- 45%
M	11,0	90%	12.870	7.128	- 45%

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Cabe destacar que os dados acima mostram os produtores que potencialmente teriam se beneficiado caso tivessem vendido toda sua produção, o que não implica que essa decisão tenha sido tomada. A pesquisa qualitativa revelou que parte substancial dos produtores que conseguiram alguma produção optou por guardar sua produção para autoconsumo, especialmente os com baixo volume de produção, visto que o custo da cesta básica subiu bastante. Outros, de fato, viram na seca oportunidade e resolveram vender a sua produção.

Aqui entra o terceiro fator que diferencia oportunidade de prejuízo em uma seca como a de 2012: a prioridade dada pelo produtor e família no destino da produção excedente, manifestada no balanço entre mercado e autoconsumo. Nesse sentido, a demanda interna doméstica e do estabelecimento (animais) irá determinar o quanto da produção agrícola é excedente e que, portanto, pode ser vendida a preços elevados (Figura 27).

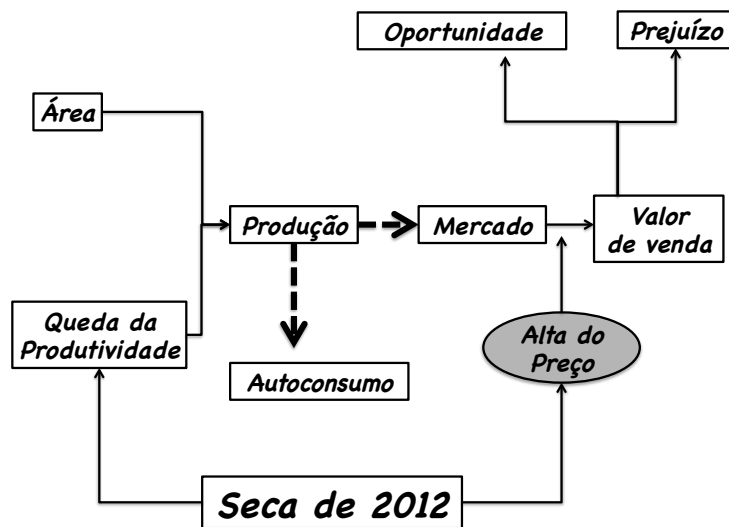


Figura 27 Cadeia de relações que determinam se uma seca extrema representa oportunidade ou prejuízo no que tange o valor de venda da produção agrícola. As setas tracejadas apontam o destino da produção: autoconsumo e venda. O balanço entre ambos determina se há excedente para ser comercializado e se esta comercialização é uma oportunidade ou prejuízo em relação a anos de chuvas adequadas
 Fonte: elaborado pelo autor

Contrastando com a realidade de sequeiro, a agricultura irrigada tem seus parâmetros produtivos finamente regulados, visando a otimização da produção. Os altos custos de operação só se justificam em um contexto no qual o lucro é objetivo final da atividade. O aporte regular de água torna os esquemas irrigados relativamente pouco sensíveis às variações no regime de chuvas, mas muito sensível às oscilações de mercado. Em anos com preços bons, a lucratividade e a rentabilidade da atividade é elevada. É o caso da mangicultura, atividade realizada por grande parte dos colonos considerados agricultores familiares no perímetros irrigados de Juazeiro (BA). Apesar dos altos custos, a atividade dá um bom retorno para os padrões da agricultura familiar (Tabela 43).

Tabela 43 - Lucro, rentabilidade e lucratividade da mangicultura irrigada em perímetros de irrigação no município de Juazeiro/BA

Parâmetros da agricultura de irrigação	Valor (julho de 2011)
Custo de implementação (sistema por sulco)	R\$ 2.500/ha
Custo de manutenção	R\$ 9.200/ha
Produtividade média	25.000 Kg/ha
Preço	R\$ 0,65/Kg
Valor de Venda	R\$ 16.000/ha
Lucro	R\$ 4.300/ha
Rentabilidade	37%
Lucratividade	27%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Considerando que os colonos cultivam em média entre 4ha e 5ha de manga, o lucro atinge valores entre R\$ 17.200 e R\$ 21.500/produtor/ano. Registrou-se índices produtivos mais elevados (35 toneladas/ha) e relatos de que os preços podem chegar a R\$ 0,80-1,20/Kg. Nesses casos, o produtor auferiu lucros que superam os R\$ 50 mil/ano. Não há dúvidas de que - comparativamente à agricultura de sequeiro - a rentabilidade, a

lucratividade e o lucro da agricultura irrigada são muito mais elevadas. Contudo, por ser intensiva em recursos ambientais (água e solo), energia, infraestrutura e insumos agrícolas (fertilizantes e agrotóxicos), a irrigação não é acessível a parte majoritária dos produtores rurais familiares do Semiárido.

Já a apicultura - facilmente acessível aos estabelecimentos de sequeiro - destaca-se pela elevada rentabilidade e lucratividade quando comparada às demais atividades rurais. Com a tecnologia adequada e o manejo correto, a lucratividade da apicultura pode ultrapassar os 60% (FREITAS *et al*, 2004) (Tabela 44).

Tabela 44 - Produção de mel, renda bruta e renda líquida de dez apicultores entrevistados no estudo de caso do Ceará e Bahia, considerando rentabilidade de 60% e os dados de produção e preço colhidos em campo.

Produtor	Produção de mel (Kg/ano)	Renda bruta (R\$/ano)	Renda Líquida (R\$/ano)	Estudo de caso
A	6.250	43.750	25.813	Ceará
B	5.680	39.760	23.458	Bahia
C	1.420	9.940	5.865	
D	994	6.958	4.105	
E	392	2.744	1.619	Ceará
F	355	2.485	1.466	Bahia
G	142	994	586	
H	142	994	586	
I	114	798	471	
J	71	497	293	
Média	1.556	10.892	6.426	-

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Esse retorno é amplamente percebido pelos apicultores familiares entrevistados. Todos foram unânimes em reconhecer na atividade uma fonte interessante de renda complementar àquela produzida pelas outras atividades do estabelecimento:

A apicultura é uma coisa que se faz com menos trabalho, menos despesa, menos mão de obra. Eu acredito que um dos melhores produtos que nós temos (apicultor de Casa Nova/BA)

Apesar do ciclo ser curto, a apicultura produz muito mais que a agricultura. Mesmo com pouca chuva, as abelhas são capazes de produzir. Já a agricultura não (apicultor de Remanso/BA)

Comecei na roça, mas se você põem na ponta do lápis, a gente desiste diante dos custos. A apicultura é muito mais lucrativa que a roça. Eu fiz um estudo junto com a Ematerce comparando mandiocultura e apicultura. A mandiocultura leva 2 anos para produzir e ter retorno. Com 2 anos o agricultor terá um gasto com 8 limpas, além dos custos com “tombação” e “arrançamento”. Quando ele tirar os custos, ele perdeu um ano em comparação com a apicultura. (apicultor de Salitre/CE)

Se eu tivesse com 50 caixas, sou muito mais a apicultura que a roça. A roça é só para a manutenção. (apicultor de Salitre/CE)

Quanto à pecuária de corte, as informações foram muito escassas para avaliar quantitativamente a rentabilidade e a lucratividade da atividade. Tudo indica que, a

semelhança da pecuária leiteira, frequentemente os custos superam o retorno financeiro. Nesses casos, a manutenção dos rebanhos se justifica pela importância cultural e socioeconômica que a atividade tem para o sertanejo: relevância na segurança alimentar, *status* e seu papel como poupança viva. No estudo de caso da Bahia, por exemplo, o preço pago pelos atravessadores ao produtor era entre R\$ 7 e R\$ 10 por quilo de carne de cabra ou ovelha. Os baixos índices de produtividade dos rebanhos da região e a pequena escala de produção sugerem valores de venda pouco substanciais (Quadro 61).

Parâmetros	Descrição
Preço	R\$ 7-10/Kg. Varia ao longo do ano. Devido a alta procura, mantém-se elevados até a semana santa. Depois caem até o início do segundo semestre, quando a baixa oferta de animais durante a estiagem aumenta os preços novamente
Peso médio	12Kg na idade de abate (animal <i>SRD</i> e criação extensiva)
Valor de venda	R\$ 84-120/animal
Custos operacionais	Construção de cerca, ração, carradas de água, vermifugação, vacinação, escoamento

Quadro 61 - Descrição dos custos, preço médio, peso médio e valor de venda por cabeça para caprinovinocultura no estudo de caso da Bahia
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Considerando os custos operacionais (ração, vacinação, vermifugação) e investimentos, como construção de cercas, é muito razoável supor rentabilidades e lucratividades negativas como realidade da pecuária familiar extensiva. Os atores institucionais entrevistados corroboraram essa conclusão. Um agente financeiro do Pronaf relatou o seguinte.

“Caprinovinocultura não dá sustentabilidade. O produtor faz um Pronaf de R\$ 12 mil e põem 25 cabeças de caprinos. Essas, quando vendidas, geram R\$ 2.500. Como ele vai pagar o empréstimo?” (agente financeiro do BNB, estudo de caso da Bahia)

Assim como na agricultura, observou-se uma influência do clima na oscilação dos preços pagos na pecuária. Parte da oscilação se deve às variações na demanda, que aumenta bastante em anos de seca extrema, visto a elevada mortalidade animal e redução da oferta de carne. Contudo, dificilmente representa uma oportunidade de ganhos maiores, pois a perda de peso dos animais - devido a redução alimentar durante a estiagem - e o aumento dos custos operacionais, reduziram a lucratividade e rentabilidade em 2012.

Adaptações e capacidade adaptativa: ajustes do produtor na renda agropecuária:

As adaptações mais óbvias na renda agropecuária consistem em ajustes nos subsistemas produtivos, reduzindo sensibilidades climáticas da produtividade e da produção. Tais ajustes foram descritos no capítulo 5 e 6. Entretanto, quando não é possível evitar ou acomodar os impactos nos subsistemas agropecuários, as alternativas adaptativas para acomodar os impactos devem ser empreendidas no próprio subsistema econômico familiar. Um primeiro conjunto de adaptações consiste em ajustes nos custos operacionais e

nos investimentos necessários para a manutenção dos subsistemas produtivos. A venda de animais, por exemplo, visa reduzir custos operacionais em anos de seca extrema e levantar recursos para investimento. Se por um lado não evita os prejuízos, por outro ameniza a magnitude do prejuízo. Na agricultura, a opção por não colher a safra em anos de preços muito baixos também é uma estratégia de redução das despesas com mão-de-obra quando o produtor avalia que os custos não compensam o retorno financeiro.

Um segundo conjunto de ajustes consiste em buscar preços melhores para seus produtos, aumentando a lucratividade da atividade. A armazenagem da produção é uma estratégia adaptativa que vai nesse sentido. Em Salitre, observou-se que alguns donos de casa de farinha e grandes mandiocultores compraram, no início da seca de 2012, os roçados de mandioca, ainda no pé, de médios e pequenos produtores. Em vez de colher durante a safra do meio do ano, como esperado, eles deixaram as batatas de baixo da terra na expectativa de que a escassez de mandioca que anteviam para o final do ano alavancaria os preços e aumentaria significativamente o lucro. Esse fato veio a se confirmar. Ao mesmo tempo, o controle de grandes áreas por poucos produtores permite a esses manipularem o preço de mercado da mandioca, potencializando seus lucros. Essa estratégia não é possível para o pequeno produtor que, sem capital de giro ou reservas financeiras desde o início da seca, não pode abrir mão de colher os seus roçados e vender para levantar recursos, independente do preço pago no momento da venda. Esse é um claro exemplo de como diferença de áreas cultivadas é um fator chave na capacidade adaptativa em anos de eventos extremos.

Com planejamento, recursos e sorte, a estocagem pode render um bom retorno em escalas temporais mais amplas. Alguns produtores do *Sertão* de Salitre destacaram o potencial da estocagem entre safras consecutivas. Como exemplo, o caso de um grande produtor, para os padrões da região, foi dado. Ele aproveitou o excedente da boa safra de 2011 e armazenou 100 sacas de fava, que na época da colheita, se vendidas, renderiam no total R\$ 400. Ao optar por estocar e vender em 2012, o produtor obteve retorno de R\$ 6.500 pelas 100 sacas. Contudo, a estocagem de quantidades tão elevadas é viável apenas para os agricultores com mais condições financeira, visto que a estrutura de armazenamento adequado e escala de produção exigem investimentos pouco acessíveis a grande maioria dos produtores rurais familiares pesquisados.

O beneficiamento da produção é outra estratégia adaptativa importante. Primeiro, porque o processo de beneficiamento resulta, geralmente, em derivados com prazo de validade maiores que o produto bruto. É o caso da batata da mandioca que *in natura* se estraga rapidamente, mas na forma de farinha pode ser estocada por muito tempo. O mesmo vale para o Umbu. *In natura*, tem que ser comercializado após a colheita, mas se transformado em compotas, polpas, doces e geleias permite serem guardados para venda

futura. Segundo, porque o beneficiamento agrega valor ao produto, aumentando a rentabilidade e o lucro por unidade produzida. Portanto, a possibilidade de estocar aumenta significativa a capacidade adaptativa da renda agropecuária em contextos nos quais incertezas climáticas e incertezas de mercado somam-se na determinação da vulnerabilidade do subsistema econômico familiar.

Adaptações e capacidade adaptativa: Intervenção do Estado na adaptação da renda agropecuária

O Estado tem papel importante na paisagem adaptativa da renda agropecuária familiar. Um conjunto de políticas, programas e ações vêm criando contextos mais estáveis para venda ou dando suporte em anos de extremo climático. Destaque para o papel da Conab (Companhia Nacional de Abastecimento). A instituição compra, estoca e disponibiliza produtos agrícolas, de acordo com a oferta e procura, controlando assim os preços. Apesar das flutuações serem determinadas pelas leis de mercado, a Conab pode influenciar na amplitude da oscilação, tornando os extremos de alta e baixa mais suaves.

O mercado governamental também é um importante destino da produção familiar rural. O PAA (Programa de Aquisição de Alimentos) e o PNAE (Programa Nacional da Alimentação Escolar) constituem duas iniciativas governamentais que fornecem ao produtor familiar mercado a preços tabelados. No PAA, o comprador é o Estado, que destina a compra para hospitais, presídios creches e escolas dos municípios beneficiados. A existência de um contrato de compra/venda e o preço tabelado fornece um contexto de comercialização certo e estável ao produtor, independente da variabilidade do clima. No caso do PNAE, o produtor tem um contrato com a escola e se compromete a entregar periodicamente determinados produtos diretamente na instituição de ensino.

Em anos nos quais a oferta agrícola é muito grande, tais programas costumam pagar preços melhores do que os pagos pelo mercado. Em contrapartida, em anos com baixa oferta (como 2012), os preços praticados pelo mercado costumam ser maiores do que os da tabela do governo. Nesses casos, o produtor, muitas vezes, opta por vender diretamente ao consumidor ou mesmo a um intermediário caso a diferença de preço compense. O potencial destes programas é muito grande, visto que mercado é um dos principais gargalos da produção rural familiar. Produtos como mel, goma, caprinos, leite, bolo, tapioca, doces, milho, macaxeira, entre outros foram alguns dos produtos identificados em campo com destino os dois programas.

Nos estudos de caso da Bahia e do Ceará, tanto o PAA quanto o PNAE foram bem avaliados pelos produtores e atores institucionais. Porém, em termos absolutos, beneficiam apenas uma pequena fração das famílias rurais. Na Bahia, o questionário foi ineficiente em capturar a relevância do programa na amostra, visto que não havia uma pergunta específica

sobre o tema. Apenas três informantes (1% da amostra) disseram, de forma espontânea, que vendiam para o PAA ou PNAE. Esse número provavelmente está subestimado, pois as entrevistas qualitativas revelaram que parte da produção segue para o PAA ou PNAE via cooperativas e associações comunitárias, mesmo os produtores não tendo clareza desse destino.

Já em Salitre, onde uma pergunta específica foi incluída no questionário, nenhum produtor respondeu participar dos programas. Porém, segundo a responsável pelo posto avançado do PAA no município, em 2012, foram 25 cadastrados. Soma-se a esses 35 cadastrados no PNAE, totalizando 60 produtores participantes de programas de compra da produção familiar pelo governo. Apesar de importante fonte de renda para os beneficiados, o PAA e o PNAE abrangem apenas 3% dos produtores familiares do município. O ano de 2012 foi o primeiro em que Salitre participou do PAA, de modo que ainda é cedo para avaliar a efetividade da política. De todo modo foi relatado que, diante da seca, alguns produtores se sentiram desestimulados em participar do programa. Dos 25 cadastrados em 2012, 3 desistiram por causa da estiagem. O programa também foi afetado porque parte dos cadastrados não teve condições de fornecer a mercadoria devido a quebra da safra ou falta de matéria prima para beneficiamento da produção. Foi o caso de uma produtora da *Serra de Salitre* entrevistada. Com a seca, sua comunidade ficou sem água. Inviabilizando a produção de goma que vendiam para o PAA.

Outra ação governamental que se mostrou importante na adaptação da renda foi o Garantia Safra, uma ação do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) que disponibilizou, em 2012, R\$ 680,00 para cada segurado nos municípios que tiveram perdas agrícolas de mais de 50% da produção em razão de estiagens ou excesso de chuvas. Os custos do seguro são compartilhados entre produtor, município, estado e governo federal, cada qual contribuindo com uma parcela, sendo a do produtor a menor. Os recursos não são liberados pelo governo segundo impactos individuais, mas sim quando é constatado perdas de 50% da produção agrícola em nível de município. Isso gera algumas distorções como o estudo de caso de Salitre demonstrou. A produção do município tem por base a mandiocultura, espécie que, como já discutido, é bastante resistente à seca. Dentro da variabilidade climática e secas moderadas, sofre pouco impacto quando comparada com as culturas de *Sertão*, especialmente o milho. Nesse sentido, há anos em que o déficit pluviométrico leva a quebra das safras de milho e feijão no *Sertão*, porém afeta pouco os produtores de mandioca da *Serra*, de modo que as perdas não chegam aos 50% necessários para que o seguro seja liberado para o município. Alguns produtores das áreas de *Sertão* expressaram, durante as entrevistas, indignação com esse contexto. Um dos entrevistados deixou escapar a alcunha dada pelos produtores de *Sertão* aos mandiocultores: “*malditos da Serra*”.

Entretanto, a despeito da alta resistência à seca, a mandiocultura foi duramente afetada em 2012, liberando o *Garantia Safra*, que foi chave para amenizar os impactos da renda agropecuária daqueles cadastrados (Tabela 45).

Tabela 45 - Frequência de produtores na amostra que receberam garantia safra em 2012 e o número de produtores cadastrados no garantia safra no sistema da Ematerce para a safra 2012/2013

Variável	Frequência na amostra de Salitre (n=38)	Cadastrados no sistema da Ematerce para a safra 2012/2013
Recebe Garantia Safra	60,5%	2.700

Fonte: pesquisa de Campo, 2013; EMATERCE Salitre, 2013

Se por um lado o valor pago de R\$ 680 é inferior ao que potencialmente seria obtido com a venda da produção agrícola, o Garantia Safra ajuda a reduzir os prejuízos e compensar os investimentos feitos nas culturas antes que a safra fosse dada como perdida. No estudo de caso da Bahia, verificou-se que o seguro também é uma política relevante, sendo mencionada espontaneamente por alguns dos entrevistados. Porém, não foi explorada nos questionários e nem nas entrevistas qualitativas, de modo que uma discussão sobre a sua relevância carece de mais informações. A Figura 28 sintetiza a formação da renda oriunda da agropecuária familiar em anos de seca pluviométrica extrema, explicitando os pontos de intervenção adaptativa discutidas acima.

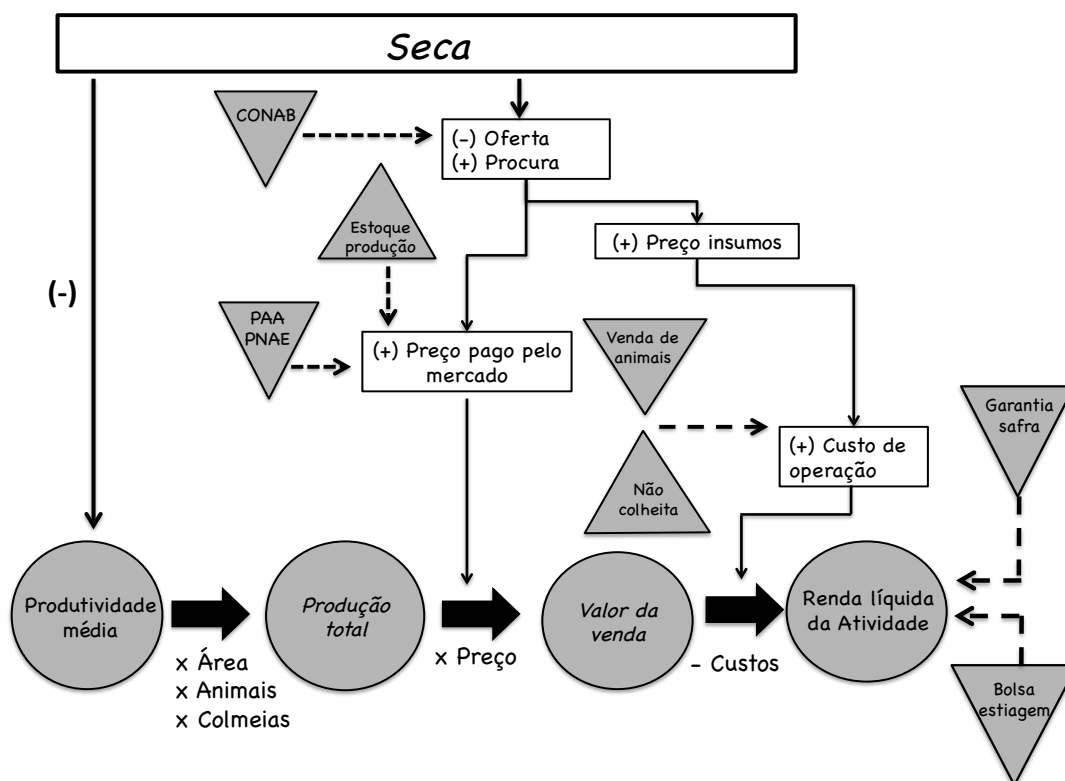


Figura 28 Impactos e adaptações à seca do subsistema renda agropecuária para uma atividade genérica. Os **círculos cheios** representam a cadeia de formação da renda líquida agropecuária. Os **retângulos** são as variáveis externas ao estabelecimento que interferem na formação do preço. **Setas cheias**: impacto; (+): aumento; (-): redução. Os **triângulos** são algumas das estratégias adaptativas identificadas. **Setas tracejadas**: ponto de intervenção adaptativa.

Fonte: elaborado pelo autor

7.1.2 Renda externa ao estabelecimento rural

As atividades agropecuárias dentro do estabelecimento dificilmente são as únicas fontes de renda do produtor familiar. Geralmente, as populações rurais congregam o trabalho na roça com outros tipos de trabalho na área rural e urbana. O termo **pluriatividade** é empregado para descrever este contexto diverso de meios de subsistência que os produtores rurais e suas famílias lançam mão para compor sua renda (JERVELL, 1999). Somam-se a isso, os programas de transferência de renda, que aportam recursos substanciais no meio rural estudado. A pesquisa de campo revela que fontes externas de renda é a realidade dos predominante nos estudos de caso (Gráfico 39).

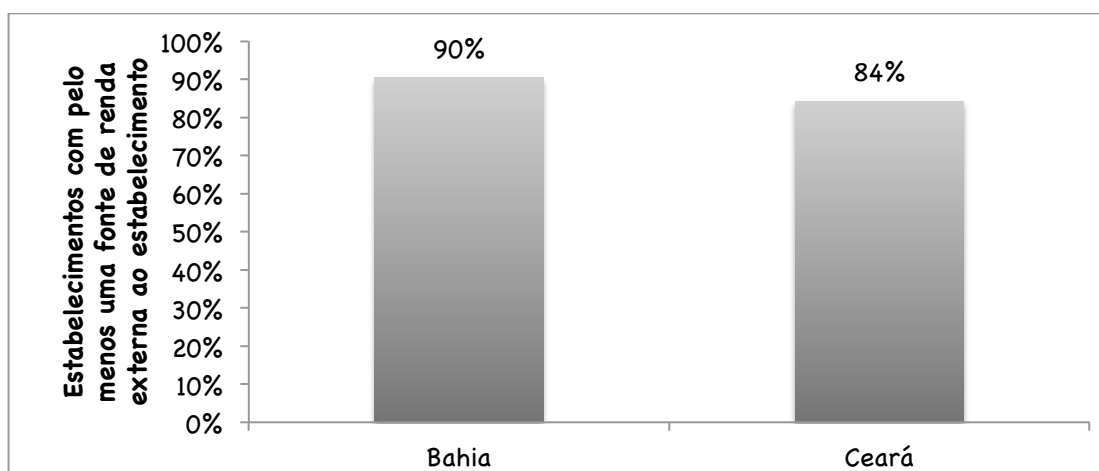


Gráfico 39- Percentagens de estabelecimentos familiares da amostra Bahia (n=250) e Ceará (Salitre) (n=38) que relataram ter pelo menos uma fonte de renda externa ao estabelecimento agropecuário.
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Na zona rural, atividades fora do estabelecimento familiar abrangem um repertório bem amplo. O mais comum é o trabalho como diarista⁶⁴ nos roçados dos vizinhos ou em outras regiões do município. O serviço prestado nas diárias consiste na ajuda com a preparação do solo para o plantio, na *limpa* e na colheita. A contratação é informal e a diária paga variou entre R\$ 20-30 nos estudos de caso. Além do pagamento, o diarista ganha uma refeição. Este tipo de serviço concentra-se durante a estação chuvosa, quando alguns produtores relataram prestar diárias em média de 2 à 3 vezes por semana. Após a colheita, as diárias tornam-se mais escassas. Diárias também comuns na apicultura, na qual ajudantes são contratados durante a coleta de mel e transporte das melgueiras até as casas de mel.

A agropecuária também emprega muitas pessoas indiretamente ao longo da sua cadeia produtiva. Em Salitre, estima-se que mais de uma centena de fábricas de farinha artesanais e algumas industriais empregavam, informalmente, várias centenas, talvez mais de milhar de pessoas. Na maior fábrica visitada no município, trabalhavam entre 40 e 50

⁶⁴ Na comunidade quilombola do sítio Arapuca (Salitre), os produtores empregavam o termo “*trabalhar de alugado*” para se referir ao trabalho como diarista. Porém, de modo geral, os termos diárias e diaristas foram usados em ambos os estudos de caso

funcionários, entre temporários e permanentes. Em sua maioria, eram mulheres que trabalhavam descascando mandioca. Crianças também foram frequentemente observadas trabalhando junto às mães na raspagem da mandioca. O valor do pagamento era, em janeiro de 2013, entre R\$ 1,5-2,0 por *cassuá* de batata descascada (equivalente a meio tonel de 200L ou 1h de trabalho). Os trabalhos são temporários, concentrando-se nos meses da safra da mandioca (junho/julho e dezembro/janeiro). No restante do ano, o volume de trabalho diminui. As fábricas de farinha também possuem funcionários permanentes, geralmente homens, que trabalham na prensagem, torragem e embalagem da farinha. A cadeia produtiva da mandioca também demanda motoristas de caminhão, que fazem o transporte das *batatas* entre as lavouras e as fábricas, assim como empacotadores, empregados na única fábrica de embalagens do município.

Já no estudo de caso da Bahia, o beneficiamento de frutas exóticas e nativas da Caatinga era fonte de emprego e renda em algumas das comunidades visitadas. Em Uauá, a *Cooperativa de Agropecuária Familiar de Canudos Uauá e Curaçá* (COPERCUC) empregava em sua fábrica central e nas 19 mini-fábricas distribuídas pelo interior mais de uma centena de produtores, principalmente mulheres, envolvidas no beneficiamento do Umbu e de outras frutas (ex.: manga, maracujá-da-caatinga, goiaba). Mini-fábricas de beneficiamento de frutas também foram observadas em Remanso e Casa Nova. Neste último, a associação da fazenda Santarém é exemplo de como é possível agregar valor à produção local. A associação possuía uma casa de mel, uma casa de farinha e uma mini-fábrica de doces e geleias, que, além de beneficiar a produção local, empregava parte da comunidade.

Serviços não-agrícolas também despontam como fonte de renda importante no Semiárido rural. Muitos produtores familiares são tratoristas, pipeiros, motoristas de carros de linha (*proprietários de automóveis que fazem o trajeto zona rural-sede*), entre outros. O serviço de pedreiro também ganhou relevância crescente a partir do início da década 2000. Um dos principais responsáveis foi o programa P1MC (Programa 1 Milhão de Cisternas), que usa mão de obra local na construção das cisternas de placas. Alguns dos produtores entrevistados se especializaram como pedreiros de cisternas. Em Remanso, foi possível acompanhar a distribuição de material para construção de 10 cisternas. O pedreiro responsável era um produtor rural local e que dividida o cotidiano da roça com a construção de cisternas. Já em Juazeiro (BA), em uma entrevista não-estruturada, um produtor afirmou que a 3 meses viajava pelo interior dos municípios da região trabalhando como pedreiro na construção de cisternas.

Na sua execução, o P1MC prevê a capacitação de pedreiros do próprio município. Em Salitre, por exemplo, o responsável na prefeitura pelo P1MC relatou ter capacitado via o programa cerca de 40 pedreiros em 2011. Este é um legado importante, pois essa mão de

obra encontra demanda crescente no aquecimento da construção civil local, que vem sendo impulsionada pelo aumento da capacidade econômica das famílias e por programas de infraestrutura governamentais (Minha Casa, Minha Vida; Luz para todos). As casas de taipa vem dando lugar às de alvenaria e fomentando um ainda incipiente, porém em franca expansão, mercado de serviços rurais. Apesar de pontuais, estes serviços vem constituindo mais uma fonte de renda para o produtor rural, especialmente nos aglomerados rurais que transitam de sítios de casas esparsas para um formato mais urbanizado de vilas e distritos rurais. Soma-se a isso a demanda por mão-de-obra em grandes obras públicas que estavam sendo executadas em alguns dos municípios visitados. Essas obras empregam um contingente significativo de produtores locais, porém de forma temporária. No estudo de caso do Ceará, as obras da ferrovia *Transnordestina* (em andamento) e da transposição do Rio São Francisco (paralisada) empregava produtores familiares nos municípios de *Missão Velha* e *Mauriti*, respectivamente.

Há também uma proliferação de pequenos negócios na zona rural, notadamente mercadinhos e bares, nos quais é possível encontrar produtos industrializados diversos. Estes micro-empresendimentos rurais vêm sendo notadamente estimulados pelo programas de transferência de renda (bolsa família e aposentadorias) e programas de infraestrutura, como o *Luz para Todos*. De forma mais intensa, o crescimento das áreas urbanas locais vem fomentando o setor de serviços e comércio que atraem parte da população rural para a sedes municipal e dos distritos. Não raro, os produtores entrevistados, em ambos estudos de caso, possuíam uma casa na zona rural, onde mantinham roçados e rebanhos aos cuidados de parentes, e outra casa na zona urbana, onde tem um pequeno negócios ou empregam-se no comércio local. No estudo de caso da Bahia, observou-se contextos nos quais os filhos e netos moram na sede para estudar, enquanto os pais e avós transitam entre a zona rural e urbana. Ao se formarem, os jovens costumam se estabelecer na zona urbana, apesar de manterem o forte vínculo com o rural.

Outra fonte de renda importante são as migrações sazonais e permanentes. Tanto no estudo de caso da Bahia quanto no do Ceará, 37% dos entrevistados tinham parentes próximos que realizaram algum tipo de migração, principalmente na busca por trabalho (Gráficos 40 e 41).

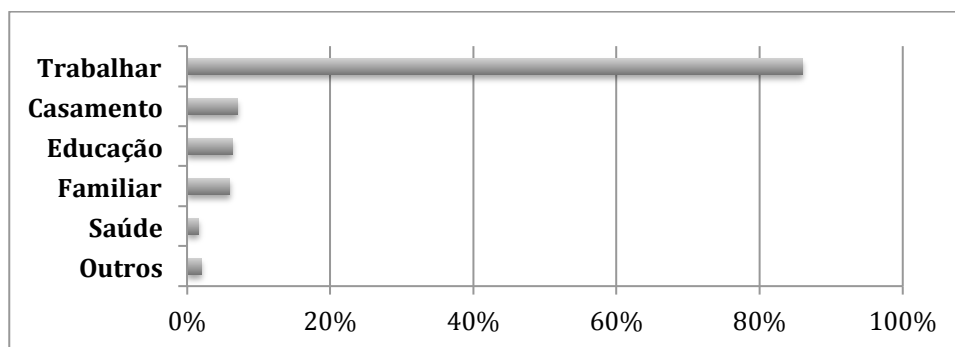


Gráfico 40- Motivação para migração (temporária e definitiva), segundo os entrevistados com familiares migrantes no estudo de caso da Bahia (n=92)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

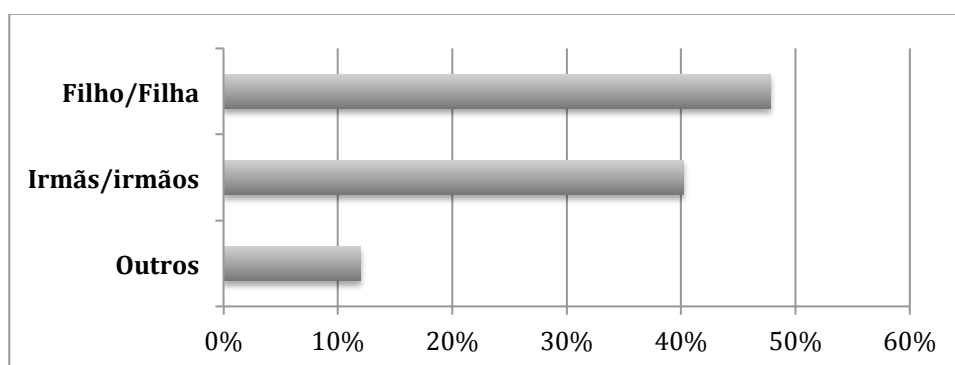


Gráfico 41- Grau de parentesco do migrante com o entrevistado, segundo aqueles do estudo de caso da Bahia que relatam ter parentes migrantes (n=92)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Um tipo de migração bastante comum é o deslocamento sazonal para trabalhar nas colheitas do centro sul do país. Esta dinâmica foi observada em ambos os estudos de caso. Em Salitre, alguns jovens e chefes de família seguiam para os estados de MG, GO, SP durante a estiagem para trabalhar na colheita da cana-de-açúcar, café, tomate e outros gêneros agrícolas. Finda as safras, retornavam aos municípios de origem, trazendo recursos que são usados tanto para investimentos no estabelecimento rural como para o conforto material. Um problema mencionado por alguns dos entrevistados é que, quando o trabalho no centro-sul envolve carteira assinada, o produtor perde o direito de requisitar a aposentadoria rural, uma das principais fontes de renda nessas regiões.

Há também migrações mais prolongadas ou definitivas para centros urbanos regionais (ex.: Juazeiro do Norte, Juazeiro, Petrolina), para a capital estadual ou cidades e capitais do centro-sul brasileiro. Os recursos trazidos na volta, e as remessas para os parentes que ficaram na zona rural do município de origem, constituem fonte importante de renda para muitas famílias. Nas migrações curtas (alguns anos), os migrantes são geralmente jovens sem perspectiva de emprego nos locais de origem e que se empregam na construção civil em São Paulo e outras cidades de médio e grande porte. Segundo os informantes, após juntarem algumas economias, os jovens voltam aos municípios de origem e frequentemente lá permanecem enquanto gastam o dinheiro (ex.: a compra de motos foi recorrentemente

citada). Um vez finda a poupança, retornam para os grandes centros, onde passam uma nova temporada trabalhando. Eventualmente, essas migrações por temporada se tornam definitivas. Observou-se que as migrações são mais intensas em anos ruins para a agropecuária familiar, como a seca de 2012.

Cidades paulistas de médio porte e São Paulo capital ainda são os destinos majoritários dos migrantes do estudo da Bahia⁶⁵. Cidades vizinhas ao município de origem e polos urbanos regionais, também foram destinos relatados com frequência pelos entrevistados. Capitais do centro-sul brasileiro e, em menor proporção, a capital do próprio estado de origem, também são destinos de parte dos migrantes (Tabela 46).

Tabela 46 - Destino dos familiares migrantes segundo os entrevistados no estudo de caso da Bahia (n=92)

Estudo de caso da Bahia			
Destino dos migrantes		Frequência (n=92)	Cidades mencionadas
São Paulo	Capital	51%	-
	Outra	7%	Ribeirão Preto; Mauá; Santos; Santo André
Polos urbanos regionais		10%	Petrolina (PE) e Juazeiro (BA)
Cidades Vizinhas		6%	Canudos (BA), Euclides da Cunha (BA), Sento Sé (BA), Campo Formoso (BA), São Raimundo Nonato (PI)
Capital do Estado (Salvador)		2%	-
Capital de Estado não nordestino		8%	Brasília, Rio de Janeiro, Florianópolis, Goiânia
Outros		5%	Cidades do interior baiano ou do interior de outros estados

Fonte: pesquisa de campo, 2013

A escolha do destino está associada à presença de conhecidos nos polos de imigração. Geralmente, estes são parentes pioneiros que, após se estabelecerem nos centros urbanos, trazem primos, irmãos e outros familiares. Isso ficou evidente nas entrevistas, as quais revelaram que cada grupo familiar e comunidade tem um destino de migração característico. Essa rede familiar com raízes em outras cidades e contextos urbanos é potencialmente uma rede de segurança econômica para os produtores familiares. As remessa periódica de dinheiro, comum entre parentes, ou a ajuda em situações emergenciais, são complementações importantes de renda, especialmente em anos de extremo climático, fortalecendo, assim, a capacidade adaptativa do produtor rural, como acomodar os impactos climáticos ou reunir recursos para investir na safra seguinte e na recuperação dos rebanhos.

⁶⁵ Optou-se por não apresentar os resultados de Salitre devido ao número de respostas válidas para esta pergunta ser muito pequena

Outra fonte de renda associada a deslocamentos temporários é o emprego no crediário. Ele foi particularmente relatado nas entrevistas de Missão Velha (CE), mas não implica ser exclusivo deste município. Os crediaristas são majoritariamente jovens que trabalham nos estados de Alagoas, Bahia e Pernambuco. A dinâmica dessa estratégia é peculiar. O ciclo de deslocamento é muito curto. Segundo os informantes, os crediaristas passam 20 dias trabalhando e durante 10 dias retornam aos sítios e comunidades do interior de Missão Velha, onde gastam o dinheiro. Um entrevistado estimou 3.000 o número de crediaristas com residência no município. Os recursos que trazem, dinamizam a economia local e complementam a renda familiar rural.

O emprego público e em instituições não-governamentais também são uma fonte de renda não-agrícola relevante para algumas famílias. Na zona rural, os cargos públicos mais comuns estão relacionados à educação e saúde, como agentes de saúde comunitários, professores, motoristas de ônibus escolar e vigia da escola. Mas há também aqueles que trabalham nas sedes municipais. Esse é um reflexo de dois processos ainda relativamente recentes no Semiárido nordestino. O primeiro, o processo de organização da sociedade civil em instituições locais com atuação política: sindicatos dos trabalhadores rurais e ONGs, que mantêm em seus quadros de funcionários produtores familiares ou pessoas com fortes raízes no setor. O segundo processo é a ascensão de representantes da produção rural familiar à máquina administrativa municipal. Em mais de um município pesquisado, a gestão da prefeitura e secretarias era exercida por produtores rurais, assim como seus familiares. Empregos formais públicos e em instituições da sociedade civil permite uma renda regular e relativamente elevada para os padrões do sertão nordestino. Porém, apenas uma parcela ínfima da população rural tem a oportunidade ou as condições necessárias para ocupar essas posições, de forma que, em termos de abrangência, são uma fonte insignificante.

Por fim, há os programas de transferência de renda, com destaque para o bolsa família e as aposentadorias rurais. Estes são as principais fontes de renda não-agrícolas da produção rural familiar observadas nos estudos de caso. Em alguns contextos familiares, eram a única fonte de renda significativa disponível. Amplamente representadas nas amostras, elas também aportam um volume regular e seguro de renda, que movimenta a economia da zona rural e, como ver-se-á a seguir, é chave na segurança alimentar das famílias. No estudo de caso da Bahia, verificou-se também a relevância do seguro defeso, pago pelo governo aos pescadores do Lago Sobradinho durante o período reprodutivo dos peixes (novembro à fevereiro), época na qual a atividade é proibida. O gráfico 42 explicita a pluriatividade discutida acima, indicando a frequência de cada fonte nas amostras estudadas.

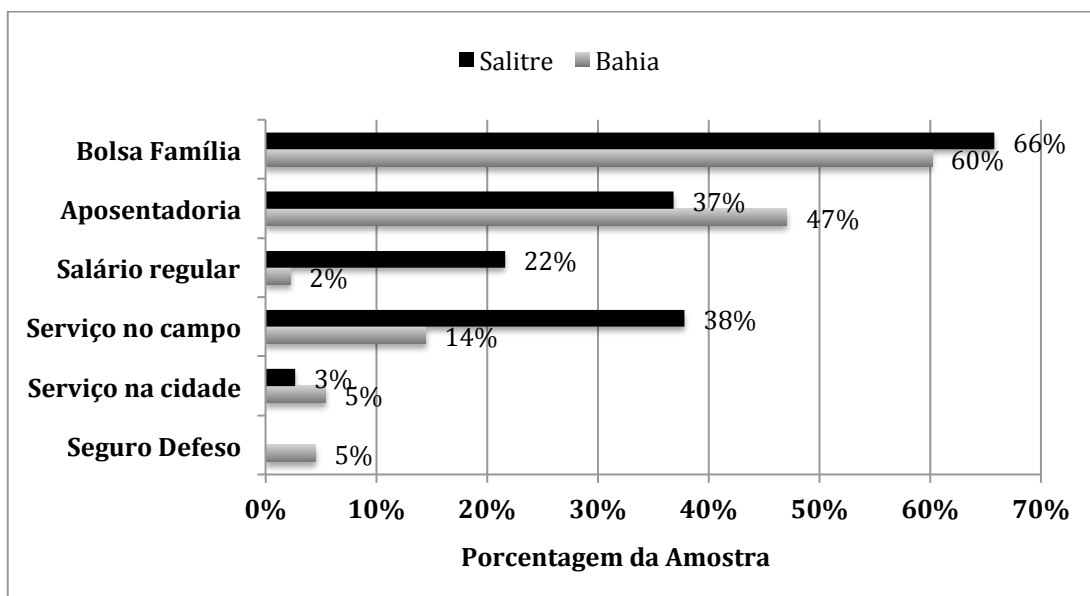


Gráfico 42- Frequência de fontes de rendas externas ao estabelecimento segundo os produtores entrevistados em Salitre (n=38) e Bahia (n= 250)
 Fonte: pesquisa de campo, 2011; 2013

O balanço entre a renda interna e a renda externa ao estabelecimento é uma *proxy* que pode ser usado para medir a vulnerabilidade climática da renda familiar. Esse tipo de informação foi obtido para o estudo de caso da Bahia (Gráfico 43). Os resultados mostram que, apesar das atividades agropecuárias comporem a principal ocupação dos produtores rurais familiares, elas não são a principal fonte de renda para a maior parte das famílias entrevistadas. A grande parte dos produtores apresentaram sistemas agropecuários de baixa produtividade e pouco mercantilizados, tornando-os, economicamente, dependentes dos programas de transferência de renda, principalmente aposentadorias (Gráfico 44). Sem os programas de transferência de renda, nas atuais condições tecnológicas que caracterizam a produção rural familiar, a renda familiar estaria em situação de elevada vulnerabilidade climática.

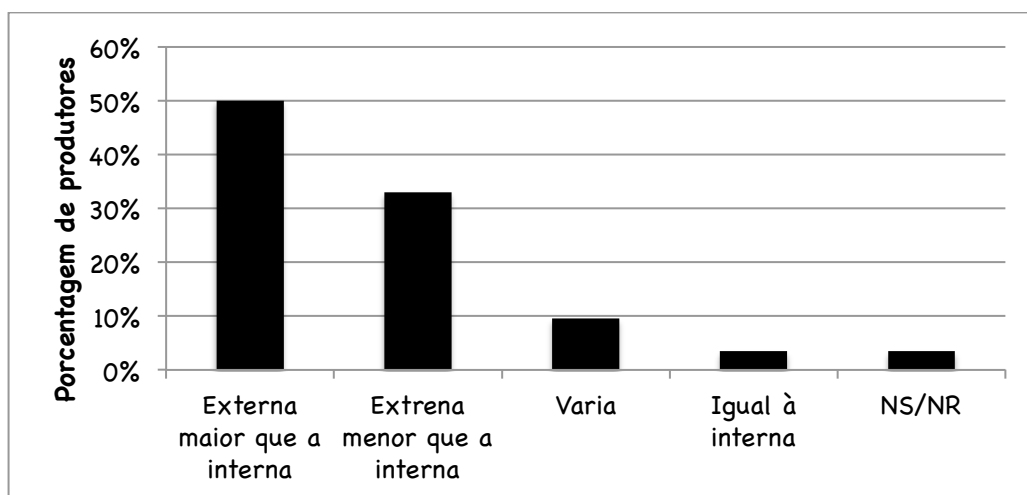


Gráfico 43- Balanço entre renda externa e interna ao estabelecimento, segundo os produtores, no estudo de caso da Bahia (n=114).
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011

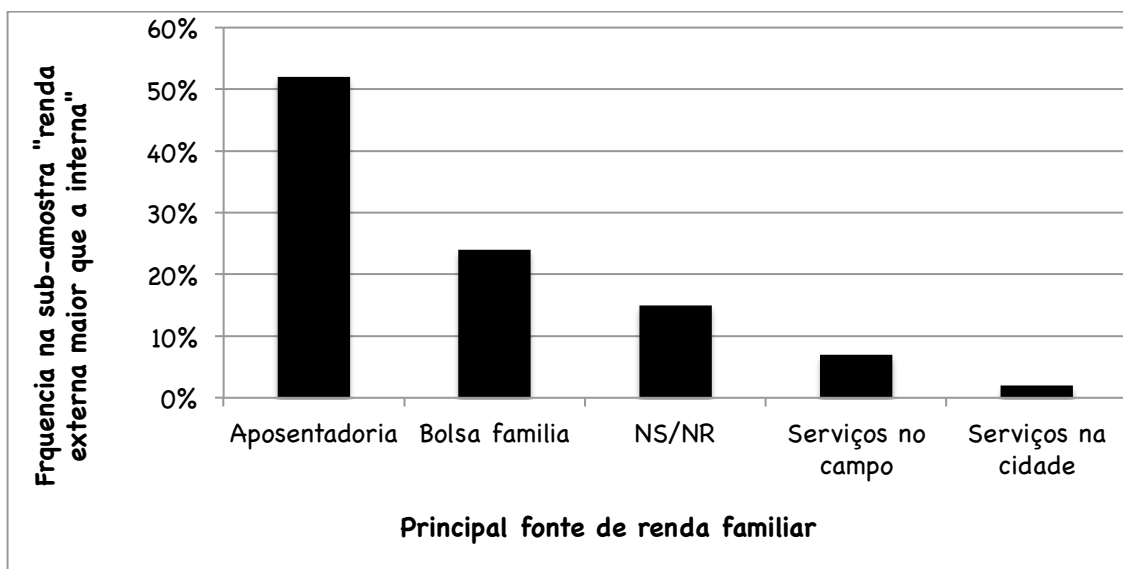


Gráfico 44- Principal fonte de renda dentre aqueles que afirmaram ser a renda externa maior que a obtida com as atividades internas ao estabelecimento no estudo de caso da Bahia (n=99)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

O peso que as aposentadorias têm na renda de muitos estabelecimentos não é surpresa, visto que o valor pago (R\$ 678,00/mês) é uma quantia substancial para os padrões do meio rural (Quadro 62). Alguns estabelecimentos contam com dois aposentados, cujas pensões somadas permitem uma renda familiar de R\$ 17,5 mil/ano, maior que a auferida pelas atividades rurais nos moldes tradicionais. Frequentemente, observou-se que as aposentadorias mantinham não só os aposentados, mas também as famílias de seus filhos e netos.

Benefício	Renda mensal	Renda anual
Aposentadorias	R\$ 678/aposentado	R\$ 8.840/ano
Bolsa Família	mínimo de R\$ 32,00 e máximo de R\$ 306,00	mínimo de R\$ 384 máximo de R\$ 3.672

Quadro 62 - Renda mensal e anual permitida pelos principais benefícios governamentais identificados em campo

Fonte: MDS, 2013⁶⁶

Já o bolsa família foi citado como principal fonte de renda por 25% dos entrevistados (Gráfico 44). Este é um indicador de pobreza (renda familiar *per capita* R\$ 70-140) ou pobreza extrema (renda familiar abaixo de *per capita* R\$ 70), pois uma família rural que tem no bolsa família sua principal fonte de recursos sobrevive com uma renda familiar autônoma muito pequena (Quadro 62). Possui pouca flexibilidade financeira e baixa capacidade adaptativa a eventos climáticos extremos, encontrando dificuldade para, por exemplo, comprar alimentos ou arcar com o frete e aquisição de ração para seus animais. Sem o auxílio governamental, essas famílias seriam muito mais impactadas pela seca de 2012. Esta é uma constatação a partir das observações de campo que não deve ser confundida com uma defesa da transferência de renda como estratégia adaptativa definitiva.

⁶⁶ <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia>

Já para cerca de 30% dos respondentes, a renda externa é menor que a obtida dentro do estabelecimento. A princípio, este é o contexto de maior vulnerabilidade climática do subsistema renda, pois, em anos de eventos climáticos extremos, é aquele no qual a renda é proporcionalmente mais afetada. Esta fatia abrange situações opostas. Em um extremo, estão produtores de baixa renda que dependem sobremaneira das atividades agropecuárias para gerar renda familiar. Cerca de 70% recebe bolsa família, sinal de que estão abaixo da linha da pobreza ou da extrema pobreza (Tabela 47). Geralmente não recebem aposentadorias, nem estão engajados em serviços fora do estabelecimento.

Tabela 47 - Frequência (%) dos tipos de renda externa ao estabelecimento na sub-amostra “renda interna maior que a externa” no estudo de caso da Bahia

Tipo de fonte de Renda	Frequência na sub-amostra “renda interna maior que a externa) (n=77)
Aposentadoria	31%
Bolsa família	69%
Serviços no campo	8%
Outros	13%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011

No outro extremo dessa sub-amostra, estão produtores que possuem sistemas agropecuários mais produtivos, rentáveis e lucrativos, produzindo dividendos que superam o aportado pela transferência de renda e/ou por outras fontes não-agrícolas. O fato de 31% da sub-amostra receber aposentadoria e ainda assim ter renda interna superior a oriunda de fontes externas é um sinal de sistemas produtivos e de rentabilidade relativamente elevada (Tabela 47).

Seca de 2012: impactos na cadeia agroprodutiva de Salitre

A seca de 2012 afetou indiretamente as fontes externas de renda ao desestabilizar toda a cadeia produtiva e de serviços associada às atividades agropecuárias. Em Salitre, a quebra da safra da mandioca levou às casas de farinha a fecharem suas portas ou a reduzirem drasticamente a fabricação de farinha e goma (Quadro 63). Funcionários permanentes foram dispensados. As mulheres que descascam as batatas ficaram sem suas diárias. Os grandes donos das casas de farinha local tentaram medidas para contornar esse impacto, mas muitos não conseguiram lidar com os efeitos adversos da seca. Segundo todos os donos ou gerentes das casas de farinha entrevistados, nunca antes vivenciaram uma seca que os tenha obrigado à fechar as portas.

Casas de Farinha	Número de Funcionários	Impacto no funcionamento
A	NS/NR	Não parou, mas fez rodizio entre os funcionários
B	40	Parada há 6 meses
C	NS/NR	Em funcionamento, mas parou 30-60 dias em 2012
D	10 funcionários 40-50 raspadeiras	Parou 2 semanas em 2013
E	5 funcionários 12 raspadeiras	Parada há 1 mês
F	5-6 funcionários não informou raspadeiras	Não parou, mas reduziu atividades para 2 dias na semana

Quadro 63 - Impactos e respostas à seca de 2012 em 5 casas de farinha industriais da sede municipal de Salitre. A referência temporal é 28 de janeiro de 2013, quando as entrevistas foram realizadas. **NS/NR**: Não sabe ou não respondeu

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

A paralisação das casas de farinha também afetou a renda dos motoristas que fazem o transporte das batatas da roça até as casas de farinha, assim como dos “arrancadores” que trabalham na colheita da mandioca. Sem produção e com as economias exauridas, os produtores não contrataram e nem foram contratados como diaristas para realizar as *limpas* e o plantio na safra de 2012. Considerando que a agricultura emprega direta ou indiretamente grande parte da população de Salitre, o impacto dos empregos associados a este setor ressoou nos setores de serviços e comércio local. Apesar de não ter sido possível mensurar este impacto, os relatos individuais de diferentes atores corroboram a elevada magnitude da seca na economia local.

Seca de 2012 e renda externa: papel do Estado

Diante do severo impacto seca de 2012, o governo liberou o *Bolsa estiagem*: um auxílio emergencial de R\$ 1.520,00 (dividido em parcelas mensais de R\$ 80,00) para famílias que ganham até 2 salários mínimos e sejam residentes em municípios que declararam estado de emergência ou de calamidade pública. A família tem que estar inscrita no *Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal* e não ser beneficiado pelo *Garantia Safra* ou aposentadorias. Os auxílios emergenciais e programas de transferência de renda foram importantes para amenizar o impacto na renda familiar em 2012. Em conjunto com as transferências de renda do governo federal (aposentadorias e bolsa família), o bolsa estiagem e o garantia safra constituíram as principais e, muitas vezes, as únicas fontes de renda dos produtores familiares em 2012, amortecendo o impacto sofrido pelas fontes agrícolas e não-agrícolas associadas.

7.1.3 Vulnerabilidade da Renda Familiar: considerações finais

A renda é uma unidade expositiva independente, cuja vulnerabilidade pode ser medida, as sensibilidades identificadas e a capacidade adaptativa investigada. A discussão empreendida nesta secção buscou evidenciar que a vulnerabilidade climática da renda

familiar depende das vulnerabilidades individuais de cada fonte de renda tomada independentemente. Fontes não-agrícolas e regulares são estáveis, previsíveis e conferem um caráter de estabilidade à renda (Quadro 63). Fontes agrícolas, sejam elas internas ou externas ao estabelecimento, são incertas e irregulares, compondo o componente mais instável da renda. Assim, quanto mais diversificado e menos dependente das atividades agropecuárias é a renda familiar, menor é a vulnerabilidade climática do subsistema.

Fonte da Renda	Vulnerabilidade climática	Exemplo
Atividades agropecuária interna ao estabelecimento	Elevada	Agricultura, pecuária, apicultura
Prestação de serviços agrícolas e afins fora do estabelecimento	Elevada	Diárias em outros estabelecimentos e em casa de farinha; emprego permanente em agroindústrias; frete na zona rural
Prestação de serviços rurais não-agrícola	Médio/Baixo	Pedreiro, motoristas de <i>carro de linha</i>
Migração sazonal	Nula*	Colheita das safras: cana-de-açúcar em SP; tomate em GO; café em MG. Construção civil em SP. Crediário em AL, PE, BA
Fontes regulares de renda	Nula	Emprego público, bolsa família; aposentadorias
Auxílios emergenciais na seca de 2012	Nula	Bolsa estiagem, Garantia Safra

Quadro 64 - Vulnerabilidade climática das diferentes fontes de renda das famílias rurais identificadas nos estudos de caso da Bahia e Ceará

Fonte: pesquisa de campo, 2011; 2013

* As migrações sazonais para trabalhar nas colheitas do centro-sul brasileiro apresentam vulnerabilidade climática nula em relação ao regime climático dos estudos de caso, mas é influenciada pelas chuvas nos municípios de destino.

Cabe destacar também que a estrutura familiar típica do Semiárido é adaptativa. Avós, pais, irmãos, primos e netos costumam morar no mesmo estabelecimentos rural ou em terras vizinhas, compartilhando parte das atividades e, muitas vezes, parcialmente as fontes renda. Essa estrutura familiar local favorece a diluição de riscos climáticos da renda familiar na medida em que, dentro da rede de parentesco, há aposentadorias, bolsas famílias, garantias safras e bolsas estiagens, cujos recursos podem fluir, se necessário, de um núcleo familiar ao outro. Este é um tema que foi pouco explorado nos instrumentos de pesquisa, mas que merece maior investigação em trabalhos futuros.

Por fim, chama-se a atenção para o fato da renda ser um dos elementos centrais da capacidade adaptativa de todos os outros subsistemas considerados nesse trabalho. Ela é o principal *meio* para acessar grande parte das adaptações discutidas nesse trabalho. É com a renda que o produtor investe em “aguadas”, compra comida, paga diaristas, transporta suas caixas de abelha para a *Serra* do Crato e financia outras tantas iniciativas. É, portanto, um dos elos mais transversais da vulnerabilidade da produção rural familiar, apresentando elevado grau de interdependência com a vulnerabilidades de subsistemas menores e com a

capacidade adaptativa de subsistemas mais amplos, como os sistemas alimentar e hídrico humanos, discutidos a seguir.

7.2 SISTEMA ALIMENTAR HUMANO

Dentre as principais funções da produção rural familiar é prover alimento para a alimentação das próprias famílias. Esta é uma das principais características que diferencia a produção rural familiar da agropecuária empresarial, cuja produção voltada para o mercado é o principal objetivo. Neste sentido, todas as atividades familiares identificadas em campo atendem, em algum grau, às necessidades alimentares domésticas.

Mesmo atividades com forte inserção de mercado, como a pecuária de corte, a apicultura e a mandiocultura, tem parte da produção destinada às demandas domésticas. Eventualmente uma cabeça de cabra, ovelha ou boi é abatida para consumo familiar. Na fabricação da farinha e goma, primeiro é separada a parte destinada ao consumo doméstico, antes que o excedente seja vendido. De forma semelhante, na apicultura, alguns litros de mel costuma ser separados para a família, antes que a safra seja vendida.

Outras atividades, como o cultivo do feijão e milho, assim como a bovinocultura de leite, são prioritariamente para autoconsumo. Por fim, existem atividades essencialmente de subsistência. É o caso da caça, criação de animais domésticos (galinhas e porcos), quintais produtivos, pesca e coleta de frutos nativos. Em contextos muito pontuais descritos na secção 7.1, havia produção de excedente, comercializados a granel com vizinhos (ex.: suínos, aves e ovos) e, mais raramente, em feiras locais ou com atravessadores. O Gráfico 45 mostra a presença dessas atividades na amostra da Bahia.

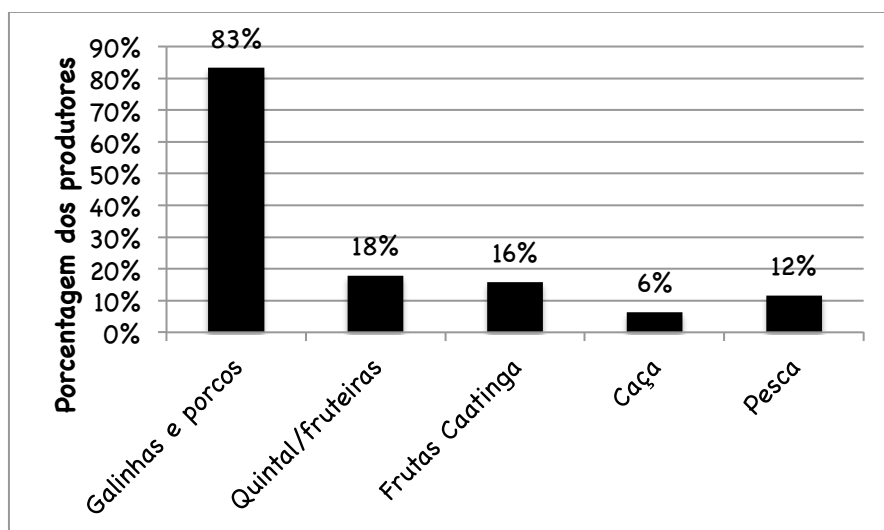


Gráfico 45- Atividades essencialmente de subsistências identificadas no estudo de caso da Bahia (n=250)
Fonte: pesquisa de campo, 2011

Apesar de perguntas semelhantes terem sido incluídas na pesquisa do Ceará, identificou-se que a abordagem adotada pela equipe resultou em uma sub-representação

das atividades de subsistência. Assim, optou-se por não realizar uma avaliação quantitativa da presença dessas atividades para o estudo de caso. Entretanto, as observações de campo, associadas às entrevistas qualitativas, permitem afirmar que o contexto de Salitre é muito semelhante ao da Bahia. A criação de pequenos plantéis de galinhas e/ou de um ou dois suínos está presente na parte majoritária dos estabelecimentos visitados. Ambos são centrais na dieta familiar. Quintais e fruteiras eram raros, mas pequenas hortas, com temperos básicos, e alguns pés de caju e manga foram observados com certa frequência. A única diferença marcante para o observado no estudo da Bahia, é uma presença fraca de frutos da caatinga na dieta doméstica. Uma hipótese levantada é – além de diferenças fitofisionômicas naturais – a ampla degradação florestal em Salitre, marcada pela predominância de vegetação secundária, com poucas espécies nativas frutíferas típicas de estágios sucessionais mais avançados, como o Umbu.

A caça também foi relatada em Salitre como fonte relevante de alimento. Tanto em Salitre quanto no estudo de caso da Bahia, a pergunta sobre caça foi especialmente delicada e, frequentemente, o produtor se furtava em responde-la ou prontamente afirmava que não caçava. Contudo, à medida que ficava mais à vontade ou ao responder outras perguntas do questionário que indiretamente refletem se há caça ou não na região, os produtores revelavam que a atividade ainda é importante (Quadro 65). A reticência que esta pergunta desencadeia está relacionada ao medo de que a resposta, de alguma forma, resulte em fiscalização e/ou multa ambiental. Apesar de ainda presente, a caça vem perdendo a importância que já teve no passado dentro da dieta familiar. Não só pela mudança dos hábitos alimentares, mas principalmente pela redução das populações selvagens devido à sobre-caça e à perda dos habitats naturais. Esta relação é percebida pelos produtores familiares e foi frequentemente relatada nos questionários.

Espécies mencionadas	Bahia	Ceará
Tatu peba (<i>Euphractus sexcinctus</i>)	X	X
Tatu china (<i>Dasypus septemcinctus</i>)	X	
Mocó (<i>Kerodon rupestris</i>)	X	
Teiú (<i>Tupinambis merianae</i>)	X	
Preá (<i>Cavia aperea</i>)	X	
Catitu (<i>Tayassu tajacu</i>)	X	X
Veado (<i>Mazama sp</i>)	X	X

Quadro 65 - Principais caças mencionadas nos estudos de caso da Bahia e Ceará
Fonte: Pesquisa de campo, 2013

De modo geral, quando questionados sobre o que é uma alimentação saudável, os produtores identificavam uma refeição contendo arroz, feijão, um tipo de carne e verduras. Alguns alimentos, apesar de comuns no cotidiano geral do produtor rural familiar, tinham maior ou menor relevância de acordo com o contexto. Por exemplo, a farinha, a tapioca e a goma fazem são a base da dieta em Salitre (CE), principalmente nas áreas de Serra,

dominadas por casas de farinha e plantações de mandioca. Já nas margens do lago Sobradinho (BA), o peixe é item presente na mesa dos ribeirinhos e produtores de *Sertão* próximos. Em Uauá, Remanso, Casa Nova, observou-se que a alta densidade de pés de umbu torna o fruto muito comum na dieta das famílias durante a safra.

Contudo, a alimentação do produtor e sua família não vem exclusivamente dos roçados, rebanhos e outras atividades do estabelecimento. Parte tem que ser comprada de vizinhos, nos mercados da comunidade ou nas feiras e supermercados das sedes municipais. São geralmente gêneros não produzidos nos estabelecimentos, como café, arroz e óleo. Ao mesmo tempo, produtos industrializados vêm ocupando uma espaço cada vez maior na mesa do produtor rural. O alargamento de estradas, aquisição de automóveis e a disponibilidade do transporte coletivo tornou o deslocamento rural-sede do município muito mais rápido e barato em relação à antigamente. Soma-se a isso, o fortalecimento da conexão rodoviária entre os municípios e as indústrias alimentícias, aportando novas mercadorias, antes raras até mesmo nas sedes municipais.

Junta-se a isso, a expansão da rede elétrica na zona rural (que permite estocar perecíveis na geladeira) e o aumento do poder de compra que as transferências de renda governamentais têm possibilitado aos produtores rurais. O resultado é um contexto no qual produtos industrializados, antes inacessíveis, começam a ser introduzidos na dieta do produtor e sua família. Durante as entrevistas e vivências de campo, observou-se que bolachas, biscoitos, sucos em pó, refrigerantes, entre outros, são bastantes comuns na zona rural. No questionário da Bahia, havia uma pergunta quanto ao papel do bolsa família nessa transformação. As respostas apontam que a grande maioria dos entrevistados associam o benefício à melhoria da alimentação (Quadro 46). Todavia, “melhor” é um termo relativo e não necessariamente reflete melhor qualidade alimentar. Este é um ponto que precisa ser melhor investigado em pesquisas futuras.

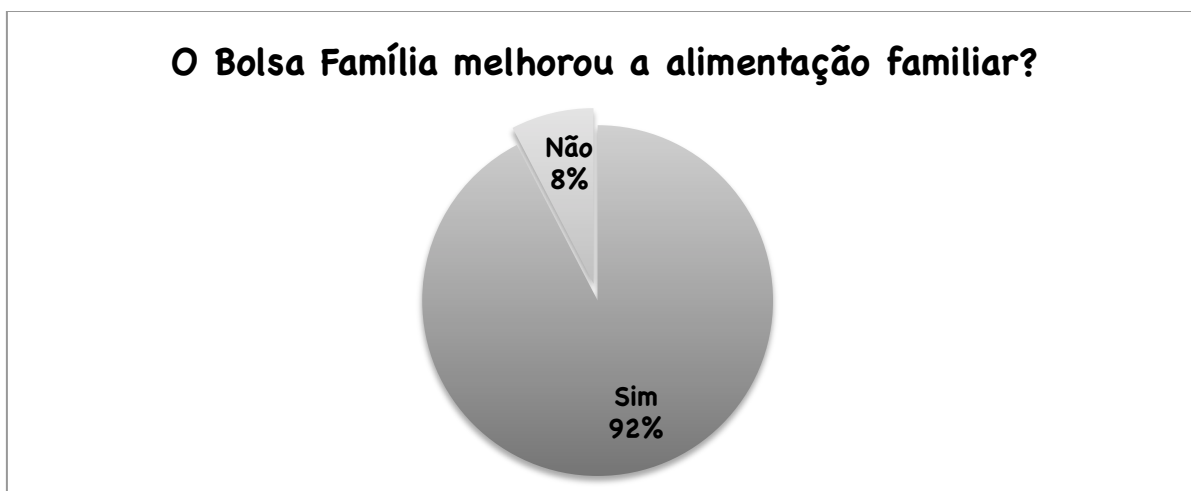


Gráfico 46- Percepção dos entrevistados beneficiados pelo bolsa família quanto ao impacto do programa na alimentação familiar. Foram consideradas apenas as respostas válidas (n=118).
Fonte: Pesquisa de campo, 2011

4.2.1. Subsistema segurança alimentar humana e clima

O subsistema alimentar é uma dimensão da produção rural familiar com elevada vulnerabilidade climática. De forma semelhante à análise empreendida para renda, um primeiro aspecto a ser considerado é o grau de dependência que a alimentação familiar tem da produção agropecuária. Este componente da dieta é irregular e imprevisível. Quanto mais dependente da produção de subsistência, mais sensível é a dieta às intempéries climáticas. Todavia, essa sensibilidade não é direta. Ela vai depender da vulnerabilidade específica de cada subsistema produtivo que serve de fonte alimentar (vide capítulos 5 e 6). Portanto, as adaptações empreendidas nos subsistemas agrícolas, pecuários, apícolas etc são automaticamente adaptações do subsistema alimentar humano.

O segundo componente da vulnerabilidade alimentar refere-se à alimentação comprada. A alimentação comprada tem vulnerabilidade mais complexa. Ela é determinada, primeiro, pela vulnerabilidade do subsistema renda, uma vez que é necessário dinheiro para acessar os produtos no mercado. Como discutido na seção anterior, a sensibilidade da renda ao clima varia enormemente. Porém, não basta renda, pois o poder de compra depende também do custo dos alimentos. Como já explicitado, as variações de preços de produtos agrícolas são fortemente influenciadas pela dinâmica climática.

Assim, em anos de seca extrema, como 2012, a segurança alimentar sofre pressões em três frentes: queda da produção de subsistência, redução da renda e elevação do preço dos gêneros agrícolas. No segundo semestre de 2012 e início de 2013 a inflação acelerada dos preços dos principais produtos da cesta básica reduziu substancialmente a capacidade de compra das famílias em Salitre (Tabela 48).

Tabela 48 - Preço de alguns componentes da cesta básica antes da quebra de safra de 2012 e no início de 2013. **SI**: sem informação

	Janeiro de 2012	Janeiro de 2013	Inflação
Feijão	R\$ 1,08/Kg	R\$ 5,80/ Kg	440%
Farinha	R\$ 0,5/Kg	R\$ 3,00/Kg	500%
Arroz	SI	R\$ 3,00/Kg	-
Leite	R\$ 1,00/L	R\$ 1,50/L	50%

Fonte: pesquisa de campo, 2013

A inflação dos alimentos associada a perda de renda devido a quebra das safras, perda de produtividade e desemprego, diminuem a capacidade de compra dos produtores. Dependendo da intensidade da combinação entre estes três vetores (alta dos preços, queda na renda e queda na produção de subsistência), o resultado é insegurança alimentar e, em casos extremos, fome. Estes são exemplos de como os impactos climáticos em outros subsistemas escalonam no espaço/tempo e impactam negativamente o subsistema alimentar das famílias (Figura 29).

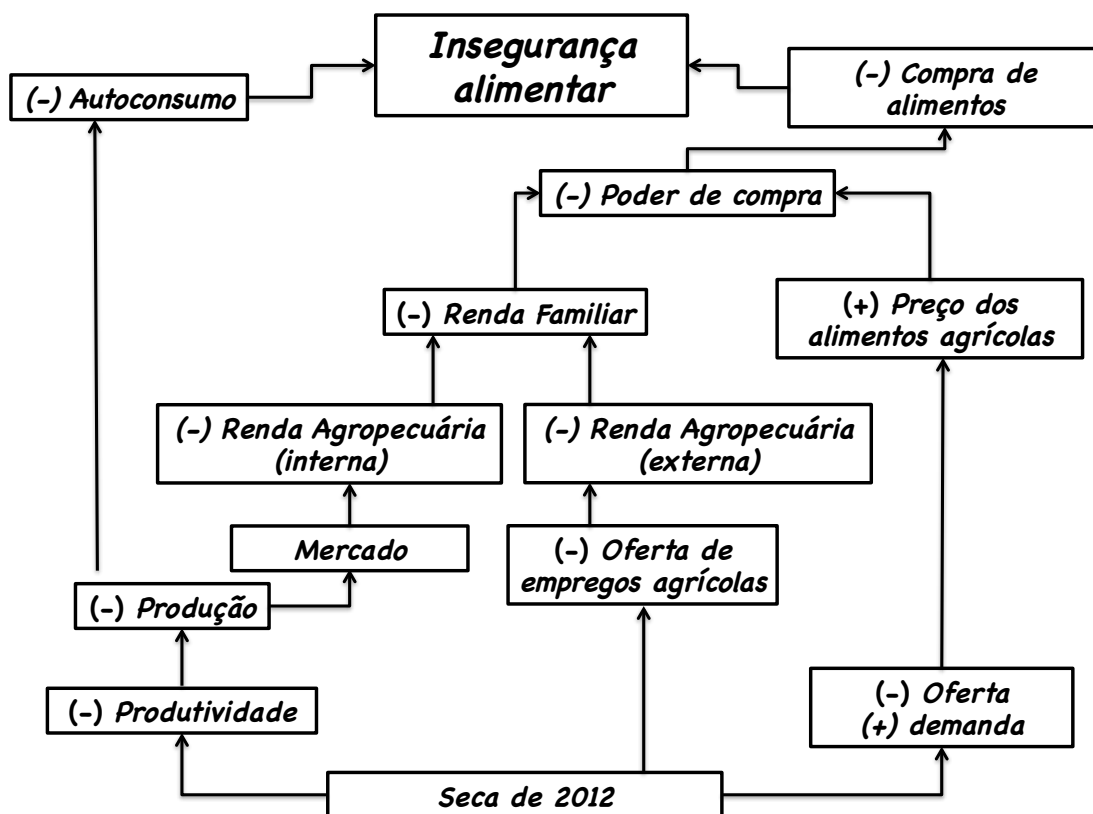


Figura 29 Organograma cadeia de impactos climáticos da seca de 2012 na segurança alimentar humana no município de Salitre
 Fonte: Elaborado pelo autor

Os conceitos de fome e insegurança alimentar são muito amplos e podem ser explorados a partir de várias linhas teóricas, inclusive algumas dentro da abordagem da vulnerabilidade. Contudo, não é o objetivo deste trabalho aprofundar no tema, tomando por referência a interpretação subjetiva dada por parte dos entrevistados nas respostas dadas às perguntas sobre segurança alimentar e a seca de 2012 (Anexo B). Os resultados indicam um contexto de insegurança alimentar em vários dos estabelecimentos (Gráfico 47). Em última análise, os impactos são sentidos na saúde dos entrevistados, que estão em contexto de risco de desnutrição e perda de peso. Um dos produtores, por exemplo, relatou ter perdido 5Kg durante a seca de 2012.

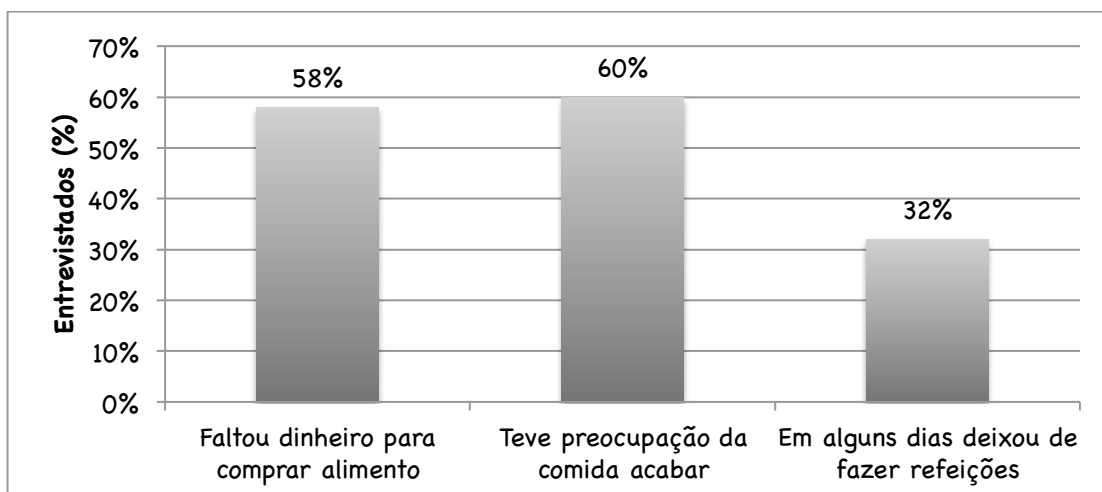


Gráfico 47- Resultados da pesquisa sobre segurança alimentar no município de Salitre (n=38)
 Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Ao serem perguntados, era pedido aos entrevistados que considerasse os três meses anteriores à pesquisa como referência temporal nas respostas. Esta parte do questionário foi especialmente delicada, pois o tema foi constrangedor para muitos produtores, que evidentemente se sentiam envergonhados de admitir que a comida não é suficiente para as necessidades familiares. Houve entrevistas nas quais os chefes da família respostas negativas quando questionados se houve déficits na alimentação, mas que foram contraditas pelas esposas que acompanhavam a aplicação do questionário. Em algumas entrevistas, as mulheres intervinham, lembrando que há dias em que atender à demanda alimentar doméstica é mais difícil. Diante desse possível viés, acredita-se que os resultados subestimam o real contexto de estresse alimentar que as famílias sofreram com a seca de 2012.

Identificou-se alguns fatores de risco que aumentam a vulnerabilidade do sistema alimentar. Famílias mais numerosas - especialmente no número de crianças - foram aquelas com os subsistemas alimentares mais sensíveis à seca de 2012. Famílias com áreas agrícolas muito pequenas também mostraram-se mais sensíveis, pois a safra não geraram excedente nem para autoconsumo nem para venda. Por fim, observou-se que famílias não beneficiadas com auxílios governamentais, como bolsa família e aposentadorias são sobremaneira afetadas, pois não tem nem o alimento da roça, nem recursos para comprar alimento.

7.2.1 Adaptação e capacidade adaptativa: a *seca de 2012*

Apesar da insegurança alimentar frequente, cabe destacar que nenhum entrevistado acusou ter passado fome por longos períodos de tempo durante a seca de 2012, fato corroborado pelos informantes institucionais, que reconheceram a insegurança alimentar como um problema, mas destacaram que a fome crônica, se houver, é caso isolado: “Não

ter absolutamente nada para comer é muito raro”. Todavia, a pesquisa revelou que pequenos episódios de fome são comuns.

Box 4- Insegurança alimentar: o caso da *Favelinha*

Em Salitre, visitou-se uma área na *Serra* chamada, informalmente, de *Favelinha*, termo pejorativo dado pelos próprios moradores devido a pobreza dos que ali moravam. De fato, as entrevistas revelaram uma situação de grande pobreza e insegurança alimentar. Uma das famílias entrevistadas era numerosa: 10 pessoas, sendo dois adultos e oito menores de idade, entre crianças e adolescentes. Com a seca de 2012, o produtor perdeu toda safra de mandioca e feijão, as principais fontes de renda da família. A única fonte de renda familiar regular vinha de uma bolsa família (R\$ 32). O chefe da família manteve o aporte de alimentos por meio de bicos eventuais e comprando *fiado*, mas relatou que houve épocas em que enfrentou grande dificuldade para alimentar os filhos, especialmente no auge da seca (setembro/outubro/novembro de 2012). Quando questionado se passou fome, ele disse que alguns dias sim, particularmente no final das jornadas na roça, quando retornava para casa e não havia comida. Com o início da safra 2012/2013, a situação melhorou, uma vez que aumenta a demanda por diárias nos roçados da região.

Como adaptação, observou-se que as famílias adotam uma série de medidas (Quadro 66). A primeira, é a restrição alimentar episódica, durante a qual fazem menos refeições que o de costume (ou só o almoço ou só o jantar) para economizar comida. Essa situação se mantém até que seja possível levantar dinheiro com serviços no campo, remessas de parentes ou o depósito de algum benefício. Alguns pais também afirmaram que reduziram a qualidade e quantidade de alimento que ingerem para que não falte aos seus filhos.

Os animais domésticos, como galinhas e suínos, desempenharam um papel chave na alimentação durante a seca 2012, tanto como fonte alimentar quanto como para obter recursos financeiros. O abate de parte do rebanho para autoconsumo tornou-se mais frequente. Assim, reduzia-se os custos de manutenção dos rebanhos e aumentava o aporte nutricional familiar. A caça, onde disponível, foi acessada com mais frequência que o costume e, eventualmente, vendida. Um produtor de Mauriti (CE) contou que vinha complementando a renda e a alimentação familiar por meio da caça de animais silvestres, especialmente do tatu peba (*Euphractus sexcinctus*). Ele congelava parte dos animais e vendia o restante por R\$ 30/carcaça. A compra no “fiado” e a ajuda de vizinhos e familiares também amenizaram a escassez alimentar em alguns dos casos observados. A doação de cestas básicas e alimentos também foi registrada. As doações são recolhidas por meio da

mobilização da sociedade civil e distribuídas via paróquia local ou defesa civil municipal para as áreas identificadas como as mais impactadas pela seca

Medida adaptativa das famílias	Objetivo
Redução da ingestão de alimento	- Aumentar a duração dos estoques de alimento até ter condições de adquirir mais comida - Aumentar a disponibilidade alimentar das crianças
Caça	- Obter alimentação sem custo financeiro - Levantar recursos financeiros
Compra fiado	- Obter alimentação sem custo financeiro
Venda de animais domésticos e <i>criatório</i>	- Levantar recursos para compra de alimento e reduzir custos de manutenção dos animais
Abate do rebanho e dos animais domésticos	- Obter alimentação e reduzir custos de manutenção dos animais
Medida adaptativa externa	Objetivo
Doação de cestas básicas de cestas pela sociedade civil	- Amenizar a insegurança alimentar. A distribuição é feita pela defesa civil municipal e paróquia

Quadro 66 - Medidas adaptativas da segurança alimentar humana durante a seca de 2012 identificadas em Salitre

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Por fim, as transferências de renda regulares e emergenciais tiveram grande impacto na capacidade adaptativa das famílias rurais durante a seca de 2012. Quando questionados, muitos dos entrevistados afirmaram que não houve seca para o homem em 2012. A seca foi apenas para os rebanhos e lavoura. Na palavra dos próprios produtores:

Antigamente era difícil. Hoje é muito diferente. Temos as bolsas e etc que ajudam. As coisas têm mudado muito e para melhor, especialmente aqui no nordeste. Hoje não tem seca para as pessoas, mas sim para os animais e para a agricultura. (produtor de área de Sertão, Salitre/CE)

Eu lembro da seca de 1993. Eu era criança, tinha 10 anos, mas já trabalhava. Essa seca de 2012 pode até ter sido maior, mas se torna mais pequena (sic) por causa do auxílio que o agricultor recebe. Em 1993 não tinha isso. Lembro que meu pai trabalhava uma diária por 1Kg de feijão. Hoje está bem melhor: hoje tem bolsa família, garantia safra...se não tivesse isso aqui, a coisa ia estar feia (produtor de área de Chapada, Salitre/CE)

A coisa quando é ruim, se o governo não acolher, o pessoal morre de fome. Hoje em dia não mais, pois o pessoal agora tem benefício. Mas antigamente não tinha. Antigamente não tinha aposento, bolsa escola, bolsa jovem, segura safra, não tinha nada. (produtor de Missão Velha/CE)

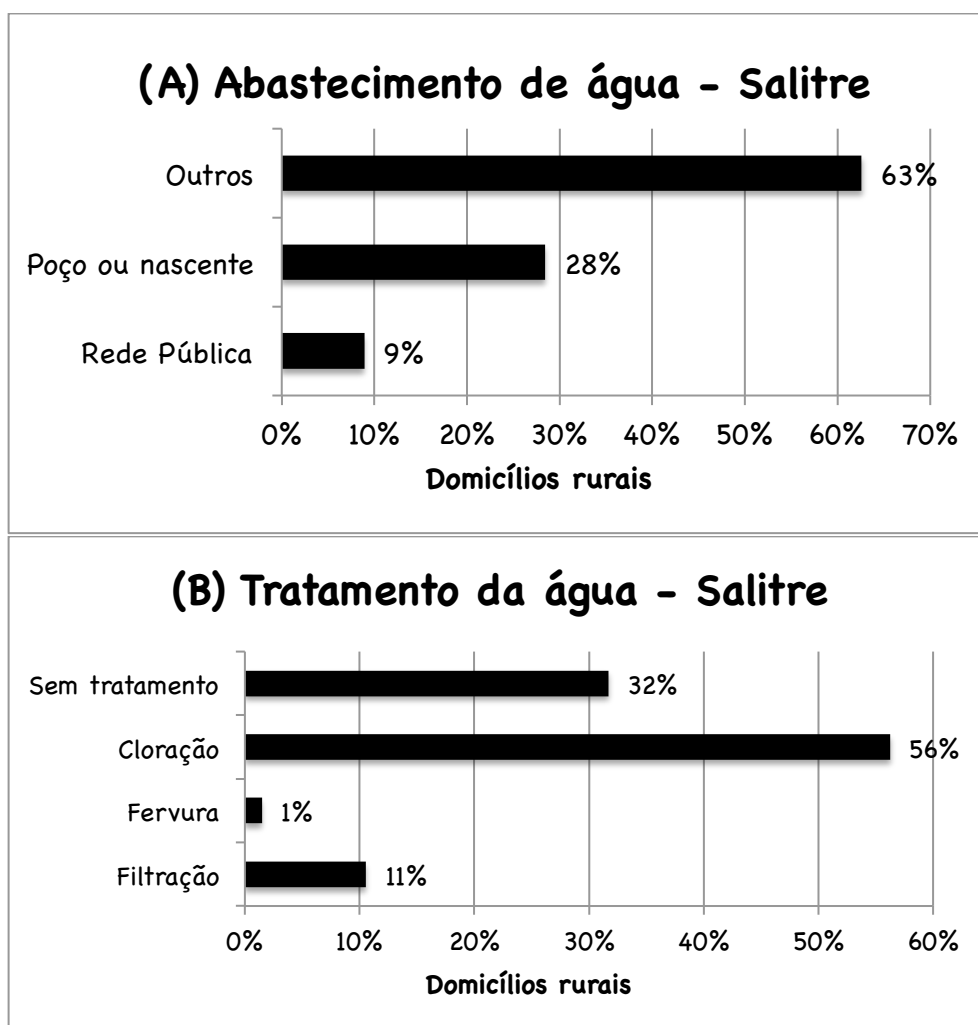
A seca de 1932 os mais velho contava assim, sabe? Que era tão difícil que teve gente que morreu com, vamos dizer, de fome, que é palavra feia, mas morreu de fome. Já hoje está diferente. A seca de 2012 foi de seca, mas na base comestível (alimentar) foi fácil, porque, de primeiro (antigamente) para você conseguir um saco de farinha tinha que ir buscar no Juazeiro (do Norte) ou no Crato, nas costas de um burro. Era ruim, né? Hoje não. Hoje vem de São Paulo, vem do Mato Grosso, em um caminhão. Anoitece lá e amanhece aqui. A diferença é grande, né? (produtor Salitre/CE)

7.3 VULNERABILIDADE DO SUBSISTEMA HÍDRICO HUMANO

O acesso a água sempre foi um fator crítico da vulnerabilidade do sertanejo ao clima semiárido. Para sobreviver em condições extremas, historicamente as populações rurais

contaram com fontes de água de baixa qualidade: poços e cacimbas de água salobra; barreiros e açudes usados ao mesmo tempo para dessedentação dos rebanhos e consumo humano. A exceção eram aqueles que habitavam as proximidades de grandes rios, como o São Francisco (estudo de caso da Bahia), ou tinham acesso às fontes de água doce que brotavam das Serras, como aqueles que moravam na base da Chapada do Araripe (estudo de caso do Ceará).

O acesso restrito à água está por trás, até os dias de hoje, da destinação e tratamento inadequados do esgoto doméstico rural. No estudo de caso da Bahia, praticamente nenhum dos 250 estabelecimentos rurais visitados possuíam banheiro. Na melhor das hipóteses, havia construções precárias no fundo do quintal, mas na grande maioria dos casos as necessidades são feitas no mato próximo. Durante a época das chuvas, os dejetos humanos são lavados para os corpos hídricos próximos, contaminando a água e aumentando o risco de difusão de doenças. À semelhança do verificado no estudo de caso da Bahia, as observações de campo e os dados coletados na Secretaria de Saúde de Salitre mostram um contexto saneamento básico rural precário (Gráfico 48A, 48B e 48C).



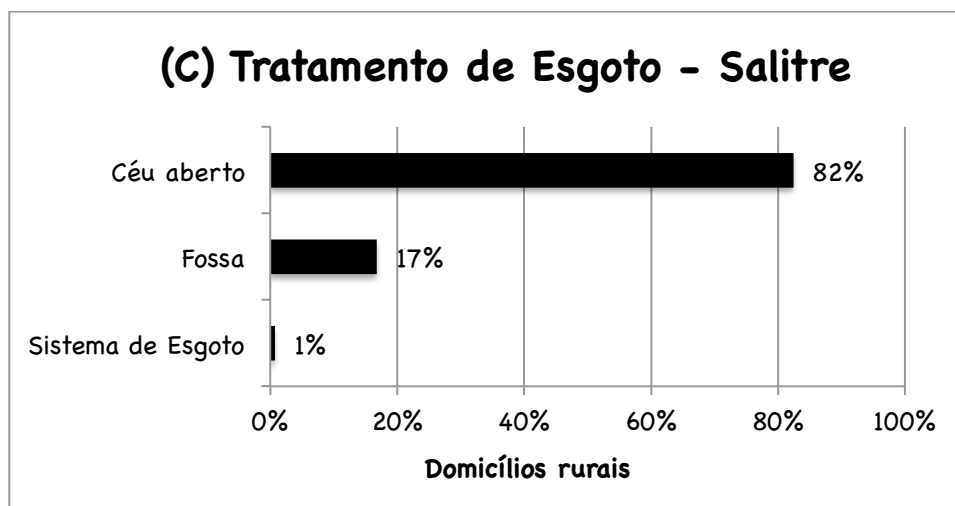


Gráfico 48- Saneamento básico na zona rural de Salitre (n=2.735). (A) Abastecimento de água (B) Tratamento da água (C) Tratamento de esgoto
 Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Salitre, 2012

Mas o que mais chamou a atenção em Salitre foi a falta de água na sede do município. Este é um indicador de elevada vulnerabilidade municipal, pois os reservatórios urbanos costumam ser usados pelos pipas para abastecer a zona rural. Um município sem água na sede geralmente reflete uma situação muito precária no seu interior. Apesar de alarmante, a escassez hídrica urbana é recente e resultado da ineficiência da gestão de recursos hídricos do Estado. Em algum momento entre as décadas de 1970 e de 1980, a Petrobrás, na busca por petróleo, encontrou água em dois poços profundos, perfurados no alto da Chapada do Araripe. A vazão foi suficiente para abastecer os municípios de Salitre, Araripe e Campos Sales. Adutoras foram construídas e as sedes municipais foram beneficiadas com água encanada. Todavia, segundo os informantes, as bombas dos poços quebraram em 2010 e o fornecimento de água foi interrompido. O custo da bomba é de R\$ 1.000.000 e a Cogerh-CE (Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará), responsável pelos poços, alega não ter recursos para arcar com o reparo.

Campos Sales e Araripe foram capazes de manter o abastecimento das respectivas sedes municipais após a quebra das bombas, pois possuem grandes açudes em seus territórios. Porém, Salitre, localizado em uma das áreas mais áridas do Cariri cearense, não dispunha de nenhuma fonte expressiva para abastecimento da cidade, de modo que a água encanada foi cortada das casas. Em janeiro de 2013, toda água consumida pelos habitantes era retirada de um poço de água salobra que fica no centro da cidade. Estimou-se em mais de 60 carroceiros que ganham a vida levando latas e tonéis de água para as casas dos moradores. Cada lata custa R\$ 4,00. A visita de campo coincidiu com uma passeata mobilizada pela população municipal em protesto contra a situação. O objetivo foi reunir assinaturas para um abaixo-assinado, que seria levado pelo prefeito à bancada do estado no Congresso Federal. O caso de Salitre foi único na amostra da pesquisa. Todos os outros municípios rurais visitados na Bahia, Ceará e Pernambuco possuíam, pelo menos, a rede

urbana de abastecimento hídrico. O único caso semelhante foi o do município de Campo Alegre de Lourdes, identificado de forma indireta durante o campo na Bahia. Vizinho à Remanso (BA), Campo Alegre de Lourdes, apesar de próximo à barragem Sobradinho (60 Km), nunca tinha tido água encanada na sede municipal, pelo menos até julho de 2011, quando a pesquisa foi realizada.

O que os casos de Salitre e Campo Alegre de Lourdes evidenciam é algo que há muito tempo é conhecido: a insegurança hídrica humana no Semiárido é menos devido a indisponibilidade de fontes hídricas e muito mais devido à fragilidade da infraestrutura de armazenamento e distribuição, democrática, da água. Um gestor de recursos hídricos entrevistado no Crato (CE) resumiu essa percepção:

Às vezes, o problema do Nordeste não é água. É o acesso à água. Vai para o Piauí. Você vai ver casos de açudes imensos com populações na margem sem água (gestor estadual de recursos hídricos, Crato/CE)

Quando questionado sobre o valor da bomba dos poços que abasteciam Salitre, complementou:

Não interessa quanto custa (a bomba). Interessa que Campos Sales, Araripe e Salitre não possuem abastecimento de água. E tem água. Não vamos avaliar preço, porque para mim, população sem água, não tem preço. (gestor estadual de recursos hídricos, Crato/CE)

Tendo em vista a restrição hídrica histórica no Semiárido, desde 1990 a difusão de tecnologias sociais de captação e água da chuva e políticas públicas de distribuição de água vem se tornando uma realidade na zona rural da região. Duas se destacaram durante os campos: o P1MC (Programa 1 Milhão de Cisternas) e a Operação Pipa do Exército. Mas uma série de outras medidas, menos relevantes em abrangência, mas com imenso impacto positivo no cotidiano familiar, também foram observadas. São elas: poços profundos, chafarizes públicos e até redes comunitárias de abastecimento de água.

7.3.1 Adaptação e capacidade adaptativa: cisternas de placas

As cisternas de placa - inicialmente construídas pelas dioceses e ONGs e, a partir de 2003, institucionalizada e ampliada pelo programa P1MC - foram frequentemente observadas nos estabelecimentos da Bahia e do Ceará (Gráfico 49). Em um contexto no qual a população é difusa e a distância entre as casas não justifica economicamente uma rede interligada de abastecimento, as cisternas individualizaram o acesso a água.

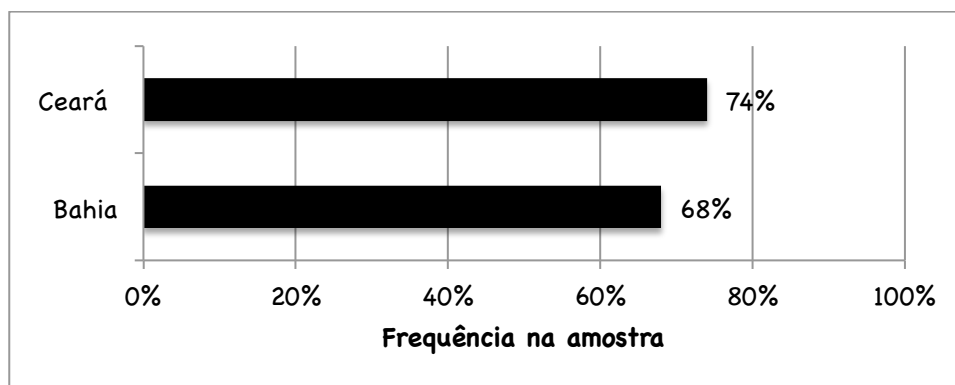


Gráfico 49- Frequência de estabelecimentos com cisternas de placas para consumo humano nas amostras da Bahia (n=250) e Ceará (n=38)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

A cisterna de placa é uma tecnologia social simples, de fácil execução e relativamente barata (R\$ 1.600 em julho de 2011). Foi projetada para captar 16 mil litros de água da chuva e sustentar uma família de até 5 pessoas durante os 8 meses da estação seca. Verificou-se em campo que alguns produtores, após construção da primeira cisterna via P1MC, empreendiam, por conta própria, a construção de mais uma ou duas cisternas. O fornecimento de água de qualidade é outro pilar do programa. A chuva é uma fonte de água doce, contrastando com a água frequentemente salobra dos poços, cacimbas e barreiros. Quanto à prevenção de doenças, pastilhas de hipoclorito também são distribuídas e adicionadas às cisternas. Ademais, um curso de manejo dos recursos hídricos, ministrado pelas instituições executoras do programa, antecede a entrega da cisterna para a família. Segundo um dos idealizadores do P1MC, entrevistado para a pesquisa, o objetivo do programa era aumentar a resiliência do produtor rural e família, dando condições para que eles permaneçam no campo durante a estiagem.

Desde o início do programa, organizações não-governamentais foram as principais responsáveis pela implementação das cisternas. Isso ficou evidente no estudo de caso da Bahia, onde a grande maioria das cisternas observadas foram executadas por ONGs locais vinculadas à ASA (Articulação do Semiárido). Todavia, a partir de 2009, as prefeituras foram autorizadas a participar dos editais do MDS (Ministério do Desenvolvimento Social), o principal financiador do programa. Salitre participou do primeiro edital aberto, sendo um dos primeiros municípios do Semiárido nos quais a ampliação do número de cisternas foi feito sob os auspícios da prefeitura. Em 2010, a Secretaria de Obras Públicas coordenou a construção de 580 cisternas no município.

Ter um ponto de água doce próxima à casa é uma grande economia de tempo para o produtor e sua família, especialmente para às mulheres e crianças que, antigamente, costumavam despender algumas horas do dia no transporte de um balde ou lata de água das fontes tradicionais. Em anos de seca, a distância percorrida podia ser maior. Houve relatos de produtores que costumavam andar mais de 10 Km até a fonte de água mais

próxima de suas casas. Durante a pesquisa de campo, as cisternas foram frequentemente apresentadas como uma revolução no campo. Uma pesquisa realizada pela Embrapa Semiárido revelou que mais de 90% dos produtores que possuem cisternas afirmaram estar satisfeitos (BRITO *et al*, 2007c). Os produtores e atores institucionais entrevistados corroboraram essa percepção, destacando a melhoria na qualidade de vida sertaneja depois da aquisição das cisternas:

A redenção do Sertão foi a cisterna. Pergunte para uma mulher o que representa uma cisterna. Aquela que carregava quilômetros a lata de água na cabeça todo dia. Pergunte como era antes e como é hoje? (agente rural da ONG Caatinga, Ouricuri/PE)

Quem nunca bebeu água de barreiro, não sabe a importância de uma cisterna. Pensa que é algo de segunda categoria. (produtor de Remanso/BA)

Hoje realmente é totalmente diferente. Na minha época (de criança), na de 1983 (seca) eu cheguei a carregar água com 3 quilômetros de distância em dois baldes...carregando no ombro, não é?(produtor de Salitre/CE)

Antigamente a gente botava uma cabaça, uns baldes na cabeça. Se juntava um lote (grupo de pessoas) e ia roubar (água) no barreiro de Pedro Idelfonso (produtora, Salitre/CE)

A região aqui está rica. Televisão para tudo quanto é lado. Todo mundo tem uma cisterna. Antigamente tinha que andar não sei quantos quilômetros.(produtor Juazeiro/BA)

Antigamente a água vinha dos açudes carregadas na anca de jumento. Hoje a água vem pelo carro pipa do exército e de dois poços recém construídos. Muitos tem cisternas de placas e contratam pipas para abastecer as cisternas (produtora de Salitre/CE)

Apesar do papel indiscutivelmente transformador da difusão das cisternas de placa, a pesquisa também revelou que a apropriação da tecnologia pela população seguiu uma direção parcialmente diferente da concepção original do programa no que se refere. Ao contrário do planejado, observou-se que, frequentemente, a água da chuva armazenada não era suficiente para manter as famílias durante o período da estiagem (Gráfico 50).

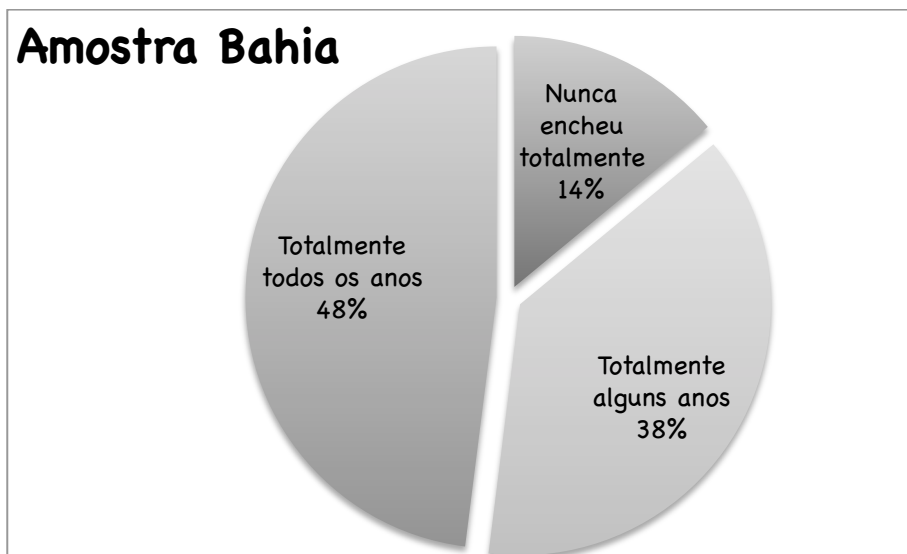


Gráfico 50- Frequência de recarga das cisternas de placas pelas chuvas entre os produtores que relataram possuir cisterna no estudo de caso da Bahia (n=164). A mesma análise não é feita para o campo do Ceará porque o questionário não continha pergunta equivalente
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Isso é resultado de dois conjuntos de fatores. O primeiro refere-se a deficiências na captação da água da chuva. Nem todos os telhados da zona rural tem a área adequada para captar os 16 mil litros para os quais as cisternas foram dimensionadas. Casas precárias, com telhados muito pequenos, ainda são realidade comum no Semiárido. Uma quantidade de chuvas insuficiente na região é o segundo elemento da equação. A relação chuvas e extensão do telhado irá determinar se o aporte pluviométrico será suficiente para recarregar a cisterna em sua capacidade máxima. Casas em áreas mais áridas precisam de telhados mais amplos, de tal forma que a elevada variabilidade climática da região deve ser levada em conta. Do contrário, haverá anos em que a quantidade de chuvas não será suficiente para reabastecer as cisternas. Diante das projeções climáticas que preveem redução substancial das chuvas, o dimensionamento dos telhados ganha importância crítica, sugerindo que a expansão da área de captação é um ponto de intervenção adaptativa em potencial.

O segundo conjunto de fatores refere-se ao ajuste entre capacidade de armazenagem da cisterna e o consumo hídrico familiar. Os 16 mil litros foram dimensionados para famílias de 4 a 5 pessoas. Essa média provou ser uma boa estimativa para o contexto predominante observado em campo. Cerca de 65% e 80% dos domicílios com cisternas de placas nas amostras da Bahia e Ceará (Salitre), respectivamente, se enquadravam nesse limite de tamanho familiar (Gráfico 51).

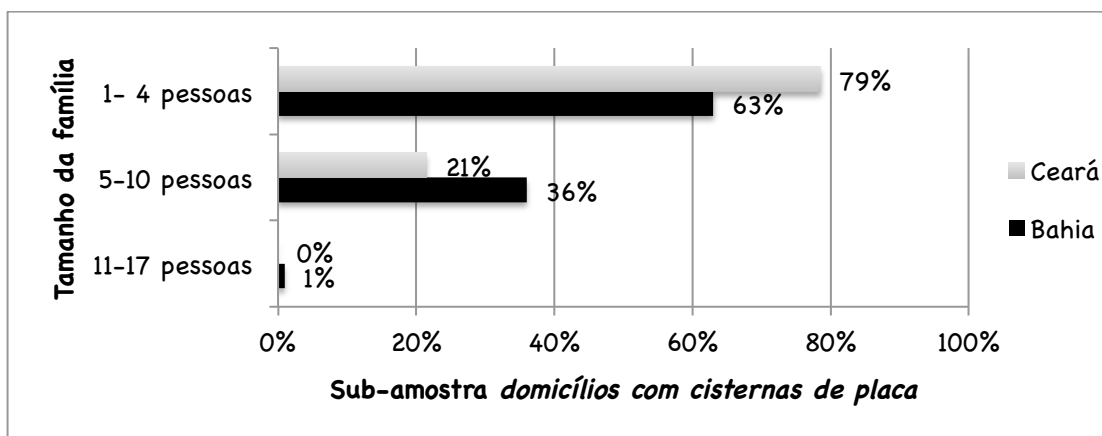


Gráfico 51- Tamanho familiar dos domicílios que relataram ter cisternas de captação de água da chuva nos estudos de caso da Bahia (n=164) e Ceará (n=28).
Fonte: Pesquisas de Campo, 2011; 2013

Porém, o número de domicílios com mais de cinco pessoas não é desprezível (Gráfico 51). Nestes casos, a cota diária de água *per capita* é menor que o recomendado e, eventualmente, encontra-se em níveis muito baixos. Na Bahia, por exemplo, o domicílio rural mais populoso tinha 17 pessoas e uma única cisterna. Levando em consideração a capacidade de armazenamento de 16 mil litros, o consumo *per capita* familiar, se for bem distribuído, ficaria em torno de 4L/pessoa/dia durante os 8 meses de estiagem. Este valor está bem abaixo do previsto no P1MC.

Porém, mesmo nos domicílios com tamanho familiar dentro do previsto, o reservatório pode ser esgotado rapidamente se uma gestão racional não for empreendida. Apesar de receberem orientação quando adquirem a cisterna, verificou-se em campo que frequentemente a cota de 14 litros *per capita*/dia é ultrapassada. Além de beber e cozinhar, frequentemente a cisterna atende a múltiplos usos, como lavar o cabelo, tomar banho, dessedentação de animais domésticos e higienização da casa (ex.: lavar o banheiro).

Esse desvio de função da água das cisternas de placa deve ser compreendida dentro de um histórico de escassez crônica de água que muitos dos beneficiados vivenciaram em suas vidas. A lógica tradicional é a da gestão de um “escasso” recurso de baixa qualidade (ex.: água salobra de barreiro). Consume-se pouco, porque é pouco o que se tem disponível. A lógica da gestão da “fartura”, na qual o produtor é confrontado com os estoques razoáveis e de boa qualidade fornecidos pelas cisternas, ainda é nova para o sertanejo. De repente, saiu-se de um contexto de restrição extrema para um no qual há uma fonte de água abundante e próxima. Se a disponibilidade aumenta, naturalmente a demanda de usos também.

Para compreender esse comportamento basta tomar por referência o consumo hídrico médio *per capita* do brasileiro. Considerando condições sem restrição de disponibilidade, o brasileiro médio consome 151 L/pessoa/dia. Em alguns estados, como o

Rio de Janeiro, esse valor pode chegar a 236 L/pessoa/dia, um volume quase 18 vezes superior ao consumo previsto no manejo correto da água das cisternas (SNIS, 2012).

Os cursos de manejo de recursos hídricos - obrigatórios no P1MC - visam justamente informar sobre a importância da gestão adequada da água da cisterna. Parte dos produtores seguem à risca as orientações. Parte não. Alguns dos atores institucionais criticam o formato desses cursos ministrados pelas instituições que executam localmente o programa:

A ASA (Articulação do Semiárido) fornece um curso de gestão de recursos hídricos, mas muitas vezes a capacitação é feita em maio e as chuvas só vem em novembro. Assim, naturalmente, os produtores esquecem o que aprenderam. Levar um produtor a mudar de comportamento é difícil. Eu acredito que as capacitações deveriam ser contínuas nos primeiros 2 anos. (pesquisador especializado em consumo humano de água no Semiárido, Petrolina/BA)

As deficiências de infraestrutura na captação da água associadas a uma gestão frouxa dos recursos hídricos por parte de muitos produtores acabam esgotando os reservatórios das cisternas ainda no auge da estiagem. Em Salitre, 25% das cisternas costumam estar secas no mês de junho, quando a estiagem ainda está em seu início (Gráfico 52). Outros 41% secam antes de dezembro, quando as primeiras chuvas são esperadas.

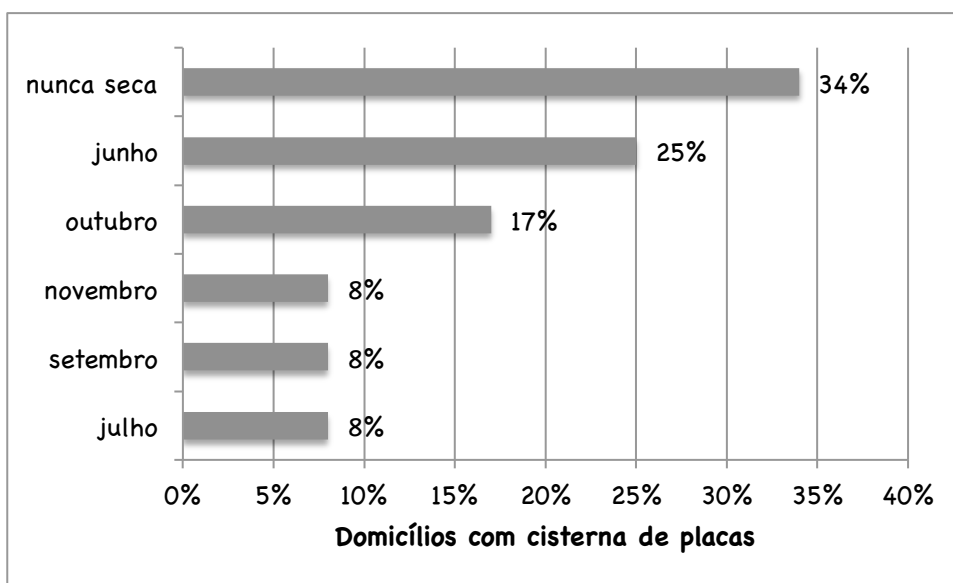


Gráfico 52- Perenidade da água estocada nas cisternas de placa segundo os entrevistados de Salitre (n=12). As cisternas perenes são indicadas como *nunca seca*. Aquelas intermitentes tem os meses que costumam secar indicado

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Em Salitre, a seca de 2012 pressionou ainda mais a capacidade desses reservatórios. Primeiro, porque não houve recarga das cisternas na quadra chuvosa. As últimas precipitações significativas foram em dezembro de 2011. A ausência de chuvas nos meses seguintes, associada ao aumento da demanda pelo recurso, resultaram em um esgotamento precoce do nível das cisternas para o consumo humano (Tabela 49). Algumas secaram seis meses antes que o usual. A amostra é muito pequena para estabelecer correlações, mas os dados apontam que não há, necessariamente, uma correlação entre tamanho familiar e

velocidade do esgotamento do reservatório. Esse desacoplamento está, provavelmente, associado a diferentes estratégias de manejo e uso da água que cada família faz de suas cisternas, sugerindo que mudanças comportamentais, sem a necessidade de aporte de recursos externos, pode ser significativos para adaptação.

Tabela 49 - Impacto da seca de 2012 nos reservatórios de água das cisternas em comparação a anos de chuvas regulares no município de Salitre em sete estabelecimentos entrevistados. O número de moradores e a disponibilidade hídrica *per capita* também são apresentados.

Mês que costuma secar	Mês que secou em 2012	O quão mais cedo a cisterna secou em 2012	Número de moradores	Disponibilidade hídrica cisterna (L/pessoa)
julho	julho	0 meses	4	4.000
junho	janeiro	5 meses	3	5.333
junho	março	3 meses	8	2.000
outubro	maio	6 meses	4	4.000
outubro	junho	5 meses	4	4.000
setembro	setembro	0 meses	2	8.000
junho	abril	2 meses	4	4.000

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

7.3.2 Adaptação e capacidade adaptativa: pipas

O rápido esgotamento da água da chuva das cisternas vem sendo contrabalanceado pelo abastecimento por carros pipas, que podem ser contratados ou fornecidos gratuitamente pelo Exército. Em média, os pipas tem capacidade entre 7-9 mil litros, cerca de metade do volume de uma cisterna de placas. Quando comprados, cada “carrada” - como é chamada popularmente cada transporte do pipa - tem valores variando entre R\$ 60 e 180, dependendo da distância entre a fonte de água utilizada e o estabelecimento. Porém, a informalidade e a falta de fiscalização torna os pipas contratados um risco à saúde humana. A água não passa por nenhum tipo de tratamento e tem qualidade duvidosa. Muitas vezes, vem de açudes e barreiros do interior que são usados tanto para o abastecimento humano como para o animal ou mesmo de fontes contaminadas por dejetos humano, visto o saneamento precário dos aglomerados populacionais rurais. A contaminação dos corpos de água por defensivos agrícolas também representa um risco ainda pouco compreendido (Box).

O maior problema que eu vejo é quando as pessoas contratam pipa de água. Vem água bruta, de barreiro, de rio e joga na cisterna. Ai volta a ter água de qualidade ruim. Mas veja: a gente tem consciência que a cisterna é de gestão familiar. Por isso que tem os cursos de gestão hídrica, na qual se conversa com as pessoas, onde (sic) se explica os riscos, o que evitar, os usos, etc. Mas vai depender muito da opção das próprias famílias. Eu acho que isso não anula todo benefício que a cisterna trouxe para as famílias. Ela não resolve todo problema de segurança hídrica, mas resolve muito. (representante da Comissão da Pastoral da Terra, Bahia)

Box 5 – Pipas, Agrotóxicos e Câncer?

No estudo de caso da Bahia, a agricultura irrigada e de vazante - intensivas no uso de agrotóxicos - são realizadas nas margens de grandes açudes (ex.: Pinhões) e nas áreas de vazante do lago Sobradinho. Os pipas particulares que abastecem comunidades do sertão próximas, usam estas fontes hídricas para abastecer as cisternas de consumo humano das famílias que contrataram o serviço. Não há estudos oficiais avaliando a contaminação da água ou se os teores de agrotóxicos representam realmente risco para a saúde humana. Porém, as evidências são suficientes para justificar preocupações. Foi destacado, por mais de um entrevistado, a alta incidência de câncer nos municípios Casa Nova, Remanso e no distrito de Pinhões (Juazeiro), o qual foi associado ao uso indiscriminado de defensivos agrícolas.

Na região, nós temos muita preocupação, porque vemos um uso indiscriminado de defensivos agrícolas, especialmente fungicidas, inseticidas e herbicidas. São produtos agressivos. Temos algumas regiões com alto índice de câncer. Naturalmente a água exerce uma pressão gravitacional que pode carrear esses elementos para a fonte de água e pode contaminar a cadeia alimentar, como peixes e camarões, e passar para quem comer (agrônomo do BNB, Juazeiro/BA)

Já na Operação Pipa do Exército, a água é fornecida periodicamente e de forma gratuita. A qualidade da água deveria ser, a princípio, monitorada e receber tratamento com hipoclorito para eliminar patógeno. O Exército trabalha em parceria com as defesas civis locais, vinculadas às secretarias de agricultura municipais. A governança da Operação Pipa envolve diferentes atores da sociedade civil e Estado. A demanda de água é identificada pelas próprias associações de moradores ou pelos agentes de saúde comunitários. A defesa civil municipal é, então, comunicada, cadastrando os produtores e informando a quantidade de pipas necessárias ao batalhão do Exército responsável pela região. Com a informação em mãos, o Exército dimensiona a operação em cada município e vai a campo distribuir fichas aos *apontadores*: moradores selecionados dentro de cada comunidade para administrar a água. É na cisterna destes que o pipa do Exército irá depositar a água. A cisterna de cada apontador atende a várias famílias dentro de um raio em torno da sua casa. A água é destinada exclusivamente ao consumo humano essencial (beber e cozinhar).

Os pipas não são patrimônio do Exército, mas contratados junto a *pipeiros* particulares em cada um dos municípios atendidos. Muitos destes são produtores familiares com mais condições financeiras para adquirir um caminhão. Os pipeiros do Exército costumam ser

exclusivos do programa e, nos últimos anos, vêm se especializando na atividade, visto que é uma fonte de renda substancial. Em Salitre e Araripe, no auge da seca de 2012, um pipeiro podia receber até R\$ 9.000/mês. Apesar de ser um trabalho extenuante (6 dias por semana, mais de 12 horas por dia durante à seca), é uma fonte de renda regular e segura em um período marcado pela carestia.

Cada pipeiro é responsável por uma rota pré-determinada e a quantidade distribuída é calculada considerando um consumo de 20L/pessoa/dia. Em Salitre, os pipas retornavam a mesma comunidade, em média, a cada 15 dias. Ao entregar a água, os pipeiros recolhem as fichas com os apontadores e, no início de cada mês, as levavam até o batalhão do exército responsável, onde são pagos. Periodicamente, uma equipe do Exército fiscaliza se a entrega da água está acontecendo da forma programada, buscando por evidências de fraudes ou usos políticos da Operação Pipa. Este intrincado sistema de abastecimento federal das cisternas esteve presente em todos os municípios visitados.

Originalmente, a Operação Pipa do Exército foi concebida como uma política emergencial em regiões afetadas por secas ou estiagens. Porém, a pesquisa revelou que, na prática, ela vem se consolidando como uma política perene de abastecimento de água na zona rural. Em alguns dos municípios visitados, a operação funciona o ano inteiro, diminuindo a frequência na estação chuvosa e tornando-se mais intensa durante a estiagem. Indiretamente, a perenidade da Operação Pipa como política vem contribuindo para consolidar as cisternas de placas como caixas d'água rurais e reduzindo a importância da captação de água da chuva. Segundo as palavras do coordenador da Defesa Civil em um dos municípios estudados na Bahia:

O abastecimento (do pipa do exército) é o ano inteiro: faça chuva ou faça sol. Ele (o produtor) não coloca mais a bica para coletar água da chuva. Ele já sabe que o pipa (do Exército) vai esse mês. Assim, não há reserva de água da chuva. Isso não é orientação do exército; é escolha do produtor (coordenador da Defesa Civil, estudo de caso da Bahia)

A relevância da Operação Pipa pode ser melhor avaliada pela abrangência da população rural que é atendida pela Operação (Tabela 50).

Tabela 50 - Número de pipas e estimativa de pessoas beneficiadas por mês com a Operação Pipa do Exército em municípios do Ceará (Salitre e Araripe) e Bahia (Remanso, Curaçá, Pilão Arcado, Casa Nova)

Município	Número de pipas		Pessoas beneficiadas	
	2011	2012		
CE	Salitre	9	13	10.920 (2012)
	Araripe	5	6	8.300 (2012)
BA	Curaçá	6	-	8.300 (2011)
	Remanso	14	-	11.700 (2011)
	Pilão Arcado	17	-	14.280 (2011)
	Casa Nova	36	-	30.240 (2011)

Fonte: Defesa Civil Municipal de Casa Nova, 2011, comunicação pessoal; Defesa Civil Municipal de Salitre, 2012, comunicação pessoal; Defesa Civil Municipal de Araripe, 2012, comunicação pessoal

A análise das amostras corrobora a abrangência da política entre a população rural. Ao serem questionados como fazem quando a água da cisterna acaba, a maioria dos produtores do estudo de caso da Bahia afirmaram que esperam o carro pipa do Exército. Também de grande relevância são os pipas contratados, mas devido aos custos elevados que representam no orçamento rural familiar, aparecem em menor proporção nas respostas. Apenas 25% dos respondentes relataram buscar em fontes de água locais quando as cisternas secam (Gráfico 53).

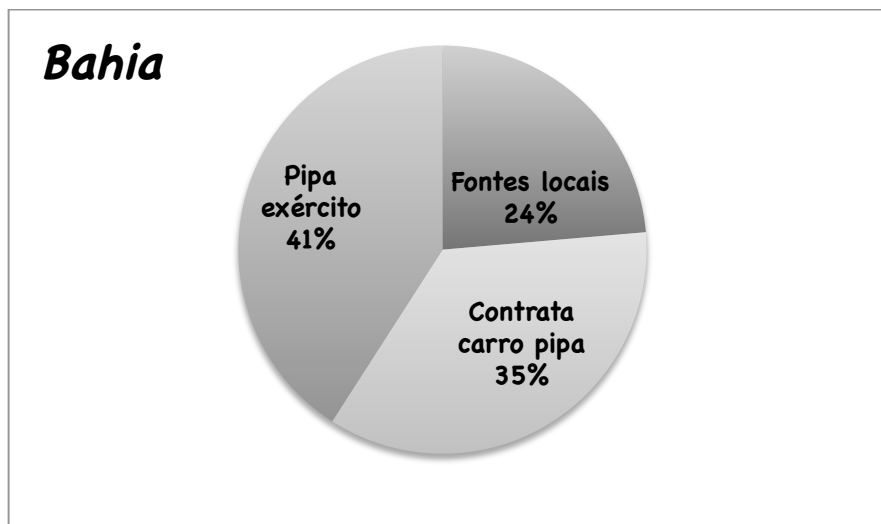


Gráfico 53- De onde vem a água quando a cisterna não é recarregada totalmente pela chuva ou quando a água acaba, estudo de caso da Bahia (n=102).
Fonte: Pesquisa de campo, 2011

Em Julho de 2011, quando a pesquisa da Bahia foi realizada, houve problemas com o repasse de recursos federais e a operação pipa havia sido paralisada, causando grande transtorno no abastecimento hídrico da zona rural. Este ponto é mencionado, porque, no momento da pesquisa, as respostas podem estar refletindo um contexto específico, no qual a contratação de carros pipas e o uso de fontes locais estavam sendo mais acessadas do que em anos no qual o Operação Pipa do Exército tem funcionamento normal.

7.3.3 Impacto da seca de 2012 no consumo hídrico humano - estudo de caso Salitre

O estudo de caso de Salitre foi uma excelente oportunidade para observar o funcionamento da Operação Pipa em uma situação extrema de seca, quando essa fonte de água ganha maior relevância. Um aspecto positivo é a flexibilidade da política, fundamental dentro da perspectiva da governança adaptativa. Foi verificado que oferta é ajustada de acordo com variações na demanda. Dentre as adaptações imediatas estão: contratação de mais pipas, aumento do número “carradas” diárias e antecipação do período no qual o abastecimento se torna mais intenso. Cabe a defesa civil municipal identificar o aumento da demanda e comunicar ao batalhão do Exército, que faz a gestão dos contratos. A qualidade desse elo mostrou-se fundamental no sucesso adaptativo da política.

Em Araripe, a operação funcionou o ano de 2012 inteiro, acrescentando mais um pipa à frota normalmente usada. Este contexto contrasta com anos de chuvas regulares, quando a operação concentra suas atividades entre agosto e janeiro. Já em Salitre, em anos de chuvas normais, a Operação costuma ser intensificada a partir de setembro, no período final da estiagem. Porém, em 2012, a intensificação começou em agosto e contando com a contratação de mais quatro pipas. Em um contexto no qual 46% dos entrevistados relataram que costuma faltar água para beber, a importância, como política emergencial, fica mais evidente em 2012. Cerca de 80% dos entrevistados em Salitre foram beneficiados pela Operação Pipa Exército em 2012. A contratação de carro pipa também foi importante em 2012, sendo acessado por cerca de 45% da amostra.

Buscando entender o funcionamento da Operação Pipa em um ano de seca, a distribuição de água de um carro pipa do exército foi acompanhada durante um dia no município de Salitre. A vivência permitiu observar *in loco* informações frequentemente relatadas nos questionários e durante entrevistas com atores-chave. Uma das mais importantes, é a utilização da água dos pipas para outros fins que não o consumo humano e acima da cota prevista de 20L/pessoa/dia. À semelhança do uso da água das cisternas, essa é mais uma evidência de que há uma distância entre o uso que consta no planejamento político e aquele que é efetivamente adotado pelo produtor. Apesar de receberem a orientação para fornecer segundo critérios de racionamento, alguns apontadores revelaram que não limitavam o acesso à água daqueles que vinham buscar. O pipeiro entrevistado confirmou que este contexto é muito comum, mas que não pode ser generalizado. De acordo com as palavras de uma apontadora da Serra do Salitre:

Se a pessoa vem pegar água para seus animais é porque precisa, né? Aqui tem um senhor que tem que dar de beber para uma vaca que dá leite para sua neta. Eu não vou negar. Mas tem apontador em outros lugares que controla o acesso a água, dizendo que ela não é para vaca. Vaca é ela. Estas pessoas são insensíveis. (apontadora da Serra do Salitre)

Outro aspecto observado foram as reclamações frequentes quanto ao sabor e coloração barrenta da água trazida pelo pipa do Exército. Aqueles que tinham outra fonte de água potável, como poços, optavam por não utilizar a água do Exército para beber, a empregando em outros fins, como tomar banho, dar de beber aos animais ou higiene pessoal. O sabor “ruim” se deve ao tratamento com hipoclorito usado pelo exército. Já a coloração barrenta, é resultado do baixo nível do açude Poço da Pedra, fonte da água do Operação Pipa em Salitre. Apesar de volumoso (capacidade para 50 milhões de m³), o açude viu seu nível cair para 20% da sua capacidade máxima devido a ação conjunta da seca de 2012/13 associada à pressão da demanda da sede de Campos Sales e dos pipas que abastecem as zonas rurais de Salitre e Campos Sales (Gráfico 54).

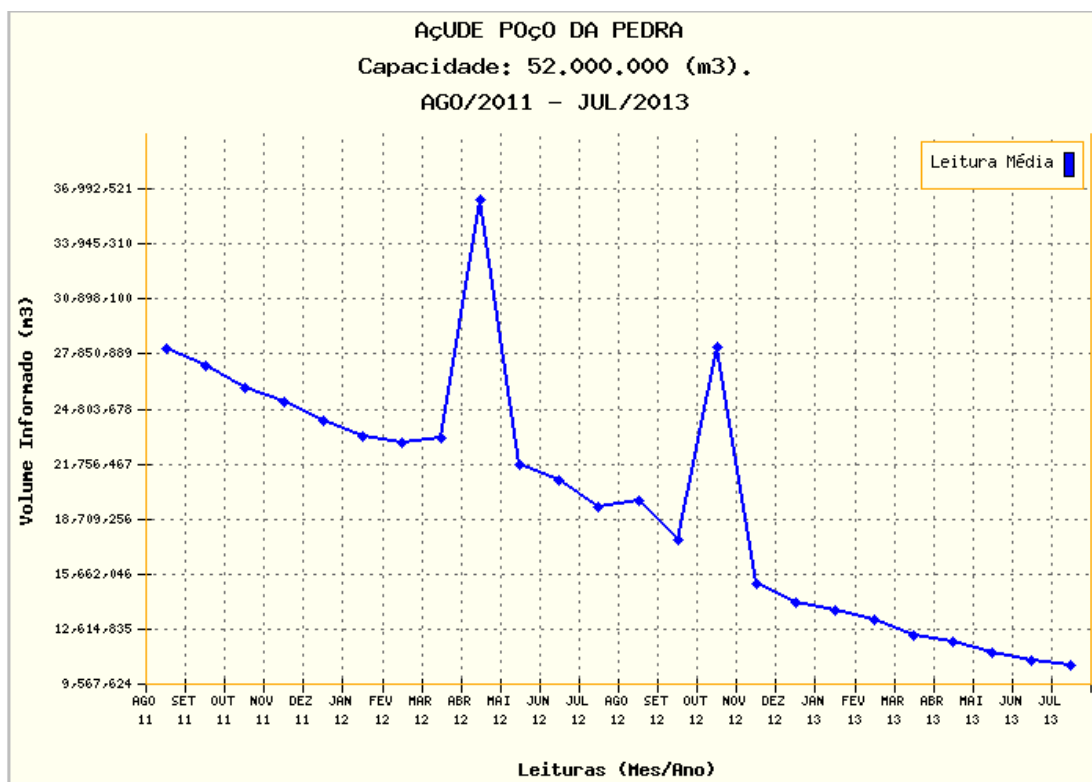


Gráfico 54- Volume do Açude de Poço da Pedra entre agosto de 2011 e julho de 2013
 Fonte: DNOCS, 2013⁶⁷

7.3.4 Gestão adaptativa: P1MC e Operação Pipa como oportunidades de aprendizado político

A ideia original do P1MC era acabar com o carro pipa no sertão nordestino. Entretanto, paradoxalmente, ele acabou fomentando ainda mais a demanda por essa fonte. Com o incremento da renda média na zona rural, em conjunto com a presença constante da Operação Pipa do Exército, a cisterna de placa vem assumindo um papel de “caixa d’água rural”, enquanto seu uso para a captação da água da chuva vem perdendo importância.

Como política pública, as cisternas foram idealizadas para banir o carro pipa no Semiárido. Mas as cisternas estão sendo usadas hoje, no meio rural, muito mais como uma caixa d’água do que como um reservatório de captação de água de chuva. Naturalmente, o número de carros pipa no nordeste aumentou quando era esperado que diminuísse. (pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina/PE)

Um extensionista rural, envolvido na implementação do P1MC, corroborou essa percepção:

Quando a gente começou com a construção de cisternas, realmente imaginava que ia acabar com essa estória do pipa; um golpe nesse motor político (compra de voto vinculado ao fornecimento de água). Mas aí o que aconteceu: a água da cisterna era para uma família de 5 pessoas beber e cozinhar durante 6-8 meses. Mas a realidade é que o produtor tem dificuldade de conseguir a segunda água, aquela para atender outras necessidades hídricas do dia-a-dia. Por exemplo, o camarada chega da roça de tarde e quer tomar um banho: usa a água da cisterna. Ao mesmo tempo, alguns vereadores estimulam esse tipo de comportamento,

prometendo água de pipa para abastecer as cisternas.” (extensionista rural, Ouricuri/PE)

Um gestor estadual de recursos hídricos do Ceará argumentou na mesma linha de raciocínio, mas destacou que em áreas de populações esparsas, o pipa ainda é a melhor solução:

O programa (P1MC) atende às necessidades de uma família de 5 pessoas para beber e por água no arroz e feijão. Quando é em agosto, a cisterna está seca, e isso é um fato: uma realidade de todas as cisternas. Tem que repor a água. E de onde vem? Do pipa. O pipa é algo vergonhoso, sujeito a manipulação dos políticos. Mas para população difusa, não tem outro jeito (Gestor estadual de recursos hídricos, Crato/CE)

A divergência da proposta original em relação a realidade não é sinal de ineficiência ou fracasso do P1MC ou de desvio de função da Operação Pipa. Entretanto, evidencia um conjunto de demandas hídricas reprimidas que os produtores buscam atender com o que lhe é oferecido, a despeito das orientações ou diretrizes previstas nos planos e programas de governo (Quadro 67).

Programa 1 milhão de Cisternas (P1MC)		
	Concepção original	Realidade observada em campo
Uso	Beber e cozinhar	Beber, cozinhar, higiene pessoal, dessedentação animal, higienização da casa
Duração do reservatório	240 dias (os 8 meses de estiagem)	Grande variabilidade (60-240 dias)
Nº de pessoas atendidas	4-5 pessoas	Grande variabilidade (2-15 pessoas)
Dimensionada para	14 L/pessoa/dia	Grande variabilidade (não raro, superior a 14L/pessoa/dia)
Fonte	Água da Chuva	Água de pipas contratadas e/ou do exército
Operação Pipa do Exército		
	Concepção	Realidade observada em campo
Frequência	Durante secas e estiagens	Ano todo (mais intensa na estação seca)
Uso	Beber e cozinhar	Beber, cozinhar, higiene pessoal, dessedentação animal, higienização da casa
Dimensionada para	20 L/pessoa/dia	Depende do apontador (não raro superior a 20L/pessoa/dia)

Quadro 67 - Comparação entre os objetivos da concepção original do P1MC e do Operação Pipa do Exército com a realidade das respectivas execuções observadas em campo.

Fonte: Pesquisa de Campo, 2011; 2013

O que é necessário, dentro da perspectiva da governança adaptativa, é aprender com este contexto. Primeiro, que o produtor é soberano nas suas escolhas. Segundo, que essa soberania é o último filtro da gestão dos recurso hídrico disponibilizado pelas políticas públicas, de modo que a eficiência precisa levar em consideração as demandas reprimidas que interferem na forma como as populações rurais apropriam-se da política.

Portanto, faz-se urgente a necessidade de se debater e disponibilizar a segunda água que atenda aos outros usos domésticos, assim como a que garanta disponibilidade hídrica para dessedentação animal. A insegurança hídrica dos rebanhos durante a estiagem ou em anos de seca extrema leva o produtor a compartilhar recursos hídricos para consumo

humano e de boa qualidade com os seus animais. Alguns atores entrevistados apontaram o potencial de uma política semelhante ao Operação Pipa do Exército para abastecimento animal. Esta é uma proposta interessante, mas cuja viabilidade precisa ser melhor avaliada. A demanda hídrica animal é maior que a humana e em um contexto de fontes já escassas pode gerar uma pressão negativa sobre a disponibilidade hídrica humana.

7.3.5 Adaptação e Capacidade adaptativa: outras fontes de água para consumo Humano

Além das cisternas, outras fontes de água vem transformando, pontualmente, o acesso a água no Semiárido Brasileiro. No estudo de caso da Bahia, chama a atenção a presença de água encanada em sete comunidades rurais, o equivalente a 21% dos estabelecimentos visitados. As comunidades atendidas compartilham algumas características. Primeiro, são aglomerados humanos mais densos, onde a distância entre as casas são pequenas. Estão próximas a alguma fonte de água abundante, como o lago Sobradinho, açudes ou no trajeto de adutoras que levam água para mineração.

Já na pesquisa quantitativa de Salitre, não foi registrada água encanada em nenhum estabelecimento. Entretanto, durante a pesquisa qualitativa, identificou-se pelo menos duas comunidades (Chapada do Alegre e Lagoa dos Paulinos) nas quais um sistema de abastecimento de água encanada estava presente. Ambos foram implementados no âmbito do SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural), um sistema de gestão não-governamental formada pelas associações das comunidades atendidas pelo saneamento rural. Além de Salitre, o SISAR está presente em vários municípios do Cariri cearense, tendo sido observado *in loco* também em comunidades de Missão Velha.

O SISAR é uma iniciativa cearense com grande potencial em outras realidades do Semiárido. Reservatórios subterrâneos (poços tubulares e amazonas) ou superficiais (rios, açudes, e barragens) podem servir de fonte de água. A construção de infraestrutura de captação e distribuição (encanamento) é viabilizada por meio de projetos financiados por instituições governamentais, como prefeituras, Funasa (Fundação Nacional de Saúde), CAGECE (Companhia de Esgoto do Estado do Ceará), ou instituições privadas (banco KFW). Destaque para o Projeto São José (da Secretaria de Desenvolvimento Agrário do Estado do Ceará), um dos principais financiadores do SISAR no Ceará.

Três características são peculiares ao SISAR. Primeiro, é uma iniciativa que deve nascer da associação de moradores interessada no sistema. Segundo, o serviço não é de graça. Cada família beneficiada paga uma taxa de acordo com o consumo de água. Como não tem fins lucrativos, os recursos arrecadados são usados inteiramente na manutenção dos sistemas. Cada comunidade escolhe um morador para ser operador do sistema local, o qual recebe um salário para executar a função. Se algum dos beneficiados deixa de pagar as taxas, após um prazo de tolerância, o fornecimento da água é cortado. Terceiro, o

sistema é autogerido, não estando subordinada a nenhuma instituição governamental, apesar de contar com apoio de algumas. A administração é realizada pelo conjunto das associações filiadas, que tomam decisões desde aplicação dos recursos até o preço da água (votada por um conselho).

A proposta do modelo de gestão do SISAR é muito interessante, tanto por valorizar o papel da comunidade como por valorizar o recurso hídrico na cobrança de uma taxa acessível e proporcional ao uso. Porém, em entrevista, uma das responsáveis pelo sistema na região do Cariri cearense relatou que esse modelo tem alguns gargalos (Quadro 68)

Gargalo	Percepção da gestora do SISAR
Associativismo deficiente	As associações são o pilar do SISAR, porém a prática do associativismo é difícil. Segundo ela, o grau de participação nas reuniões das associações é baixo e, eventualmente, conflituosa.
Associativismo envelhecido	Os jovens mostram pouco interesse em participar. Em contrapartida, os mais velhos tendem a se associarem mais e serem mais participativos
Inadimplência	As pessoas tem resistência em pagar as faturas. Segundo ela, é porque estão acostumadas a serviços gratuitos
Recursos humanos	Falta recursos humanos para implementar o SISAR

Quadro 68 - Percepção de uma das gestoras do projeto SISAR sobre o funcionamento do Sistema na região do Cariri cearense

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

As comunidades que participam do SISAR não costumam ser atendidas pela Operação Pipa do Exército, uma vez que possuem acesso a uma fonte regular de água. Porém, na seca de 2012, houve registros de associações que tiveram que racionar água porque o lençol freático baixou de mais e a vazão dos poços ou nascentes não suportaram a demanda. Mas de modo geral, no que tange segurança hídrica, as comunidades que fazem parte do SISAR resistiram a seca de 2012 muito melhor que as demais.

A nossa água é encanada pelo SISAR. Graças a ela esse ano (2012) não faltou água. Essa foi na nossa sorte, porque os barreiros já secaram tudo. (produtor Lagoa dos Paulinos, Salitre/CE)

Em termos de qualidade de vida e disponibilidade de água, o SISAR mostrou-se a melhor alternativa observada nas zonas rurais visitadas. A água é de boa qualidade, chega nas torneiras de casas e pode ser consumida à vontade, em contraste com as demais tecnologias sociais, como as cisternas e os carros pipas, cujo volume disponível é limitado. A taxa paga é fixada em R\$ 6,80 até o consumo de 10 mil litros/mês. Este volume é 30% maior que a capacidade de um pipa contratado que cobra entre R\$ 50 e R\$ 160 para transportar água. Caso o consumo seja superior a 10 mil litros, o valor será proporcional ao volume. A avaliação feita por alguns dos entrevistados beneficiados com o SISAR foi muito positiva:

Melhorou muito...foi um céu. Antigamente as mulheres iam buscar água no rio e traziam na anca do jumento. (Produtor do sítio Aroeiras, Missão Velha/CE)

Tem um poço SISAR no sítio da *Madeira Cortada* que tem uns 3 a 4 anos que trouxe água encanada para cá. A vida mudou muito. Antigamente a gente tinha que puxar a água manual da cacimba, 20-30 baldes na mão. (Produtor do sítio Duas Passagens, Missão Velha/CE)

O SISAR e outros modelos de redes de abastecimento rurais se adequam em áreas nas quais o adensamento humano compensa os custos com a infraestrutura de distribuição. É o caso das sedes distritais, vilas e sítios com mais de 25 casas. Mas em áreas nas quais a demanda é difusa, como muitas das visitadas em campo, outros sistemas economicamente mais viáveis têm que ser implementados. A associação de cisternas e pipas são mais indicados nos casos extremos, nos quais as distâncias entre os domicílios são muito grandes. Mas há contextos intermediários, nas quais as casas constituem pequenos aglomerados familiares de até 25 domicílios. Nesses casos poços tubulares e chafarizes são mais adequados. Um destes poços foi observado no sítio Arapuca, em Salitre. Construído pela SOHIDRA, o poço é profundo e de livre acesso à comunidade. Paga-se R\$ 0,25 por uma ficha que dava direito a 5 baldes de 20 L. Cada família podia comprar até 6 fichas/mês (600 litros). Pessoas de fora, pagam R\$ 0,50 pela mesma ficha. A água é doce, de boa qualidade, usada para consumo humano. Ao lado do poço da SOHIDRA, há um poço comum, cuja água – salobra - é gratuita para a comunidade, que a usa para diversos fins, como a dessedentação dos rebanhos. As casas vizinhas também são atendidas pela Operação Pipa do Exército, cuja água, segundo os entrevistados, é usada para tomar banho e lavar roupa.

7.3.6 Considerações finais sobre a vulnerabilidade do subsistema hídrico humano

A segurança hídrica é uma das dimensões que mais foi transformada nos últimos 10 anos no Semiárido brasileiro. Um processo de descentralização do acesso a água trouxe para perto do produtor fontes de água doce e de qualidade razoável. A cisterna de placa é a mais abrangente, mas compartilha essa nova paisagem hídrica com iniciativas pontuais de rede de poços, chafarizes e mesmo de água encanada. Os pipas do exército complementam essa paisagem adaptativa como *adutoras móveis*, cada vez mais relevante na vida da população rural.

Esta revolução adaptativa é evidenciada nos dados coletados em campo, que mostram uma participação pouco significativa das fontes que tradicionalmente forneceram água para o consumo humano: cacimbas, açudes e barreiros (Gráfico 55). Estas agora são prioritariamente para os animais. Apenas eventualmente é acessada para consumo humano.

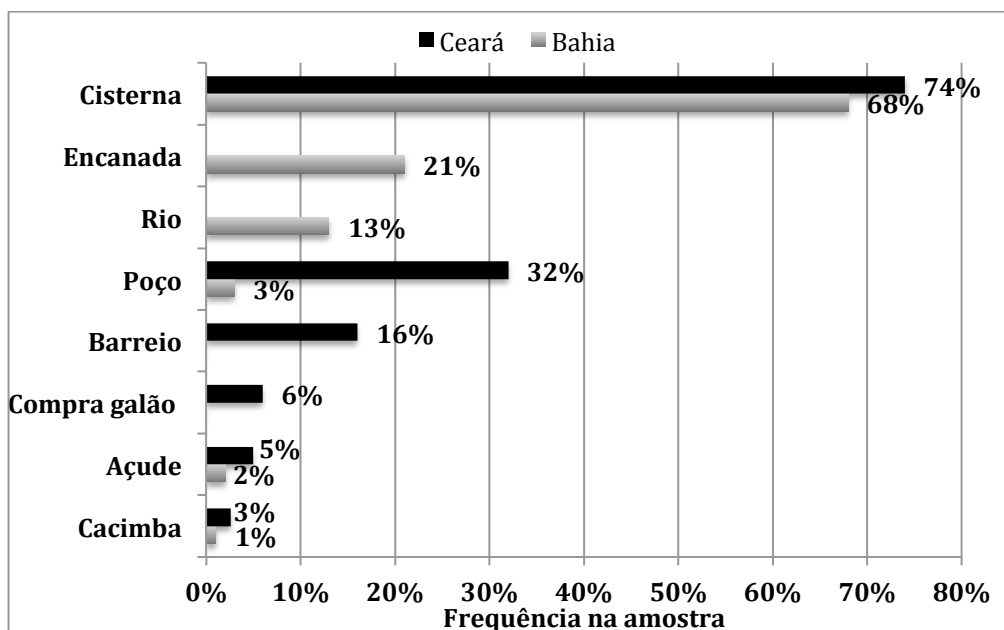


Gráfico 55- . Frequência do uso de fontes hídricas para beber e cozinhar nas amostras da Bahia (n=241) e Ceará (n=38).

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Se por um lado a situação hídrica ainda está longe do ideal, por outro, está muito melhor do que antigamente. Esse ganho de qualidade vem mantendo e até mesmo atraindo o produtor de volta para o campo. Apesar de contextos de insegurança hídrica terem sido eventualmente relatados, de forma semelhante ao observado quanto à fome, a sede crônica e saciada com água de péssima qualidade não é mais a realidade predominante nos estudos de caso durante secas extremas, como a de 2012.

7.4 ANALOGIAS ADAPTATIVAS: AS SECAS DE ONTEM E DE HOJE

Chegou a desolação da primeira fome. Vinha seca e trágica, surgindo no fundo sujo dos sacos vazios, na descarnada nudez das latas raspadas (Raquel de Queiroz, O Quinze, p. 46)

Se a fome avassaladora em anos de grande seca não é mais a realidade nordestina, ela ainda está enraizada na memória e vivência de muitos dos entrevistados mais velhos. Estes viveram a fome e a miséria nas suas diversas dimensões durante a maior parte de suas vidas. Seus relatos são testemunhos da evolução da vulnerabilidade climática e da capacidade adaptativa da produção familiar a eventos extremos de seca e permitem pôr em perspectiva histórica o processo adaptativo observado durante a seca de 2012.

A primeira grande diferença é que nas secas passadas, especialmente as do século XIX e da primeira metade do século XX, o isolamento que essas populações viviam as deixavam à própria sorte. A adaptação dependia inteiramente da capacidade individual de cada produtor ou da família em acessar água e alimento durante o período de escassez. Muitos eram amparados pelos coronéis locais, reforçando o sistema pernicioso do paternalismo e coronelismo. Aqueles que podiam, fugiam para os centros urbanos a pé por

estradas precárias, em pau de arara ou via ferroviária. Aqueles que não tinham escolha, se viravam com recursos da caatinga e com o pouco que conseguiam tirar dos sistemas agropecuários. Um produtor de 91 anos lembrou de estórias sobre a Grande Seca de 1877-79, contadas a ele quando era criança:

Aqui tinha um velho chamado Inocêncio que trabalhava para o meu pai. Ele contava que, em 1877, ele passou três anos no alto da Serra, comendo carne de caça sem sal e mel de abelha; ele conheceu até uma lagoa em cima da Serra, mas ela se encantou (produtor 91 anos, Salitre/CE)

Outro produtor de Uauá (BA), de 94 anos, relatou sua própria experiência na Grande Seca de 1932:

Em 1932 era fome de matar. A seca continuou em 1933 e 1934. Só foi chover em 1935. Morreu muita gente idosa, já fraca pela idade. Morria criança também. Meu pai se embrenhava no mato para buscar algo para caçar. Quando conseguia alimento, era primeiro para gente (filhos).

Segundo ele, a escassez de alimento era tão grande, que os produtores acessavam produtos da caatinga, de baixa digestibilidade e qualidade nutricional, que tradicionalmente não são utilizados como alimento. Eles entravam na dieta familiar apenas para “encher a barriga. Um desses alimentos era a madeira do Licuri (*Syagrus coronata*), uma palmeira típica da caatinga. De coloração vermelha intensa, a madeira do licuri era cortada e colocada para secar. Em seguida era socada, peneirada e, por fim, batia até ficar uma massa vermelha. Punha-se sal e fazia um cuscuz. O sabor foi descrito como muito ruim, mas era apreciado pelas pessoas no auge da fome. Outra planta nativa, o pau-de-mocó (*Luetzelburgia auriculata*), também foi mencionado. Tirava-se a raiz, amassava e fazia uma goma com a qual fabricava-se uma tapioca branca: “se pusesse sal, comia. Se pusesse rapadura, comia”.

Porém, de todos os alimentos acessados durante as grandes secas do passado, a mais frequentemente citada foi a leguminosa Mucunã (*Mucuna puriens*). Mencionada por todos os produtores entrevistados para o registro das *memórias climáticas*, o fruto era amplamente usado, tanto no estudo de caso da Bahia quanto no Ceará.

Apesar de ser abundante no semiárido, o mucunã é muito tóxico se consumido *in natura*. Era usado para fazer cuscuz, mas para tal precisava ser lavado em nove águas para remover a toxidade. Em seu relato, o produtor de Uauá contextualizou o uso do fruto. Na época, como filho mais velho, ele ficava responsável por cuidar dos irmãos enquanto o pai buscava por comida. Segundo ele:

(Na seca de 1932) Eu quase matei três dos meus irmãos. Um dia veio uma mulher aqui e me ensinou a lavar (a mucunã) em 5 águas para fazer o cuscuz. Cacei mucunã até meio dia. Cheguei, pilei e fiz o cuscuz. Quando

foi à tardinha, dei um pedaço de cuscuz para eles. Passou um tempo e começaram a ter diarreia e vomitar sangue. Quase morreram (produtor, 94 anos, Uauá/CE)

Outras secas severas durante a segunda metade do século XX também trouxeram insegurança alimentar e fome para o Sertão:

Em 1951, minha mãe contava, não deu nada. Era pouquinha as roças, pois não tinha essas coisas que tem hoje, como trator. O forte era pecuária e as pessoas levavam os animais para onde tinha água. Se chovia na Serra, para lá iam com os rebanhos. A farinha só era produzida na Serra e tinha que vir de lá na anca dos de animais para abastecer o pessoal do Sertão. Ai choveu no dia de São José, quando plantaram feijão. Mas na época era o feijão “tardão”, que só ia ser colhido em Julho. Assim, até a safra, as pessoas escaparam com leite e farinha. (produtora de Salitre/CE)

Saques em anos de seca extrema é outro relato frequente pelos nos estudos de caso da Bahia e do Ceará. Também foram registrados na fala de entrevistados no Cariri Pernambucano, em julho de 2011. Os saques consistiam na invasão das sedes municipais pela população rural. Faminta, assaltavam os mercados e feiras locais a busca de alimentos. Quando questionados sobre o último evento de saque, todos foram unânimes em apontar a seca de 1992/93. Esse tipo de estratégia era uma adaptação extrema, comum desde que as primeiras secas no nordeste começaram a ser registradas ainda no século XIX. A ausência desse tipo de comportamento em 2012 é uma evidência de que um contexto adaptativo diferente esteve em curso durante esta grande seca.

As frentes de emergência também desempenhavam um papel importante durante as secas das décadas de 1970 e 1980. Alguns dos entrevistados trabalharam ou tiveram pais que trabalhavam nessas frentes. Segundo eles, o pagamento era pouco, mas muitas vezes a única alternativa para suprir a escassez de alimento. Alguns depoimentos interessantes foram registrados:

Em 1972 foi igualmente à (seca) de 2012. Teve muita gente que não tirou nenhum saco de feijão. Passamos o verão com arroz branco e um feijão (carioca) que vinha com as frentes de emergência. (produtora de Salitre/CE)

Antigamente, a ajuda que o governo dava era essa: ‘Vamos abrir um serviço em algum canto’; Ajuntava 30-40 pessoas e ia trabalhar. No fim do mês vinha um feijão mulatinho e a gente ia escapando (produtor de Missão Velha/CE)

Hoje, se o produtor trabalhar dois dias, o cabra vai à cidade e traz a feira do mês para casa. Nas secas da década de 1970, as pessoas que trabalhavam fora, sem ser pelas frentes de emergência, recebia em um dia o equivalente a uma lata de óleo. Em 1967, meu pai trabalhava 5 dias por semana por 5 L de feijão. Ele passava o dia inteiro fora de casa e voltava à noite para jantar (produtora de Salitre/CE)

Nessa época (década de 1970) tinha as emergências. Era para trabalhar em obras públicas. Por exemplo, tinha um açude, fazia aquela turma de homem, tinha um gerente e punha aquela gente para trabalhar. No final do mês a gente ia para Fronteiras (PI), no DNOCS, e recebia o pagamento. Lá tirava a cesta básica (arroz, feijão e farinha). (produtora de Salitre/CE)

O quadro 69 resume as principais estratégias alimentares adaptativas nas secas do século XX, segundo os informantes. Ficou claro que as opções marginais (extremas) só eram acessadas quando todas as outras alternativas tinham se esgotado. Na seca de 2012, apesar da severidade no que tange produção agrícola e pecuária, medidas adaptativas extremas na alimentação humana não foram registradas graças a uma rede de segurança provida, principalmente, por programas assistenciais e doações da sociedade civil.

Respostas adaptativas	Comentários
Caça	Assumiam uma relevância central na dieta das famílias rurais. Na seca de 2012 também foi importante, mas de forma complementar a outras fontes inexistentes no passado.
Uso espécies silvestres de baixa qualidade nutricional	Cuscuz de mucunã e de licuri; tapioca de pau-de-mocó; batata do umbu e do colé. Na seca de 2012 não foi registrado o uso de alimentos silvestres de baixa qualidade nutricional para consumo humano
Saques às sedes municipais	Último registro: seca de 1992
Migrações	Mais frequentes no passado, ainda é acessada em anos de seca por alguns produtores.
Frentes de emergência	Último registro: seca de 1998

Quadro 69 - Respostas adaptativas alimentares comuns nas grandes secas passadas (século XIX e XX)
 Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

PARTE III – DESTINO (OU REFLEXÃO TEÓRICO-EMPÍRICA).

8. ARCABOUÇO TEÓRICO-ANALÍTICO

Este capítulo faz a ponte entre a empiria e a teoria. Ele sintetiza os resultados observados para os diferentes sistemas da produção rural familiar, buscando operacionalizá-los dentro de um arcabouço teórico-analítico sobre vulnerabilidade e adaptação.

8.1 A SECA É UM VETOR DE EXPOSIÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL COMPLEXO E HETEROGÊNEO

O emprego do termo Seca para descrever o fenômeno de déficit pluviométrico resume um conjunto complexo de vetores climáticos quanto à quantidade e à qualidade da distribuição das chuvas em diferentes escalas temporais. Cada qual tem implicações distintas para as diferentes atividades rurais analisadas neste trabalho.

A menor escala temporal de distúrbio climático é a do episódio de chuva, caracterizado pela quantidade precipitada e duração do evento. Na agricultura, episódios muito intensos são prejudiciais, causando danos físicos às lavouras e provocado erosão do solo. Na pecuária, o impacto é ambíguo. Por um lado, quando ocorrem na transição entre a estação seca e a chuvosa, chuvas muito intensas causam morte dos animais enfraquecidos pela estiagem. Por outro lado, resultam em elevado escoamento superficial, importante para a recarga dos reservatórios hídricos usados na dessedentação animal (ex.: açudes, barragens e barreiros). Chuvas menos intensas e prolongadas são benéficas para a agricultura, pois não causam danos físicos às plantas e permitem a infiltração da água no solo. Todavia, essas chuvas são ruins para a recarga dos reservatórios hídricos superficiais, pois geram pouco escoamento superficial.

A segunda escala temporal a ser considerada abrange períodos mais longos, desde semanas a meses. Nesta perspectiva, o déficit hídrico se manifesta de duas formas. Primeiro, no encurtamento da quadra chuvosa, seja pelo atraso do seu início, seja pelo seu fim precoce. Nesse caso, as chuvas podem até ser abundantes, mas são concentradas em um número menor de meses. Isso é especialmente problemático para a agricultura, cujas consequências vão desde o atraso no calendário de plantio até a perda de safra no final do ciclo de desenvolvimento das plantas. Para a apicultura, o encurtamento da estação chuvosa também é problemático, visto que reduz a disponibilidade das primeiras floradas. A segunda forma é a de veranicos muito longos ou muito frequentes durante momentos críticos do desenvolvimento das culturas (agricultura) ou das floradas (apicultura). O risco representado por um veranico é relativo à cultura ou à florada considerada. A mandioca, por exemplo, é sensível a veranicos principalmente durante a germinação. O feijão tem sensibilidade mais pronunciada na época da floração, enquanto o milho é afetado por veranicos em diversas fases de seu desenvolvimento.

A terceira escala temporal constitui a quadra chuvosa como um todo, que costuma ser avaliada a partir do somatório das precipitações diárias ou mensais ao longo da quadra, mas que também pode ser vista a partir da qualidade das chuvas segundo o calendário agrícola, apícola, pecuário, etc, levando em consideração as escalas temporais discutidas acima. A irregularidade do clima semiárido resulta em diferentes “tipos” de quadras chuvosas, cada uma com implicações diferentes para a produção rural familiar. Observa-se quadras como 2010/2011, com chuvas abundantes e bem distribuídas ao longo dos meses de plantio e desenvolvimento das principais culturas e floradas apícolas (Gráfico 56).

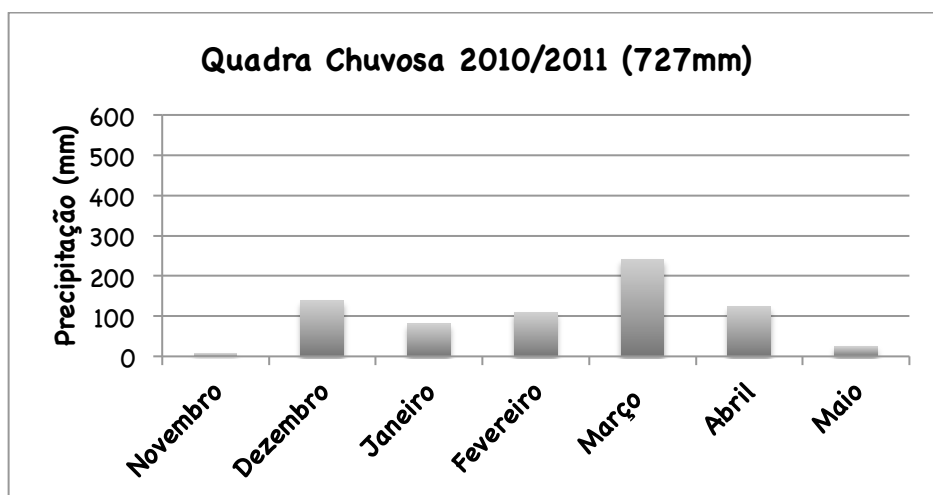


Gráfico 56- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2010/2011 registrada pela estação meteorológica de Salitre. Entre parênteses está o total de chuvas da quadra
Fonte: Funceme, 2013

Há também quadras de chuvas muito abundantes, mas concentradas em poucos meses. A quadra de 2003/2004 é um exemplo, caracterizada por uma estação chuvosa curta, de início atrasado (janeiro) e fim precoce (março), mas total de chuvas muito elevado (Gráfico 57). Anos como estes costumam ser desastrosos para os produtores, pois os episódios de chuva são intensos, causando grande destruição por meio de enxurradas, inundações das áreas plantadas nas proximidades de rios e riachos, erosão e encharcamento dos solos.

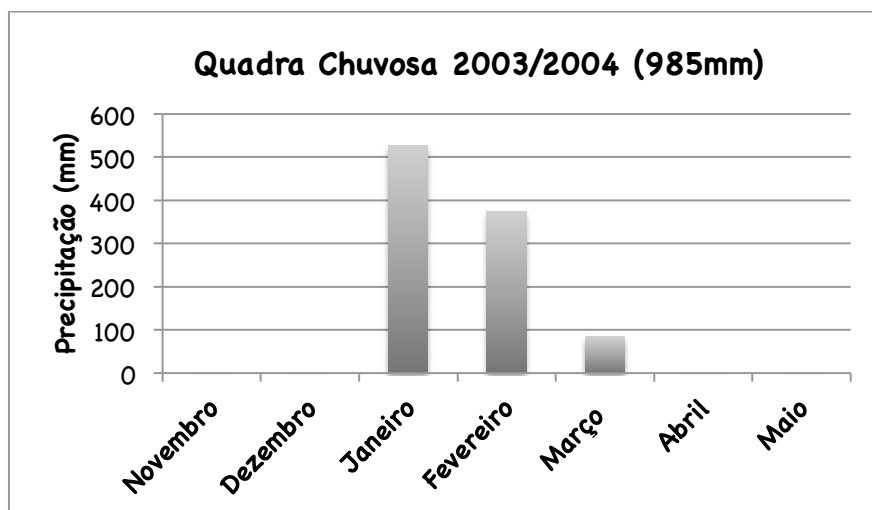


Gráfico 57- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2003/2004 registrada pela estação meteorológica de Salitre. Entre parênteses está o total de chuvas da quadra
 Fonte: Funceme, 2013

Outros anos apresentam um atraso significativo do início da estação chuvosa, prolongando a duração da estiagem do ano anterior, agravando os estresse hídrico e alimentar dos animais típicos do final da estiagem e postergando o calendário agrícola. A quadra chuvosa de 2009/2010 é um bom exemplo (Gráfico 58). As chuvas só começaram a partir de 20 de março de 2010, um dia após o dia de São José, data limite tradicional para o plantio. As chuvas foram escassas e concentradas nos últimos três meses da quadra chuvosa, comprometendo a safra das principais culturas. Esse foi um ano particularmente identificado como seco pelos produtores.

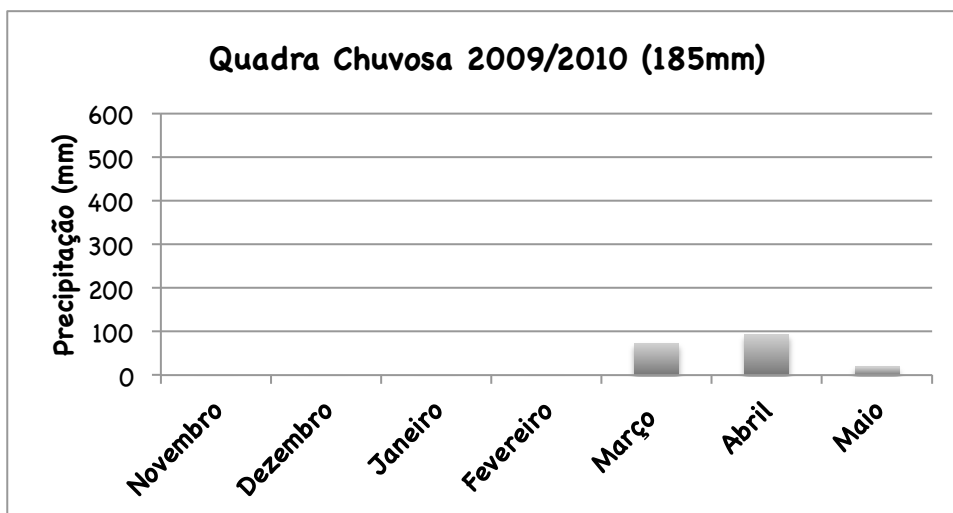


Gráfico 58- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2009/2010 registrada pela estação meteorológica de Salitre. Entre parênteses está o total de chuvas da quadra.
 Fonte: Funceme, 2013

Todavia, é 2012 o exemplo mais extremo de estação seca. Não houve chuvas, a exceção de dois episódios de chuva em abril. Nesse caso, não faz sentido caracterizar veranicos ou atrasos no início ou fim da estação chuvosa, visto que a quadra chuvosa foi

inexistente. Em termos agropecuários, foram 17 meses entre duas quadras chuvosas consecutivas (Gráfico 59).

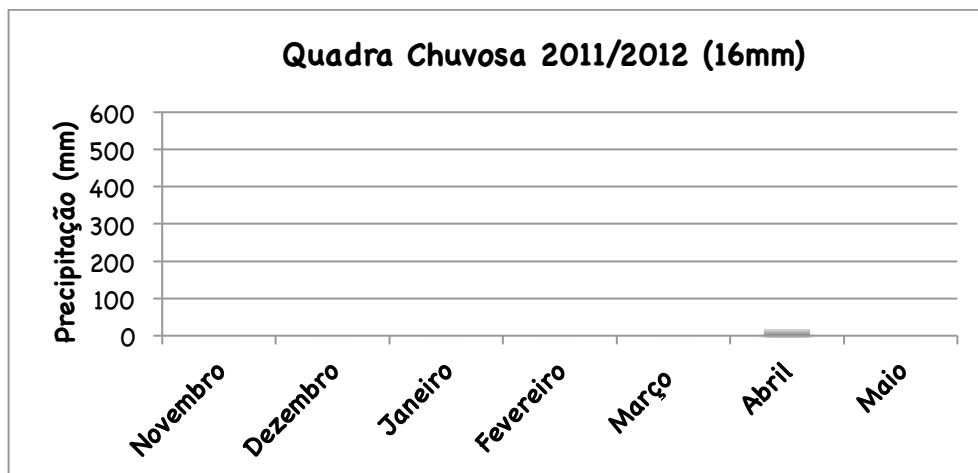


Gráfico 59- Quantidade e distribuição das precipitações na quadra chuvosa de 2011/2012 registrada pela estação meteorológica de Salitre. Entre parênteses está o total de chuvas da quadra
Fonte: Funceme, 2013

A quarta escala temporal a ser considerada é a composta pelo conjunto dos anos imediatamente anteriores e consecutivos a um ano de seca pluviométrica. Neste contexto, uma sequência de anos secos pode ser pior que um evento extremo isolado, pois os impactos se somam e não permitem ao produtor familiar recuperar seus sistemas produtivos e lastro financeiro. Novas dívidas juntam-se àquelas assumidas nos anos anteriores. Os estoques de sementes são reduzidos, o que é acompanhado pela queda sucessiva da área plantada e colhida. Os rebanhos não tem tempo de se recuperar e seu tamanho decresce ano após ano. O consumo hídrico dos açudes, barreiros e barragens não é compensado pela taxa de recarga e tendem a reduzir seus níveis a cada ano da seca prolongada. Os dados históricos corroboram o efeito danoso de secas plurianuais. Dentre as piores secas registradas nos últimos 130 anos, estão sequências de triênios de chuvas abaixo da média, como as Grande Secas de 1877-79; 1932-34; 1981-83. A análise realizada no estudo da Bahia para o triênio 2001-2003 é um bom exemplo dos efeitos de uma sequência de anos de seca (vide capítulo 5).

Considerando os dados da quadra chuvosa de 2013, talvez o presente trabalho tenha feito a análise do impacto do primeiro ano (2012) de uma sequência de anos secos, pelo menos em Salitre. Após o ano sem “inverno” de 2012, a quadra chuvosa de 2013 foi muito fraca. Entre novembro de 2012 e maio de 2013 choveu 243 mm. Apesar do valor ser bem superior à 2012 (16mm), ainda é cerca de 50% abaixo da média dos dez anos anteriores, tendo sido insuficiente para que a produção rural familiar se recupere dos impactos da seca do ano anterior. Se a tendência se confirmar e a seca se prolongar pela quadra chuvosa de 2013/2014, os indícios indicam que os efeitos poderão ser catastróficos para muitas famílias rurais entrevistadas (Quadro 70).

Vetor de exposição	Escala temporal	Caracterização do vetor: impactos
Episódio de chuva	Minutos Horas	<ul style="list-style-type: none"> - Rápido e intenso: benéfico para recarga dos reservatórios hídricos superficiais. Pode causar danos à agricultura e à pecuária - Demorado e pouco intenso: benéfico para a agricultura, mas pode ser insuficiente para recarregar os reservatórios hídricos superficiais. - Rápido e pouco intenso: a precipitação é insuficiente para recarregar os reservatório hídricos e umedecer os solos para a agricultura, mas suficiente para a rebrota da caatinga. É a chamada <i>seca verde</i>
Veranicos	Dias Semanas	- Prolongados e frequentes: elevado risco de perda de safras agrícola/apícola quando coincidem com etapas críticas dos ciclos das culturas e floradas
Encurtamento da estação Chuvosa	Semanas Meses	<ul style="list-style-type: none"> - Atraso do início: resulta no atraso do plantio. Supressão das 1^{as} floradas da apicultura. Recarga tardia dos reservatórios hídricos. - Fim precoce: risco de perda em fases adiantadas do ciclo agrícola. Supressão das floradas apícolas de 2^a safra
<i>Inverno</i> pouco chuvoso	Meses	É resultado da combinação de alta incidência de veranicos e/ou episódios curtos e pouco intensos de chuva e/ou encurtamento da estação chuvosa. Dentre os impactos estão: quebra de safra. Não formação de pastagens. Não recarga dos reservatórios hídricos superficiais. Supressão das floradas apícolas. Retardo da rebrota da caatinga
Sequência de anos secos	Anos	Potencialização progressiva dos efeitos das secas anuais. Perda gradativa da capacidade adaptativa e resiliência. Uma sequencia de anos de seca moderada pode ser mais catastrófica para a agropecuária familiar que o impacto que uma seca extrema pontual

Quadro 70 - Vetor de exposição climático segundo a escala temporal e suas implicações para as atividades rurais familiares

Fonte: elaborado pelo autor

A pesquisa também se deparou com uma elevada variabilidade espacial das chuvas, tanto dentro dos municípios pesquisados, quanto entre municípios de uma mesma região. O município de Uauá (BA) foi um caso emblemático. Os produtores descreveram o município com de elevada heterogeneidade espacial das chuvas. No sul, ocorrem chuvas entre junho e agosto, chamadas localmente de *invernadas*, fenômeno ausente no restante do município e demais municípios estudados na Bahia. Já no norte de Uauá, o calendário de chuvas inicia-se em outubro, com as *trovadas* (chuvas fortes e rápidas). A pesquisa não encontrou explicações para este fato, mas uma hipótese é que o sul de Uauá marca o limite latitudinal do avanço de frentes frias vindas do sul do Brasil e que eventualmente conseguem chegar ao território norte da Bahia. Em Salitre observou-se também uma variabilidade intra-municipal relevante entre áreas de Serras (mais chuvosas) e áreas de Sertão (mais áridas). Isso resulta em climatologias distintas que implicam em agroambientes com vulnerabilidades climáticas diferenciadas.

O déficit hídrico em anos de seca extrema também é heterogêneo no espaço. Em 2012, o posto meteorológico da sede de Araripe (CE) registrou 270 mm de chuvas, enquanto no município vizinho de Salitre marcou um total de 16mm. Em Missão Velha (CE), uma estação meteorológica mantida por um produtor no sítio Aroeira, no norte do município, registrou 800mm em 2012. Em outros quatro postos distribuídos pelo município, os registros

oscilaram entre 380mm e 540mm. A variabilidade espacial das chuvas e secas tem implicações relevantes para o planejamento político, sendo a principal o fato de que o município não deve ser a menor unidade de exposição climática da gestão pública. As estratégias precisam trabalhar com mapas de riscos intramunicipais e estruturas institucionais capazes de intervir pontualmente segundo necessidades e características particulares de cada área. Curiosamente, essa percepção já está avançado na administração de risco climático em áreas urbanas, mas ainda é incipiente na zona rural, que, do ponto de vista da gestão climática adaptativa, ainda é vista, essencialmente como um território de vulnerabilidade homogênea.

8.2 A VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DA PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR PODE SER COMPREENDIDO A PARTIR DE UM ARCABOUÇO ANALÍTICO HIERÁRQUICO

Os vetores de exposição climática, como os discutidos na secção 8.1, interagem com sensibilidades internas dos sistemas agropecuários e humanos para configurar o que este trabalho chama de *contexto de vulnerabilidade*. A Figura 30 traz um exemplo para a agricultura. Percebe-se que impactos intermediários, dentro do subsistema hídrico agrícola, conecta os vetores de exposição climática (déficit pluviométrico e elevação da temperatura) ao impacto final da cadeia: perda de produtividade.

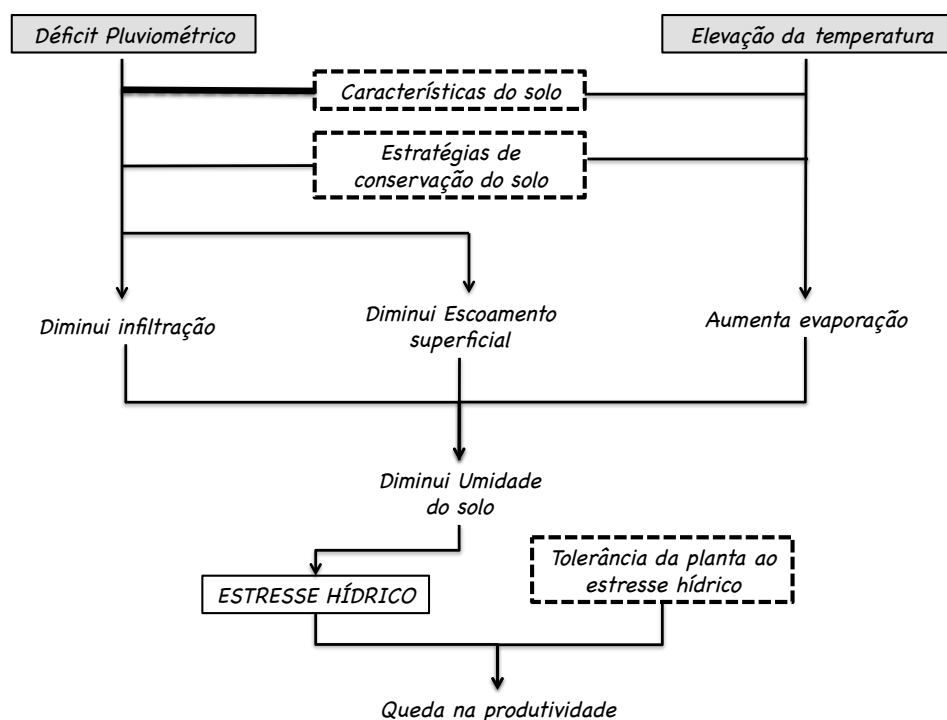


Figura 30 Contexto de vulnerabilidade ao estresse hídrico e cadeia de impactos climáticos de uma cultura agrícola. Vetor climático (retângulos acinzentados), fatores de sensibilidade (retângulos tracejados) e impacto (sem delimitação)

Fonte: elaborado pelo autor

O estresse hídrico é o *contexto de vulnerabilidade*, determinado pela interação entre um ou um conjunto de vetores de exposição e sensibilidades. O estresse hídrico é o vetor de exposição proximal, causa direta do distúrbio ao funcionamento da planta, levando à queda da produtividade, o impacto final da cadeia. Um *contexto de vulnerabilidade* pode ser avaliado a partir de indicadores de estado, que refletem sensibilidades climáticas específicas do sistema, como capacidade de armazenamento hídrica do solo, coeficiente de escoamento superficial e infiltração, estoque de carboidratos na raiz etc. O conjunto desses indicadores permite uma avaliação *ex-ante* do *quanto* o sistema é sensível a um determinado distúrbio.

O *contexto de vulnerabilidade* também se manifesta na forma de impactos, que podem ser avaliados durante ou depois do distúrbio ocorrer (avaliação *ex-post*). Neste caso, indicadores de impacto são utilizados. Estes são parâmetros quantificáveis dos sistemas que oscilam frente a um distúrbio. No exemplo acima, o impacto pode ser medido por alterações na: taxa de infiltração, taxa de escoamento superficial, taxa de evaporação, umidade do solo e produtividade. Cada um destes tem seus valores modificados em resposta ao clima. Quanto maior a oscilação, mais sensível é o sistema a um determinado vetor de exposição. Portanto, os vetores climáticos são apenas o primeiro elo de uma longa cadeia de impactos. Quanto mais ampla a escala de análise, mais difusa é a cadeia e menos direta é a influência do clima, que passa a ser mediada pelos *contextos de vulnerabilidade* intermediários, que vai incorporando vetores de exposição não climáticos e sensibilidades/capacidades adaptativas com raízes socioeconômicas e políticas. A noção de *contexto de vulnerabilidade* tem grande afinidade com a abordagem contextual da vulnerabilidade (CUTTER, 1996; O'BRIEN *et al*, 2007). O uso de indicadores de impacto e de contexto está em consonância também com conceitos de sistema de avaliação como, o modelo PAR (BLAIKE *et al*, 1994) e de comumente usado em abordagens da escola de Desastres Naturais, que enfatizam nas quantificações perdas e prejuízos (STERN, 2007; MARGULIS *et al*, 2008).

Outra conclusão central deste trabalho é que a vulnerabilidade da produção rural familiar é um contexto complexo, de impactos hierarquizados, no qual a vulnerabilidade dos sistemas mais amplos determina e é determinada pelas vulnerabilidades específicas de seus subsistemas (Figura 31). As relações através das escalas são caracterizadas por retroalimentação e interdependência entre os subsistemas, muito semelhante a noção de panarquia trazida pela abordagem da resiliência (vide capítulo 1.1)

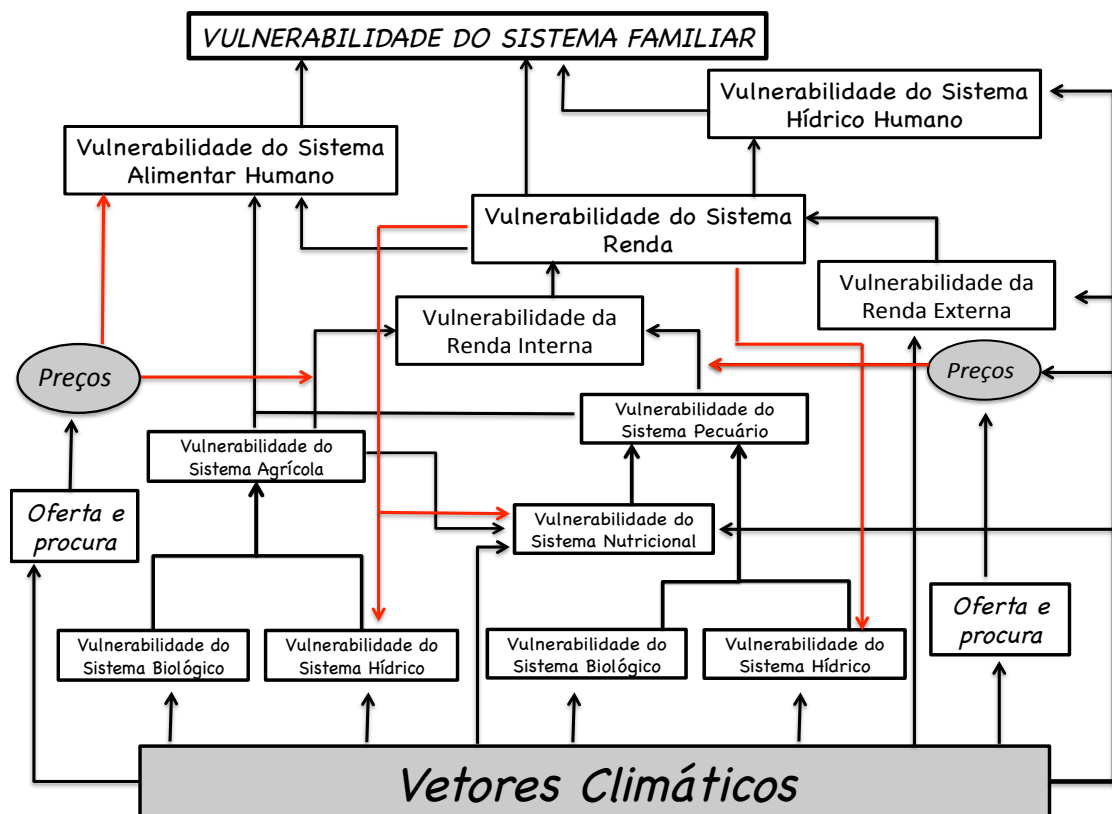


Figura 31 ilustração da cadeia de impactos da produção rural familiar. Setas negras indicam impactos ascendentes (escalas e setas vermelhas impactos descendentes)
 Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que a cadeia de impactos climáticos pode ser ascendente, propagando-se dos subsistemas menores até subsistemas mais amplos (Figura 31). Neste caso, são fatores de sensibilidade do sistema, visto que são internos a este. Também pode ser descendente, quando o impacto manifesta-se como um vetor de exposição, uma vez que se propaga como um distúrbio externo ao sistema em análise. Usando como exemplo o sistema renda mostrado na figura 31, é possível observar que os impactos climáticos são transmitidos tanto através dos subsistemas menores que o compõem, como também a partir de uma cadeia de impactos colateral que ocorre em escala municipal/regional. Esta é determinada pelo desequilíbrio entre a oferta e procura dos produtos agrícolas, que se reflete nos preços pagos pelo mercado. O preço, por sua vez, é um vetor de exposição (externo) tanto da renda bruta da agropecuária familiar quanto do sistema alimentar humano, o qual depende da compra de comida nos mercados locais

Retroalimentações também podem ser observadas. Neste caso, a cadeia de impactos configuram ciclos que reforçam impactos, tanto positivos como negativos. O sistema renda é novamente um bom exemplo (Figura 32). Impactos no subsistema agrícola e pecuário levam à queda na renda bruta agropecuária, que por sua vez leva a uma queda na renda familiar. Esta é um componente central da capacidade adaptativa de vários dos subsistemas rurais familiares inferiores. Fornece os meios financeiros para a compra de ração animal, aluguel

de pastagens, contratação de tratores, pagamento de mão-de-obra para aração, plantio e colheita. Em anos de chuvas abundantes e preços razoáveis, esse ciclo é caracterizado por retroalimentações que potencializam os ganhos e reduzem vulnerabilidades. Em anos de seca extrema, o ciclo de impactos é caracterizado por retroalimentações que potencializam perdas e aumentam as vulnerabilidades dos subsistemas que compõem o ciclo.

Por fim, a vulnerabilidade e a cadeia de impactos também possuem uma dimensão temporal relevante. Tomando o cultivo de milho como exemplo, a vulnerabilidade global da safra é determinada pelo somatório da vulnerabilidade da cultura em cada uma das suas fases de desenvolvimento: germinação, crescimento, desenvolvimento das flores e formação da espiga (Figura 32). Basta que o impacto em um desses ciclos seja substancial, para que toda a safra seja perdida, mesmo que a vulnerabilidade nas demais seja baixa. A escala temporal pode ser estendida a anos subsequentes à seca, na busca por compreender como a vulnerabilidade de uma safra afeta a seguinte. Observou-se, por exemplo, que os impactos da seca de 2012 na disponibilidade de maniva irá ressoar na capacidade adaptativa das safras de 2013 e 2014.

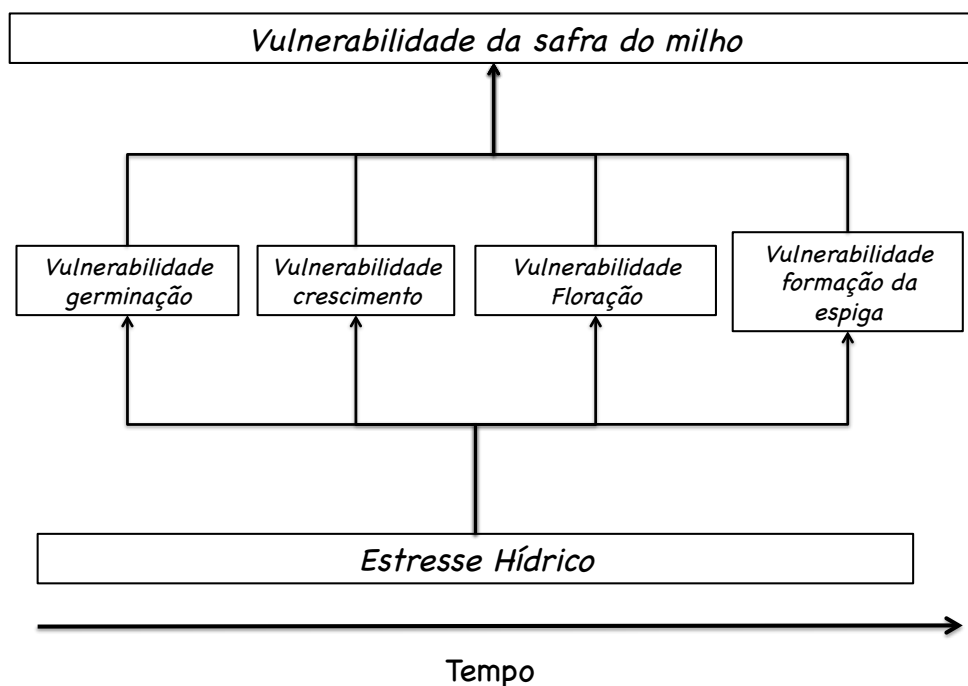


Figura 32 Representação da dimensão temporal da vulnerabilidade da safra de milho
 Fonte: elaborado pelo autor

Com base na pesquisa de campo e na literatura, o presente trabalho propõe uma arcabouço analítico da vulnerabilidade baseado em algumas perguntas-guia para decompor a vulnerabilidade em unidades analíticas operacionais (Quadro 71). *Quem é vulnerável* indica a unidade expositiva, a entidade que é afetada pelo distúrbio. *O que é vulnerável* responde ao aspecto da unidade expositiva é afetado. *Ao que é vulnerável* identifica o vetor

de exposição e/ou o contexto de vulnerabilidade. Por fim, *Quando é vulnerável* aponta a escala temporal na qual o sistema é vulnerável (Quadro 71).

VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA AGRÍCOLA FAMILIAR			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Subsistema Hídrico	Umidade do solo	- Déficit pluviométrico (veranicos) - Elevação da temperatura	- Germinação - Crescimento
Subsistema Biológico	Produtividade	- Estresse hídrico - Estresse nutricional - Estresse térmico - Doenças	- Floração - Formação do fruto (ex.: espiga, vagem)
Sistema produtivo	Produção	- Queda na produtividade - Perda de área agrícola	- Safra
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA PECUÁRIO FAMILIAR			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Subsistema Hídrico	Aporte hídrico por cabeça	- Déficit pluviométrico - Elevação da temperatura - Assoreamento	- Estação chuvosa - Estação seca
Subsistema Nutricional	Aporte nutricional por cabeça	- Estresse hídrico - Estresse nutricional - Estresse térmico - Doenças - Oscilação do preço das rações	
Subsistema Biológico	Produtividade (leite, carne)	- Estresse hídrico - Estresse nutricional - Estresse térmico - Doenças - Enxurradas	
Sistema Produtivo	Produção (leite, carne)	- Queda na produtividade - Perda de animais	
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DA RENDA FAMILIAR			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Renda interna do estabelecimento	- Rentabilidade - Lucratividade - Valor de venda - Lucro	- Queda da produção - Aumento dos custos operacionais - Queda no preço de mercado	- Momento da comercialização - Momento do investimento
Renda Externa ao estabelecimento	- Salários - Diárias	- Desemprego - Redução da demanda por mão-de-obra	- Mês - Estação chuvosa - Estação seca - Ano
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA ALIMENTAR HUMANO			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Alimentação oriunda do estabelecimento	- Ingestão <i>per capita</i> - Qualidade do alimento	- Quebra de safra - Perda de produtividade	- Semana - Mês
Alimentação comprada		- Aumento do preço da cesta básica	- Estação chuvosa - Estação seca - Ano
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA HÍDRICO HUMANO			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Fontes hídricas próprias	Aporte hídrico <i>per capita</i>	- Déficit pluviométrico - Elevação da temperatura	- Estação chuvosa - Estação seca
Fontes compradas		- Déficit pluviométrico - Elevação da temperatura - Aumento do preço da "carrada"	
VULNERABILIDADE CLIMÁTICA DO SISTEMA FAMILIAR			
Quem é vulnerável?	O que é vulnerável?	Ao que é vulnerável?	Quando é vulnerável?
Saúde	- Hidratação - Nutrição	- Estresse hídrico - Estresse nutricional	- Semana - Mês - Estação chuvosa - Estação seca

Quadro 71 - Proposta de arcabouço analítico da vulnerabilidade
Fonte: elaborado pelo autor

8.3 A VULNERABILIDADE É MULTI-VETORIAL. O CLIMA É APENAS UM DOS FATORES DE ESTRESSE

Raramente o clima é o único vetor de exposição pressionando os sistemas rurais familiares. Ele é apenas mais um elemento na equação da vulnerabilidade, ora sendo preponderante, ora sendo secundário. Nesse sentido, a noção de dupla exposição (O'BRIEN; LEITCHENKO, 200) é corroborada pela pesquisa. A inserção do produtor no mercado, a intensificação dos sistemas agropecuários e a dependência crescente da compra de comida nos mercados locais expõem os sistemas familiares à oscilação dos preços dos insumos agropecuários e de gêneros alimentícios alheios ao seu controle. No estudo de caso da Bahia, a agricultura familiar irrigada mostrou baixa sensibilidade às secas, porém elevada vulnerabilidade aos preços do mercado de *commodities*, determinados principalmente pela cotação do dólar, dinâmica econômica internacional e desempenho da safra em outras regiões do Brasil e do mundo.

No que tange ao custo da cesta básica, o estudo de caso do Ceará mostrou que o clima tem um peso central na formação de preços em ano de seca extrema. Mas em outros contextos climaticamente mais favoráveis, as oscilações de parâmetros não-climáticos, como preço dos combustíveis, ocorrência de pragas e vetores sociais (ex.: guerras) interferem nos custos de produção e/ou no balanço entre a oferta e demanda, causando elevação dos preços e, em última análise, insegurança alimentar e fome. Por fim, em outros contextos de vulnerabilidade ambiental aos quais a produção rural familiar está sujeita, como salinização dos solos, erosão, assoreamento dos rios e desertificação, o clima atua como um cofator. Portanto, se isolar o vetor climático é uma estratégia analítica útil em um primeiro momento, por outro é necessário ter em mente que a vulnerabilidade é frequentemente um contexto multi-vetorial. Análises parciais podem levar a recortes distorcidos da realidade ou resultar em intervenções adaptativas inócuas.

Observou-se também que distúrbios climáticos podem potencializar a *tragédia dos comuns*. Algumas formas de gestão de recursos coletivos foram observadas em campo. O uso de fundos de pasto foi o mais emblemático. Uma vez que não há regulação do uso dessas áreas, o sobrepasteio é frequente, muito acima da capacidade suporte da caatinga. Em anos de seca extrema, a disponibilidade de biomassa e capacidade suporte são drasticamente reduzidas. O sobrepasteio em anos como esses pode impedir a reprodução e rebrota de espécies nativas, levando a degradação, desertificação e, conseqüentemente, perdas irreversíveis de áreas pastagem (Quadro 72).

Contextos de vulnerabilidade	Impacto climático	Outros vetores não-climáticos
Insegurança alimentar/Fome	Quebra de safra Perda de produtividade	-Oscilação no preço da cesta básica
Insegurança financeira	Redução da renda líquida agropecuária Aumento de custos operacionais	- Oscilação no preço agropecuário pago pelo mercado
Salinização	Aumento das taxas evaporativas do solo	- Irrigação com água salina - Excesso de fertilizantes
Desertificação	Estresse hídrico e térmico	- Sobrepasteio - Desmatamento
Tragédia dos fundos de pastos	Redução da produção de biomassa de forrageiras nativas	- Sobrepasteio; - Desmatamento

Quadro 72 - Impacto climático e vetores não-climáticos que resultam em alguns dos contextos de vulnerabilidade multi-vetoriais identificados

Fonte: Elaborado pelo autor

8.4 O MODELO DE PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR TRADICIONAL É UM MODELO RESILIENTE AO CONTEXTO AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO DO SEMIÁRIDO

Como modelo produtivo, os sistemas agropecuários tradicionais do Semiárido são altamente adaptados a dois contextos: **(1)** às condições ambientais irregulares e extremas do clima; **(2)** à elevada deficiência de recursos naturais e financeiros. Os séculos de pressões seletivas e engenhosidade humana resultaram em sistemas que contrastam com a lógica da produção empresarial, como aquela encontrada em estabelecimentos familiares no Sul e Sudeste do Brasil, e entre os agricultores dos polos de irrigação dispersos pelo Nordeste (Quadro 73).

Parâmetros	Modelo tradicional	Modelo empresarial
Objetivo	Autoconsumo	Lucro
Produtividade	Muito baixa (suficientemente boa)	Ótima (maximização da produtividade)
Intensificação	Sistemas extensivos	Sistemas semi-intensivos/intensivos
Insumos	Autonomia	Elevada dependência externa
Investimento	Baixo	Elevado
Risco climático	Alto	Moderado/Baixo
Atividades	Diversificação	Especialização
Funções	Multifuncionalidade	Monofuncionalidade
Vetores de exposição	Climático; doenças	Climático; Doenças; oscilação no preço dos insumos; oscilações de mercado

Quadro 73 - Comparação entre o modelo empresarial e o modelo tradicional da produção rural familiar.

Fonte: elaborado pelo autor

O modelo tradicional apresenta relativa autonomia de insumos externos, cuja maior parte é produzida dentro do próprio estabelecimento. Isso torna os custos operacionais dos sistemas agropecuários pequenos, o que caracteriza os sistemas tradicionais como de baixo investimento. O baixo custo de operação implica em baixo risco de prejuízo econômico em caso de quebra de safra. Sem aporte de fertilizantes ou maquinário para trabalhar a terra, os índices agrônômicos são baixos e a produtividade almejada é *a suficientemente boa*, ou seja, aquela que atenda ao autoconsumo familiar e dos rebanhos e, eventualmente, gere

excedente para comercialização. A diversificação das atividades dentro do estabelecimento e a multifuncionalidade (várias funções para uma mesma atividade agropecuária) é uma estratégia para lidar com o elevado risco ambiental. Este modelo é ao mesmo tempo resultado do e adaptação ao contexto socioeconômico e ambiental da agropecuária familiar de sequeiro.

Em contraste, a agricultura empresarial é baseada em elevado investimento em insumos para controlar as condições ambientais e, desse modo, otimizar a produtividade e o lucro. A redução de riscos ambientais permite a especialização dos sistemas produtivos em poucas atividades, culturas e mesmo variedades, cuja a função é uma só: a comercialização. Monoculturas de variedades geneticamente idênticas são muito comuns nestes sistemas. Todavia, se o modelo empresarial blinda o sistema agropecuário ao controlar o ambiente, por outro está expostos a vetores e riscos não-climáticos que também podem resultar em perdas catastróficas. São eles: as oscilações de mercado, doenças e variações no preço das *commodities*. Portanto, apesar de menos sensível ao ambiente, quando são impactados, os sistemas empresariais sofrem prejuízos proporcionalmente maiores, pois os investimentos elevados se transformam em dívidas substanciais. Não é atoa que a agricultura empresarial é assistida por sistemas de seguro robustos.

Observou-se em campo que os sistemas rurais familiares movimentam-se dentro de um gradiente entre modelos tradicionais e empresariais. Isso agrega maior complexidade à análise da vulnerabilidade e da adaptação, pois caracteriza os sistemas rurais familiares como um mosaico de atividades com diferentes relevância, níveis de investimento e destino da produção e, conseqüentemente, sensibilidades e capacidades adaptativas.

A Figura 33 apresenta esse mosaico para um produtor típico do município de Salitre. Ele ainda tem sistemas agropecuários diversificados, multifuncionais, porém as atividades apresentam diferentes graus de inserção no mercado e intensificação. O cultivo da mandioca e da apicultura são voltados principalmente para comercialização, estando sujeitos à dinâmica do mercado e do clima. A pecuária e o cultivo de milho são frequentemente comercializados, mas também atendem a parte substancial da demanda familiar de leite/carne e de alimento para os animais domésticos, respectivamente. Verificou-se que a aplicação de defensivos agrícolas, aração da terra, vermifugação e vacinação são investimentos comuns nessas atividades. Já o feijão é essencialmente para autoconsumo, cultivado em consórcio com o milho e mandioca e recebendo baixíssimo investimento. Ele se beneficia indiretamente dos investimentos realizados nos demais cultivos do consórcio, mas raramente é cultivado para fins comerciais. Por fim, a caça, é o exemplo de atividade essencialmente de subsistência e baseada em recursos fornecidos pela caatinga.

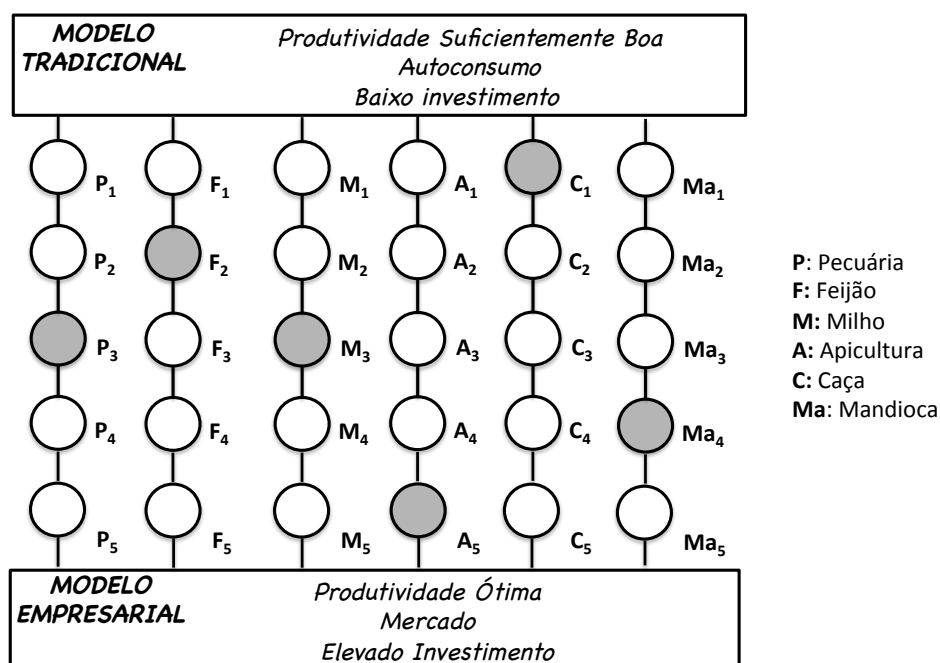


Figura 33. Atividades dentro de um estabelecimento típico no município de Salitre, segundo o grau de sofisticação do sistema produtivo dentro de um gradiente entre o modelo empresarial e o modelo tradicional. Os círculos acinzentados e as numerações representam a posição da atividade em relação ao modelo empresarial e ao modelo tradicional.

Fonte: elaborado pelo autor

8.5 ADAPTAÇÃO PODE SER VISTA COMO UMA CONDIÇÃO, UMA AÇÃO E UM PROCESSO

O termo adaptação tem várias conotações. Pode ser empregado para descrever a condição de adaptado. Neste contexto, é oposto à sensibilidade ou sinônimo de elevada capacidade adaptativa. Por exemplo, o estoque de água e carboidratos na raiz é uma adaptação da mandioca que a torna menos sensível ao estresse hídrico durante um período de estiagem. A elevada eficiência hídrica dos caprinos é uma adaptação à seca, conferindo uma menor sensibilidade ao estresse hídrico em relação aos bovinos. Famílias que estocam comida apresentam alta capacidade adaptativa à quebra de safra. Diz-se que ela é mais adaptada do que àquelas famílias que não armazenam alimento. Esta perspectiva é condizente com a abordagem da vulnerabilidade contextual e compreende condição de adaptado como um estado. Avaliações podem ser empreendidas por meio de indicadores de sensibilidade e de capacidade adaptativa. Neste caso, a capacidade adaptativa representa um *contexto favorável à adaptação*, mas *não implica* que a adaptação será empreendida. Essa observação é importante, pois verificou-se em campo que ter os meios para se adaptar não significa que eles serão usados para empreender a adaptação.

A adaptação também pode ser compreendida como uma ação que conecta no tempo dois estados de vulnerabilidade. Ela pode ser uma ação simples, como o ajuste reativo no

calendário de plantio (ex.: após as primeiras chuvas, o produtor planta) ou pode ser uma cadeia de ações na qual apenas a última ação interfere diretamente em alguma sensibilidade do sistema. Por exemplo, a venda de animais para levantar recursos para a compra de ração é uma adaptação. O uso do recurso para compra de ração é a ação seguinte e que vai, de fato, constituir uma adaptação física no sistema pecuário. Abordar a adaptação como ação tem duas implicações. Primeiro, agrega uma dimensão temporal à análise. Segundo, permite compreender *Como* e *Quando* a capacidade adaptativa é traduzida em adaptação. O arcabouço analítico que entende adaptação como ação consiste na descrição da medida como um verbo associado a uma opção adaptativa e cujo resultado é passível de quantificação. Por exemplo, a eficiência da contratação (ação) de um carro pipa (opção adaptativa) pode ser avaliada mensurando o volume de água adicionado ao reservatório hídrico ou medindo o aumento da oferta hídrica *per capita* familiar. A adaptação também pode ser simplesmente uma ação. Neste caso esta é a própria opção adaptativa. Por exemplo, o abandono de uma atividade em resposta a anos consecutivos de seca ou a migração do produtor para centros urbanos em busca de emprego são ações que em si constituem a adaptação.

Por fim, a adaptação também pode ser analisada como um processo mais amplo no tempo, no qual várias cadeias de ações interagem entre si, resultando em dinâmicas complexas, como aprendizado, inovação, planejamento, gestão, governança, auto-organização e desenvolvimento. Esta abordagem é típica da pesquisa em resiliência socioecológica e mais difícil de ser empreendida em pesquisas que analisam contextos pontuais no tempo, como a realizada no presente trabalho. Caso seja possível retornar ao estudos de campo nas estações secas seguintes ou mesmo um monitoramento através de vários anos, o processo adaptativo poderia ser melhor compreendido e forneceria novos *insights* sobre a resiliência dos sistemas analisados.

8.6 A ADAPTAÇÃO PODE SER CLASSIFICADA: ARCABOUÇO ANALÍTICO

Um dos objetivos últimos da Tese é operacionalizar o conceito de adaptação em um arcabouço analítico que permita classificá-la segundo certos aspectos. Esse exercício decompõe o processo em partes que permitem organizar ideias, comparar estratégias adaptativas e ajuda na avaliação e formulação de estratégias mais efetivas. Baseado na literatura (vide capítulo 1) e na pesquisa de campo, o presente trabalho estabeleceu um arcabouço de classificação da adaptação da produção rural familiar. Primeiro, responde-se a pergunta: *Adaptação ao que*. Em seguida, classifica cada adaptação segundo tipologias quanto ao momento em relação ao evento, o mecanismo da adaptação, a natureza da adaptação e o objetivo final da adaptação. A definição das categorias toma por base trabalhos da literatura (BRYANT *et al*, 2000; SMIT; SKINNER, 2002; SMIT *et al*, 2000;

FORD *et al*, 2010) e o desenvolvimento de novas categorias usando a metodologia categorial que é brevemente descrita no capítulo 3.

8.6.1 Adaptação ao que?

A adaptação humana ao clima é uma resposta ou uma antecipação a algum vetor de exposição. Identificou-se nove vetores de exposição climática nos estudos de caso (Quadro 74).

Vetor climático
Sazonalidade
Irregularidade espacial das chuvas
Irregularidade temporal das chuvas (ex.: veranicos)
Irregularidade na quantidade das chuvas
Evento extremo de seca
Varição nas temperaturas
Evaporação
Sequência de anos de seca
Variabilidade ambiental

Quadro 74 - Tipologias de vetores de exposição climáticos para produção rural familiar identificadas em campo
Fonte: elaborado pelo autor a partir da pesquisa de campo

Porém, como discutido anteriormente, o vetor de exposição é apenas o gatilho inicial de uma cadeia causal, que, ao interagir com sensibilidades específicas do sistema resulta – em uma análise *ex-ante* - em contextos de vulnerabilidade ou – em uma análise *ex-post* – em impactos. Em última análise, as adaptações são intervenções que moderam ou evitam tais contextos de vulnerabilidade ou lidam com os impactos. O quadro 75 sintetiza os contextos de vulnerabilidade e impactos identificados. Eles podem ser observados em diferentes escalas. O estresse alimentar, por exemplo, se aplica aos sistemas apícolas, ao sistema pecuário e ao sistema humano. O estresse hídrico também é um contexto/impacto observado para os sistemas humano, animal e agrícola.

Contextos de vulnerabilidade/impactos	
Estresse	Alimentar
	Hídrico
	Térmico
	Ambiental
	Econômico
Quebra sucessiva de safras	
Perda de Capacidade Adaptativa	
Queda na produtividade	
Morte de animais	
Aumento dos custos operacionais	
Elevação dos preços de mercado	
Perda de Capacidade Adaptativa (CA)	

Quadro 75 - Proposta de tipologias de contextos de vulnerabilidade/impactos para produção rural familiar
Fonte: elaborado pelo autor a partir da pesquisa de campo

8.6.2 Momento da adaptação em relação ao evento

Quanto ao momento da adaptação em relação ao evento climático, a adaptação pode ser *ex-ante*, coetânea ou *ex-post*. A adaptação coetânea aplica-se a distúrbios climáticos de ampla duração, como os eventos de seca. A seca de 2012, como visto anteriormente, abrangeu 17 meses seguidos sem chuva, de modo que todas as adaptações realizadas no período são coetâneas ao evento, seja em resposta aos impactos pontuais (reativas) ou para prevenir (preventivas) mais prejuízos. Adaptações realizadas antes do evento, ainda em 2011, são *ex-ante* (preventivas), enquanto aquelas tomadas depois e em resposta à seca, são *ex-post* (reativas). Nota-se que esta classificação é relativa a um evento específico. Se a referência temporal mudar, adaptações *ex-post* a uma seca são medidas *ex-ante* a um evento de seca futura.

8.6.3 Mecanismo e Natureza da adaptação

As tipologias de mecanismo referem-se ao tipo de ajuste no funcionamento do sistema. Já a natureza indica a dimensão do sistema que a adaptação interfere (Quadro 76).

Quanto à natureza	Quanto ao mecanismo
Gerencial	Deslocamento
Técnica/Tecnológica	Diversificação
Genético	Importação de recursos
Ambiental	Estoque de recursos
Temporal	Racionamento de recursos
Política	Uso de recursos marginais
Informacional	Regulação de fluxos
Comportamental	Reduzir tempo de exposição
Financeira	Aumentar resistência
Funcional	Abandono
	Seleção artificial
	Previsão
	Compartilhar custos
	Redução de demanda
	Manutenção dos reservatórios
	Venda de ativos

Quadro 76 - Proposta de tipologias de adaptação, segundo a natureza e ao mecanismo da adaptação
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da pesquisa de campo

Adaptações de natureza gerencial consistem em decisões quanto à alocação de recursos dentro do sistema. Pode envolver diferentes mecanismos. Em um contexto de escassez, o mecanismo de *racionamento no uso de recurso* prolonga a disponibilidade do mesmo. É o caso dos pais que relataram reduzir ingestão alimentar para que sobrasse mais comida para os filhos. Outro mecanismo é a *redução da demanda* por um determinado recurso. A venda de parte do rebanho vai nesse sentido: menos animais, menor é a demanda alimentar. Aqueles que tem condições, podem *importar recursos* de fora do

sistema para complementar deficiências, a exemplo dos que acessam empréstimos (importação de dinheiro), contratam pipa (importação de água) ou compram ração (importação de nutrientes). Já os que não tem condições, usam como mecanismo adaptativo o *uso de recursos marginais*, que em um contexto normal não seriam utilizados (ex.: mucunã para alimentação humana; cactáceas na alimentação animal).

Adaptações técnicas/tecnológicas geralmente são complementares às adaptações gerenciais, pois consistem em modificações físicas no sistema que viabilizam mecanismos adaptativos, como estoque de recursos ou regulação dos fluxos entre os componentes do sistema. No primeiro caso, tem-se as reservas estratégicas de forragens, os estoque de alimentos, a construção de reservatórios de água. No segundo, técnicas que reduzem as perdas evaporativas ou aumentam a infiltração da água no solo.

Adaptações de natureza genética envolvem a manipulação da informação biológica dos rebanhos e das plantações. Diferentes mecanismos foram identificados nesse caso, dependendo do objetivo da adaptação. A diversificação é outro mecanismo, amplamente utilizado nas adaptações de natureza ambiental. A distribuição do plantio, dos rebanhos e colmeias em diferentes ambientes é uma adaptação à variabilidade espacial das chuvas e a outros aspectos ecológicos. O deslocamento ambiental dos sistemas produtivos através das estações segue princípio semelhante, porém é uma resposta à variabilidade das chuvas ao longo do tempo. O deslocamento mostrou-se um mecanismo relevante em adaptações de natureza temporal. Nesse caso, uma determinada rotina agropecuária, como plantio e colheita, tem seu calendário alterado.

Adaptações informacionais são aquelas que incorporam informação na paisagem de decisão. Elas não são intervenções concretas nos sistemas, mas apoiam escolhas adaptativas. Na pesquisa de campo, identificou-se métodos tradicionais e científicos de previsão do tempo como mecanismos de adaptação informacional. Porém, qualquer outra ação que traga informação para o produtor, como participação em oficinas, assistência técnica etc, são potencialmente adaptação informacionais.

Adaptações financeiras são aquelas cujos mecanismos resultam na obtenção de recursos monetários, seja pela venda da produção estocada, seja por meio de empréstimos ou diversificação das fontes de renda. Já adaptações funcionais referem-se a alterações na função das atividades. O cultivo do feijão, por exemplo, tem essencialmente o autoconsumo como função produtiva, mas pode ser eventualmente comercializado, ganhando uma função econômica dentro do sistema familiar. O mecanismo fundamental neste contexto é a diversificação de funções do estabelecimento rural. Quanto maior a variedade de funções de uma atividade, maior o poder adaptativo que ela representa para a família que dela se beneficia. Há ainda as adaptações de natureza política que atuam por meio da importação

de recursos (ex.: Operação Pipa do Exército) ou contratação de seguros (ex.: Garantia Safra).

Por fim, adaptações de natureza comportamental consistem em decisões tomadas pelo produtor que resultam em transições profundas – e geralmente extremas - no *modus operandi* do estabelecimento ou da dinâmica familiar. Na escala do sistema produtivo e estabelecimento, observou-se o mecanismo de *abandono* de uma atividade (pecuária), cultura (arroz) ou variedade (sementes de ciclo longo). Na escala do sistema familiar, saques em massa a armazéns, acesso a alimentos silvestres de baixa qualidade e migração para centros urbanos são exemplos. Estes comportamentos ocorrem apenas em situações extremas nas quais nenhuma outra alternativa está disponível ou não é vislumbrada pelo agente. Adaptações comportamentais diferenciam-se das gerenciais, porque estas consistem em ajustes internos no sistema dentro de um *modus operandi* já bem estabelecido. Essa diferenciação se assemelha a distinção entre a gestão da resiliência dentro de uma bacia de atração e a transição para uma nova bacia de atração (vide capítulo 1)

8.6.4 . Objetivos (resultados esperados) da adaptação

Cada adaptação possui diferentes objetivos ou resultados esperados que podem ser classificados em categorias amplas. A partir do estudo de caso, identificou-se cinco objetivos gerais:

- Gestão de risco;
- Acomodar impactos;
- Recuperar-se de impactos;
- Fortalecer a Capacidade Adaptativa;
- Aproveitar Oportunidades;

Gestão de riscos

A gestão de riscos consiste em ajustes *ex-ante* ou *coetâneos* nas sensibilidades climáticas do sistema segundo quatro estratégias gerais: reduzir riscos, diluir riscos, evitar riscos e anular riscos (Quadro 77).

Objetivo da Adaptação	Descrição
Reduzir riscos	Ajuste nas sensibilidades do sistema
Evitar riscos	Ajuste temporal ou espacial no ambiente de exposição
Diluir riscos	Ajuste na diversidade de estratégias adaptativas de um sistema
Anular riscos	Eliminação do risco pelo abandono ou remoção da unidade expositiva

Quadro 77 - Proposta de tipologias de adaptação segundo o objetivo da gestão de risco
Fonte: elaborado pelo autor a partir da pesquisa de campo

Reduzir riscos consiste em intervenções em aspectos internos do sistema que determinam suas sensibilidades, tornando-o menos propensos ao impacto quando exposto ao vetor de exposição. Por exemplo, a implementação de técnicas de captação de água *in situ* aumentam a infiltração da chuva no solo, enquanto a cobertura do solo com matéria orgânica diminui as perdas evaporativas. Ambas são adaptações que reduzem o risco ao estresse hídrico na zona radicular da planta.

Evitar riscos, em contraste, ajusta o contexto de exposição do sistema. Isso pode ser feito por meio de ajustes temporais ou espaciais no ambiente. No primeiro caso, a pesquisa deparou-se com adaptações do calendário agrícola. O produtor planeja o plantio de modo a evitar que, durante os períodos críticos do seu desenvolvimento, a planta não seja exposta a veranicos. Mesmo que o ano seja considerado deficitário em chuvas, uma sincronia bem sucedida do calendário agrícola com os episódios de chuva representam aporte hídrico adequado à planta. Outro exemplo é o manejo reprodutivo realizado por alguns produtores em rebanhos de caprinos e ovinos. O objetivo nesse caso é que os animais nasçam durante a estação chuvosa, quando as condições de forrageio são mais favoráveis (vide capítulo 6, quadro 43).

Já as estratégias espaciais para evitar riscos consistem no deslocamento (mecanismo adaptativo) do sistema para outros ambientes no qual a exposição ao vetor de distúrbio é menor. É o caso do deslocamento sazonal dos apiários para a *Serra do Crato* observada no município de Salitre, ou a mudança dos rebanhos bovinos das áreas de sequeiro para as de vazante, verificada em Remanso (BA). Foi relatado também que, no passado, em anos de seca extrema, as pessoas mudavam-se para o alto das Serras ou baixios dos riachos, onde as condições ambientais eram mais favoráveis à produção de alimento e acesso à água.

Diluir riscos consiste na diversificação de estratégias adaptativas presentes em um sistema. É uma estratégia composta, que agrega estratégias individuais dentro do repertório adaptativo mais amplo de diluição de riscos. A premissa é simples: não sendo possível antever a natureza, frequência e intensidade do vetor de exposição, a diversificação de estratégias aumenta as chances de que pelo menos uma delas possua aptidão a qualquer contexto de distúrbio que se apresente. Assim, a média entre as vulnerabilidades individuais resulta em um contexto global de vulnerabilidade moderado e com grande adaptabilidade a diferentes cenários.

Essa abordagem é recomendada em ambientes marcados por grande variabilidade e imprevisibilidade ambiental. Por exemplo, misturar no roçado variedades tolerantes a veranicos com variedades resistentes ao encharcamento do solo dilui riscos diante do desconhecimento quanto à quadra chuvosa. Mas há um dilema nessa estratégia. Ela é sub-ótima. Se a quadra chuvosa for abundante, as variedades resistentes ao excesso hídrico irão produzir mais, enquanto as tolerantes à seca irão apresentar índices agronômicos

menores e, eventualmente, morrerão. Já se a quadra for fraca, apenas as sementes tolerantes à seca sobreviverão, enquanto as tolerantes ao encharcamento não se desenvolverão. Em ambos os cenários, a produção nunca será máxima, mas as chances que seja nenhuma também reduzida.

Por fim, **anular risco** como objetivo adaptativo consiste no abandono de atividades, culturas e variedades agropecuárias devido a sua elevada vulnerabilidade. Nesse caso, o risco é zero porque o agente elimina a unidade expositiva de seu sistema. Foi o caso do abandono do cultivo do arroz, verificado em alguns estabelecimentos familiares de Salitre. Impactos não-climáticos também levam ao abandono de atividades. A praga da cochonilha, por exemplo, foi apresentada como responsável pelo abandono do plantio de palma forrageira entre os pecuaristas de Salitre. Apesar do potencial adaptativo representado pela cactácea, os produtores optaram por anular o risco de novas perdas por praga não plantando mais a palma.

Acomodar impactos

Acomodar impactos consiste em adaptações coetâneas à ocorrência do distúrbio. O objetivo último é amenizar prejuízos futuros e lidar com os que já ocorreram. Por exemplo, a compra de maniva da mandioca, como forragem animal, durante a seca de 2012, em Salitre, foi acessada para lidar com a escassez de forragens naturais e quebra de safra das forragens plantadas. Outros exemplos são: a contratação de carro pipa, migração temporária para centros urbanos na busca de emprego, restrição alimentar durante à seca, ajuste do calendário agrícola em resposta ao deslocamento da chuva etc. Quanto menos efetiva são as adaptações preventivas (evitar risco, reduzir risco, diluir risco), mais frequentes e necessárias tornam-se as adaptações visando a acomodação de impactos.

Recuperar de impactos

Uma vez findo o distúrbio, os produtores empreendem diferentes adaptações para recuperar seus sistemas (adaptação *ex-post*). Por exemplo, a compra de animais para restaurar o tamanho original dos rebanhos. A aquisição de sementes nas lojas agrícolas ou junto à Ematerce para recuperar os estoques de semente. A reconstrução de uma barragem ou açude após uma forte enchente etc

Aproveitar oportunidades

As análises sobre adaptação, geralmente, enfatizam a capacidade de moderar os efeitos adversos do clima. Todavia, a adaptação também pode ser o aproveitamento de oportunidades. A pesquisa se deparou com alguns casos de produtores que se beneficiaram em anos de seca moderada ou severa. Por exemplo, os produtores de vazante do município de Remanso se beneficiaram com o triênio de seca de 2001-2003. As safras de feijão, milho

e mandioca foram recordes e os rebanhos animais sobreviveram com quedas suaves ou mesmo altas em seus plantéis. A baixa oferta de gêneros agrícolas elevou o preço de venda, beneficiando muitos do que conseguiram tirar proveito da situação. Em contraste, todos os demais municípios estudados na Bahia enfrentaram impactos e prejuízos agropecuários severos no mesmo triênio. Outro exemplo são os produtores que têm acesso à irrigação. Eles se beneficiam em anos secos, visto que a baixa nebulosidade aumenta a produtividade das culturas e as condições mais secas reduzem o risco de doenças e pragas.

O estudo de caso de Salitre também forneceu exemplos interessantes. Observou-se que aqueles produtores que conseguiram moderar as perdas de produtividade e/ou estocar safras de anos anteriores e as comercializaram em 2012, tiveram lucros muito acima da média histórica graças à elevação do preço dos gêneros agrícolas. O mesmo pode-se dizer dos grandes mandiocultores. Donos de áreas extensas da cultura, eles puderam, em 2012, retardar a colheita até os meses mais críticos da oferta de mandioca no mercado, aproveitando preços muito favoráveis de venda. Em contrapartida, aqueles produtores com áreas pequenas de mandioca, sem condições de reter sua safra, venderam sua produção em um momento desfavorável. Já em Missão Velha (CE), verificou-se que produtores localizados em uma “ilha pluviométrica” conseguiram alugar seus pastos por preços elevados para pecuaristas de outras regiões do município de Missão Velha, do Cariri cearense e até mesmo de Pernambuco, beneficiando-se, assim, da seca. Donos de caminhão pipas também lucraram com a seca de 2012, visto que a procura por carradas de água aumentou significativamente. Por fim, o velho motor político da indústria da seca se beneficiou em 2011, ano de eleição municipal. Houve relatos no estudo de caso do Ceará e da Bahia de políticos que lançaram mão da situação de calamidade trazida pela seca e pela paralização da Operação Pipa do Exército, respectivamente, para fortalecer apoio político em troca de pipas de água.

Aumentar a capacidade adaptativa

Algumas adaptações não resultam em ajustes concretos no sistema, mas fortalecem a capacidade adaptativa para que outras adaptações sejam empreendidas, seja imediatamente ou em um momento futuro. Essa tipologia de objetivo adaptativo é aplicado àquelas ações iniciais ou intermediárias dentro de uma cadeia de ações adaptativas. Nestes casos, a adaptação fornece meios ou cria condições para que o produtor modere riscos, acomode e recupere-se de impactos ou mesmo aproveite oportunidades.

A venda de parte do rebanho durante o período crítico da seca é uma adaptação que visa levantar recursos financeiros (meios) para compra de ração para o restante do rebanho. O mesmo se aplica ao acesso de linhas de crédito do Pronaf (ex.: Pronaf custeio, e Pronaf seca 2012) ou mesmo empréstimos particulares, cujo objetivo é obter capital de giro para

acomodar impactos. Os estoques de alimento, água e sementes também são adaptações que asseguram o acesso a recursos vitais em um momento futuro de necessidade. Aplicando o arcabouço analítico ao estudo de caso

Uma vez estabelecidas as tipologias para classificação das ações adaptativas, o arcabouço foi aplicado ao estudo de caso. A partir da análise dos resultados, foram identificadas 64 ações adaptativas (Apêndice E). A lista não esgota todas as possibilidades e nem considera outras ações que são indiretamente adaptativas ao clima, como recebimento de aposentadorias e bolsa família, que serão consideradas no próximo capítulo. Ademais, estratégias com várias opções adaptativas foram sintetizadas em uma única categoria. Por exemplo, a técnica de sulcamento, o método Guimarães Duque, os sulcos barrados, os sulcos em W foram reunidos em uma única adaptação: captação de água *in situ*. Contudo, poderiam ser tomados individualmente, aumentando significativamente o tamanho da lista.

Analisando o perfil das 64 adaptações, observa-se que grande parte são relativas a eventos extremos de seca, seguido de adaptações à sazonalidade e irregularidades temporais e quantitativas nas chuvas (Gráfico 60). O repertório adaptativo aos demais vetores são menos diversificados.

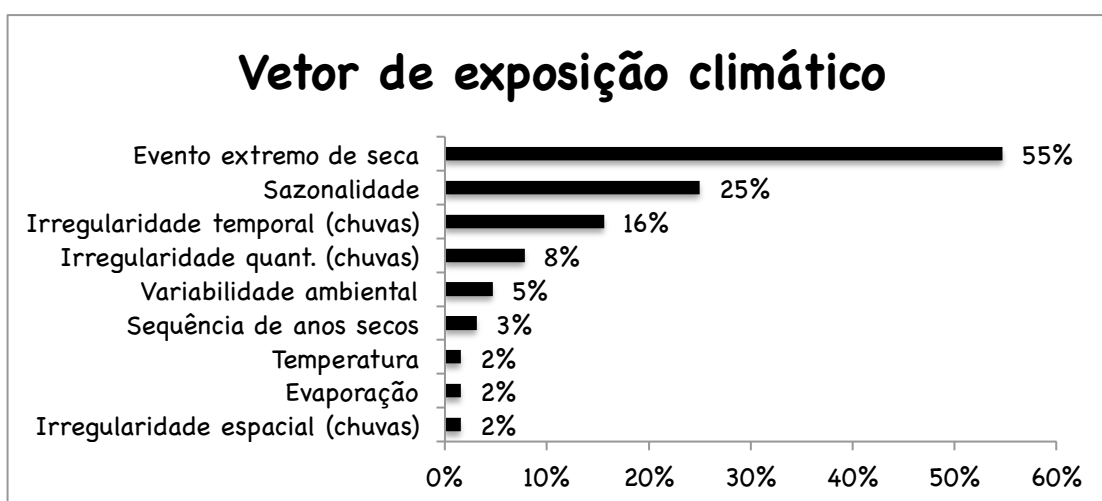


Gráfico 60- Frequência das tipologias de vetores de exposição no repertório de adaptação da produção rural familiar (n=64)
Fonte: elaborado pelo autor

Verificou-se também que o repertório adaptativo é constituído, em sua maioria, de estratégias do tipo coetâneas ao evento e reativas ao impacto. Estratégias *ex-ante* (preventivas) também contam com um repertório significativo (Gráfico 61).



Gráfico 61- Frequência das tipologias *momento da adaptação em relação ao evento de exposição* no repertório de adaptação do sistema rural familiar (n=64)
Fonte: elaborado pelo autor

Quanto ao contexto de vulnerabilidade ou contexto de impacto, prevenir ou lidar com os estresses alimentar e hídrico – como esperado – são alvo da maior parte do repertório identificado (Gráfico 62).

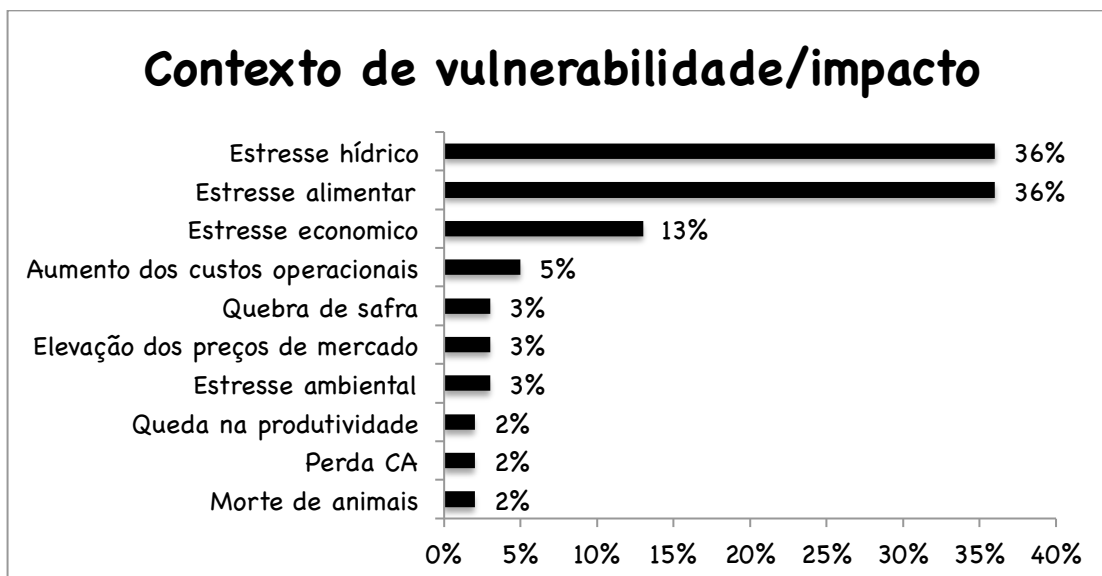


Gráfico 62- Frequência das tipologias de *contexto de vulnerabilidade/impacto* no repertório de adaptação do sistema rural familiar (n=64)
Fonte: elaborado pelo autor

Todavia, tomando separadamente os sistemas agrícolas, pecuário e humano, observa-se que os respectivos repertórios apresentam particularidades, o que reflete as especificidades expositivas de de cada um. Na agricultura, a irregularidade temporal das chuvas e o estresse hídrico aparecem como principais vetores de exposição e contextos de vulnerabilidade/impacto, respectivamente (Gráficos 63 e 64). Já na pecuária, o repertório concentra-se no estresse alimentar durante eventos extremos de seca ou em ajustes à sazonalidade (Gráfico 65 e 66). Por fim, no sistema familiar, a parte majoritária do repertório é dedicada a respostas aos eventos extremos de seca e ao estresse econômico, (Gráfico 67 e 68).

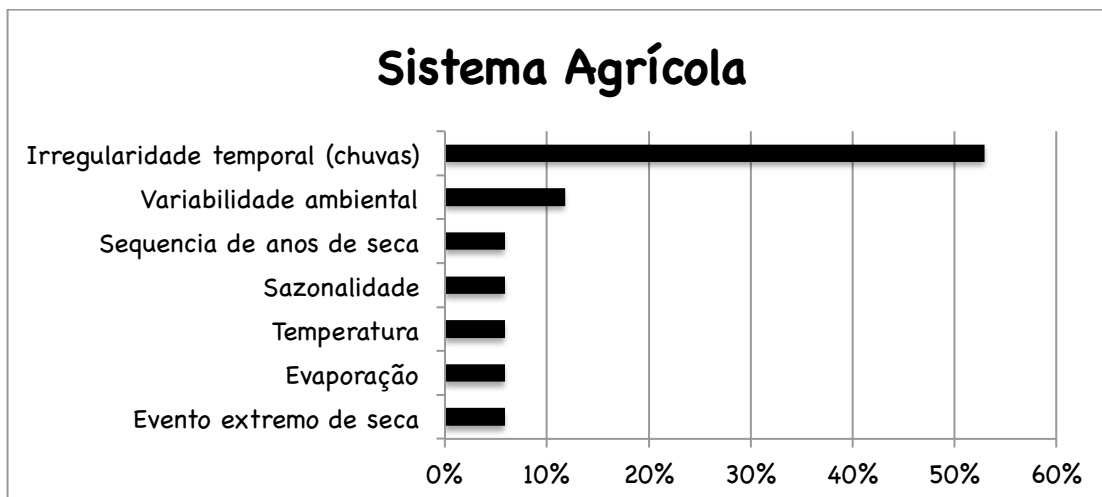


Gráfico 63- Frequência das tipologias de *vetores de exposição* climática no repertório de adaptação do sistema agrícola (n=17)
 Fonte: elaborado pelo autor

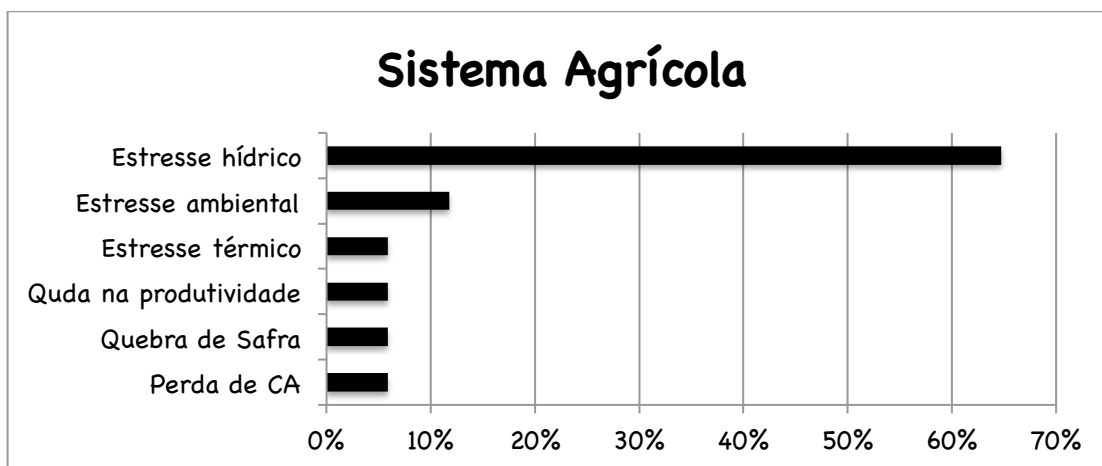


Gráfico 64- Frequência das tipologias de *contextos de vulnerabilidade/impacto* no repertório de adaptação do sistema agrícola (n=17)
 Fonte: elaborado pelo autor

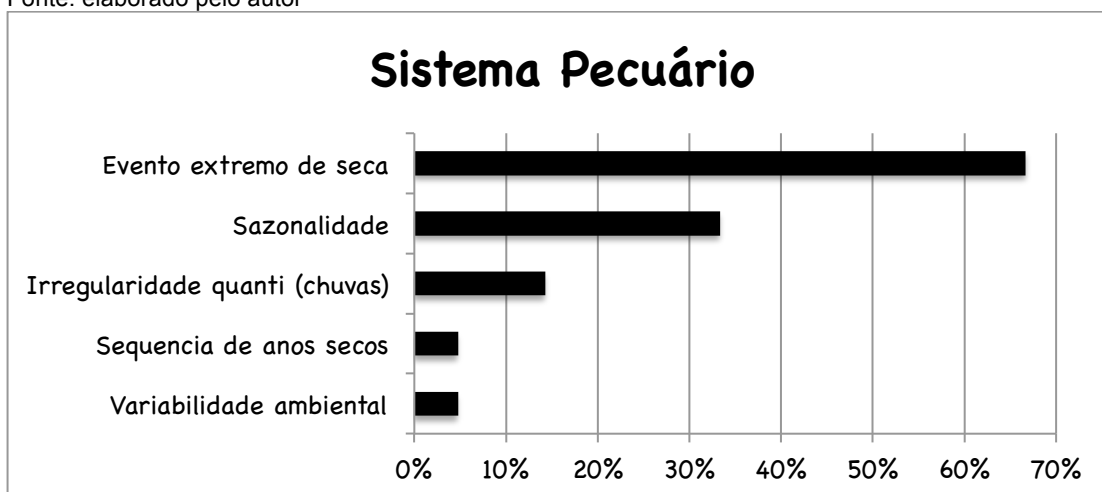


Gráfico 65- Frequência das tipologias de *vetores de exposição do repertório* de adaptação do sistema pecuário (n=21)
 Fonte: elaborado pelo autor

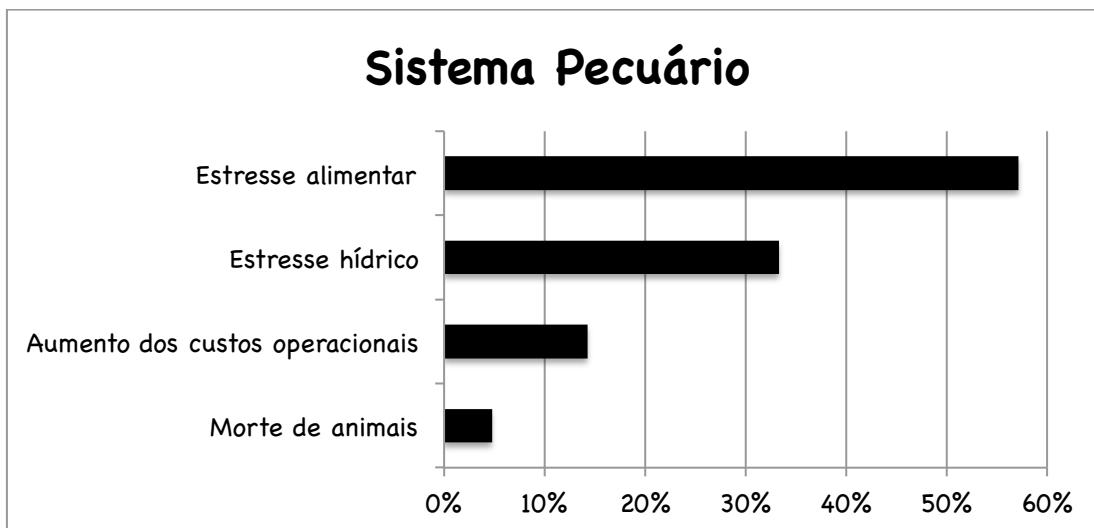


Gráfico 66- Frequência das tipologias de contextos de vulnerabilidade/impacto do repertório de adaptação do sistema pecuário (n=21)
 Fonte: elaborado pelo autor

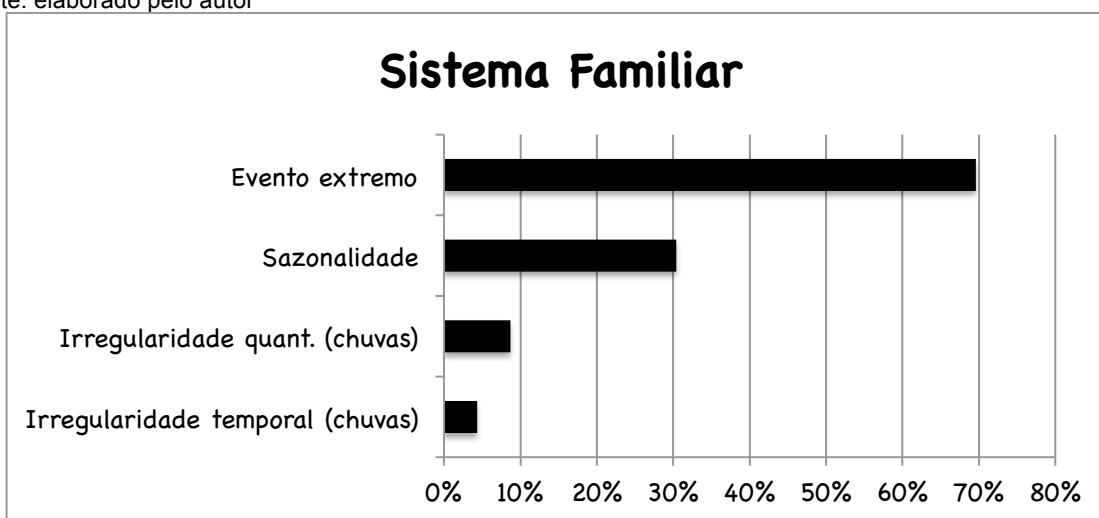


Gráfico 67- Frequência das tipologias de vetores de exposição no repertório de adaptação do sistema familiar (n=23)
 Fonte: elaborado pelo autor

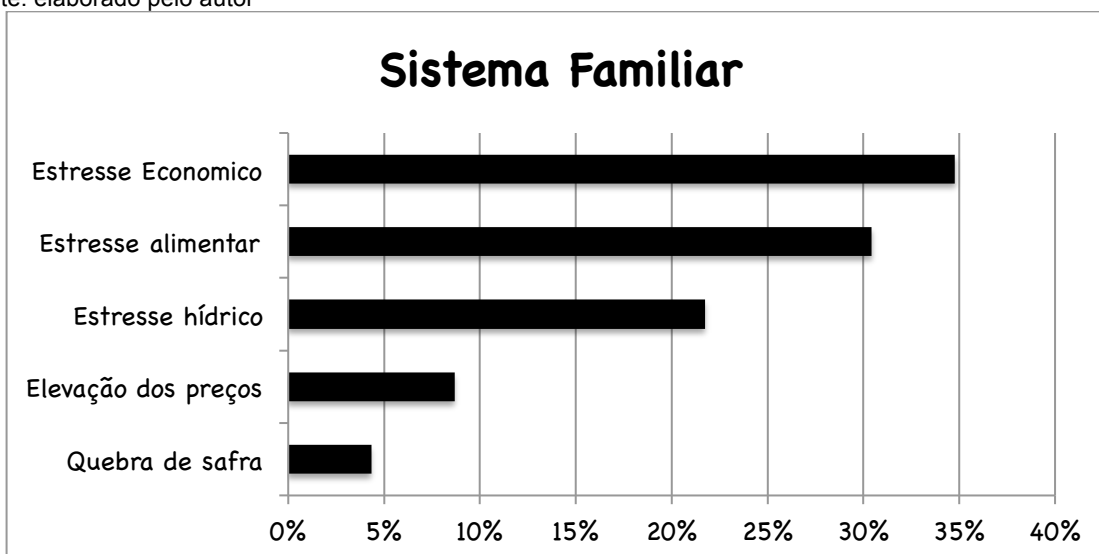


Gráfico 68- Frequência das tipologias de contextos de vulnerabilidade/impacto no repertório de adaptação do sistema familiar (n=23)
 Fonte: elaborado pelo autor

Tomando o repertório adaptativo como um todo (n=64), identificou-se que a *importação de recursos* é o mecanismo mais comum entre as opções (Gráfico 69). Isso é significativo, pois sugere que os sistemas não são autônomos do ponto de vista adaptativo, de modo que o acesso a recursos externos é chave no enfrentamento de distúrbios climáticos. Assim, contextos que interfiram no aporte de recursos externos são barreiras que limitam substancialmente o escopo do repertório adaptativo e alvos potenciais do fortalecimento da capacidade adaptativa.

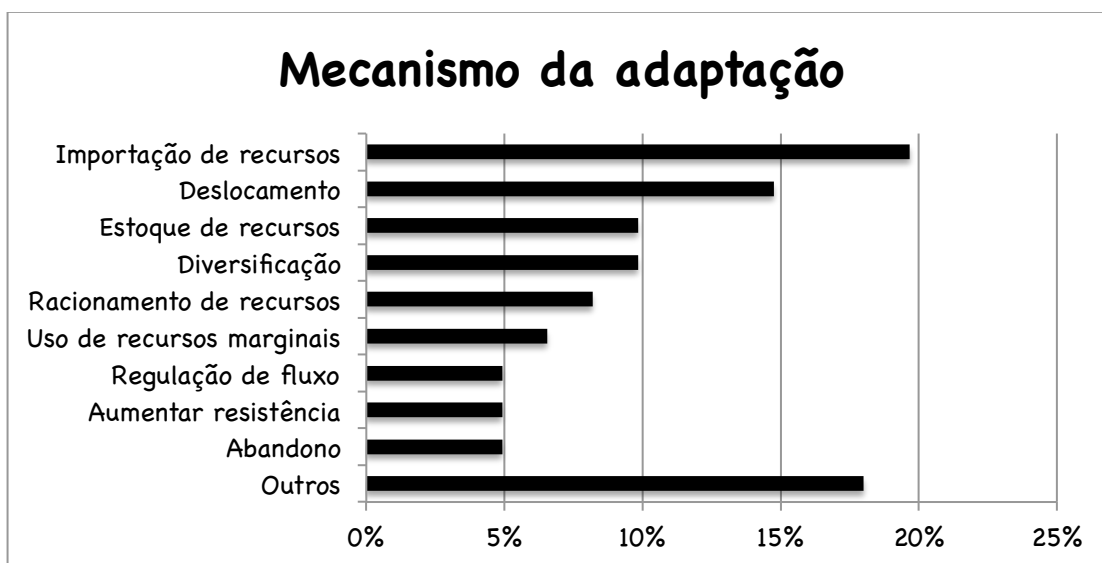


Gráfico 69- Frequência das tipologias de mecanismos adaptativos no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64)
Fonte: elaborado pelo autor

Destaque também para o mecanismo adaptativo *deslocamento*. Este é um reflexo da elevada sensibilidade dos sistemas rurais familiares, cujos parâmetros ambientais o produtor tem pouco controle, encontrando no deslocamento espacial e temporal uma forma de transitar para ambientes menos adversos. O gráfico 69 também mostra uma participação significativa de estratégias de estoque de recursos e diversificação, o que é esperado como resposta ao ambiente marcado por uma elevada variabilidade e longos períodos de escassez. De forma semelhante, a diversidade de mecanismos baseados no racionamento de recursos e uso de recursos marginais são indicativos do contexto ambiental marcado por extremos e da baixa capacidade adaptativa dos produtores que, com dificuldades para importar recursos ou estocar recursos, vem-se obrigados a racionar recursos ou buscar opções marginais de baixo valor adaptativo.

Quanto à natureza da adaptação, estratégias gerenciais constituem a parte majoritária do repertório disponível, seguido de estratégias de natureza técnica/tecnológicas (Gráfico 70). Ações que manipulam a genética dos subsistemas biológicos ou o ambiente respondem por cerca de 10% do repertório, cada. Mudanças comportamentais também foram observadas em situações extremas, na qual o produtor empreende comportamentos que

destoam da rotina das atividades rurais ou do cotidiano social (ex.: migração, abandono de atividade). Adaptações de natureza financeira, política e temporal abrangem 7% do repertório, enquanto as funcionais e informacionais apenas 3%.

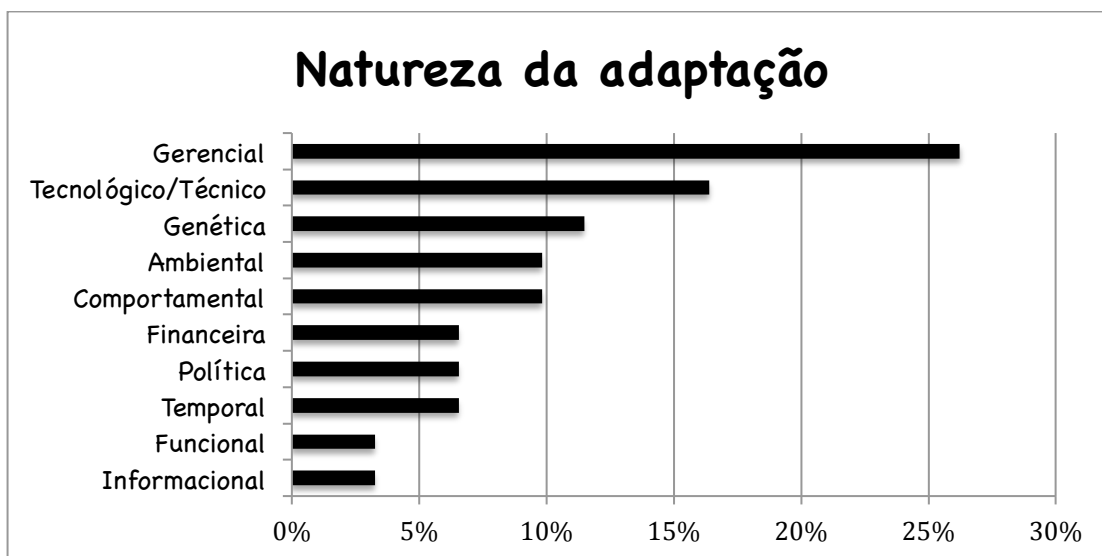


Gráfico 70- Frequência das tipologias de natureza adaptativa no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64)
Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, no que diz respeito ao objetivo primário da adaptação, a parte majoritária do repertório visa acomodar impactos. Este indicador é significativo, pois reflete um repertório especializado em reagir aos impactos e deficiente em evitá-los, apesar de 26% do repertório ser composto de estratégias preventivas.

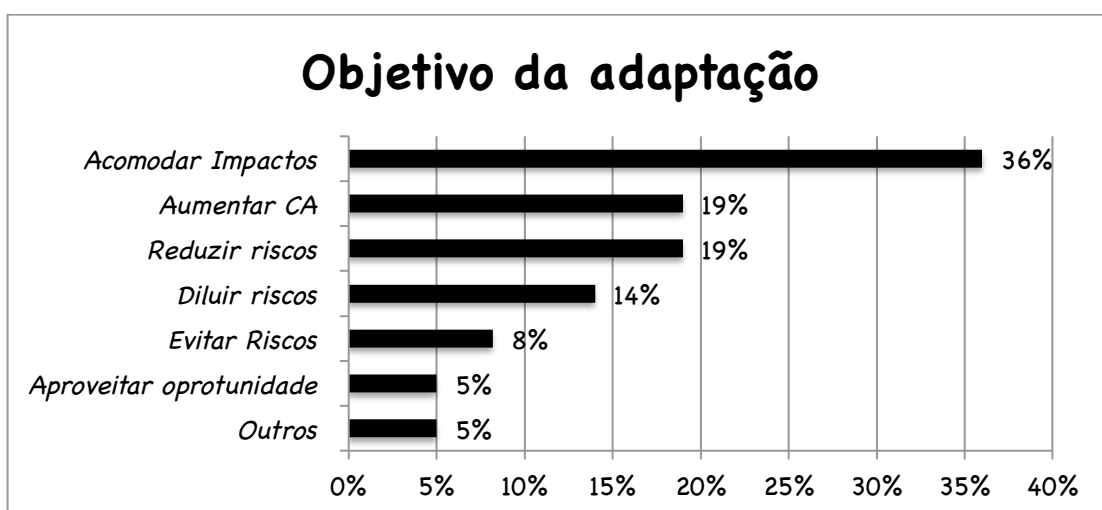


Gráfico 71- Frequência das tipologias objetivo da adaptação no repertório adaptativo da produção rural familiar (n=64)
Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe destacar que algumas adaptações podem ser classificada em mais de uma tipologia, dependendo da perspectiva. É o caso do deslocamento de rebanhos para as áreas de vazante e pastos alugados. Alguns produtores empreendem o deslocamento anualmente, de forma preventiva (coetânea preventiva), durante a estação seca (resposta à

sazonalidade). Outros acessam essas opções apenas durante eventos extremos de seca e em resposta ao impacto (coetânea reativa). Outras estratégias são adaptações múltiplas, dependendo da escala analisada. Por exemplo, a venda de animais, na perspectiva do subsistema alimentar animal é uma adaptação gerencial para reduzir a demanda, coetânea ao evento e reativa à elevação dos custos operacionais. Do ponto de vista do subsistema renda, é uma resposta ao estresse econômico, de natureza financeira e cujo mecanismo é a venda de ativos para aumentar a capacidade adaptativa.

9. CAPACIDADE ADAPTATIVA E SUBSÍDIOS PARA AVALIAÇÃO

Os resultados discutidos no capítulo anterior mostram que a produção rural familiar do Semiárido possui um repertório adaptativo diversificado. Todavia, isso não significa que cada produtor tenha acesso a todo repertório. Algumas adaptações são bastante comuns, outras mais raras. Os questionários não foram construídos para captar a frequência de adoção do amplo repertório, mas, em conjunto com a pesquisa qualitativa, fornecem informações suficientes para empreender algumas análises sobre taxa de adoção e, conseqüentemente, sobre a capacidade adaptativa da produção rural familiar do Semiárido. Capacidade adaptativa é entendida aqui como uma paisagem socioecológica, composta pelo conjunto de opções de adaptações e os meios financeiros, ambientais, tecnológicos e político-institucionais disponíveis para acessá-las.

9.1 CAPACIDADE ADAPTATIVA DO PRODUTOR: CUSTOS DA ADAPTAÇÃO

Muitas das tecnologias e técnicas disponíveis para convivência com o Semiárido apresentam alto potencial adaptativo. Todavia, elas são pouco frequentes devido ao elevado custo que exigem na sua implementação. A pesquisa identificou cinco grandes barreiras adaptativas que o produtor encontra para implementar as estratégias adaptativas: recursos ambientais, mão-de-obra, finanças, infraestrutura e transporte.

O custo ambiental refere-se à disponibilidade de recursos naturais necessários para implementar uma adaptação. Por exemplo, barragens subterrâneas só são possíveis em bacias de drenagem. Se o estabelecimento não as tem, a opção é inviável, assim como outras estratégias hídricas identificadas, tais quais a escavação de cacimbas e cacimbões e a construção de açudes e barragens. O mesmo vale para a diversificação ambiental dos sistemas apícolas. O produtor precisa ter acesso a diferentes áreas de caatinga para empreender a adaptação. Há outros tantos exemplos que sugerem que quanto menos ambientalmente diverso é o estabelecimento, mais estreito é o escopo adaptativo dependente de recursos naturais. O tamanho da área disponível para o produtor é um dos indicadores-chave nesse contexto. Quanto menor a área, menor será a capacidade adaptativa do produtor rural familiar. Partindo dessa premissa, observa-se que esta é a realidade de grande parte das amostras, nas quais mais da metade dos estabelecimentos encontra-se nessa situação (Tabela 51). Nas condições extremas do Semiárido, são áreas muito pequenas para fornecer os recursos ambientais necessários a sistemas de sequeiro extensivos. Em Salitre, observou-se que muitos produtores, para contornar essa limitação, arrendavam terras para aumentar seus repertórios ambientais adaptativos.

Tabela 51 - Frequência do tamanho dos estabelecimento rurais nas amostras da Bahia (n=67) e de Salitre/CE (n=30). Apenas as respostas válidas foram consideradas

Área do Estabelecimento (ha)	Amostra Bahia (n=67)	Ceará (n=30)
0-4	15%	43%
5-9	40%	10%
10-19	19%	17%
20-49	10%	10%
50-99	5%	13%
100ha ou mais	8%	7%

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

O custo de mão-de-obra refere-se as horas de trabalho necessárias para implementar uma determinada estratégia. As atividades dos estabelecimentos são diversificadas e a força de trabalho familiar limitada. Cabe ao produtor fazer escolhas e distribuir a mão-de-obra dentro de uma escala de prioridades. Estratégias adaptativas que demandem muitas horas de trabalho geralmente são evitadas, ou porque o produtor avalia que o benefício não compensa o tempo despendido ou porque há tarefas que competem entre si.

Nas últimas décadas, a mão-de-obra tem se tornado mais escassa, pois as famílias estão decrescendo em tamanho e o engajamento dos filhos dos produtores nas atividades escolares ocupam o espaço que antigamente as crianças e jovens dedicavam ao trabalho na roça. Ademais, há uma elevada taxa de evasão rural dos jovens e o envelhecimento do campo, o que vem resultando em escassez progressiva de oferta de diaristas e encarecendo o valor da mão-de-obra contratada. De fato, foi muito frequente nos campos reclamações quanto à dificuldade em encontrar pessoas para trabalhar nos roçados.

Em muitos estabelecimentos apenas o marido era responsável pelo trabalho pesado nos sistemas produtivos. Eventualmente um filho homem ajudava. Observou-se alguns casos nos quais a esposa e as filhas também realizavam parte do trabalho pesado, mas na maioria das vezes, a força de trabalho feminina ocupava-se com afazeres domésticos e trabalhos rurais mais leves (hortas, galinhas e porcos). Mutirões familiares e trocas de diárias foram algumas das estratégias adaptativas observadas para lidar com a escassez de mão-de-obra.

Muitas das opções adaptativas demandam implementos agrícolas e transporte para serem realizadas. A ensilagem precisa de uma ensiladeira, forrageira e retroescavadeira no caso do silo trincheira. As tecnologias hidráulicas de médio e grande porte, como recuperação/escavação de açudes, barreiros e barragens, assim como a construção de barreiros para irrigação de salvação e barragens subterrâneas também precisam de retroescavadeiras. Também podem ser feitas com um grande contingente de trabalhadores, mas demandam muito mais tempo e um número de pessoas difícil de reunir na zona rural. Tratores, grades e arados também são essenciais na implementação de técnicas de captação de água *in situ* por meio de sulcos. O acesso a meios de transporte também são

fator limitante para algumas adaptações. O deslocamento dos apiários até as floradas de verão e o transporte de insumos das lojas agrícolas até o estabelecimento dependem de carros, caminhonetes ou caminhões, cujo frete não é barato diante do orçamento familiar médio.

Por fim, os custos econômicos são um dos principais gargalos da adaptação da produção rural familiar, uma vez que os recursos financeiros fornecem os meios para acessar grande parte das demais estratégias de elevado poder adaptativo. É fundamental na compra dos insumos básicos, contratação de mão-de-obra, compra ou aluguel de maquinário e acesso ao transporte. Nesse sentido, fortalecer a capacidade adaptativa passa muitas vezes por fortalecer o poder econômico familiar.

Há uma relação entre taxa de adoção, os custos adaptativos e o potencial adaptativo de cada uma das opções identificadas. Mesmo diante de um repertório amplo, as adaptações mais comuns concentram-se em um pequeno conjunto, cujos custos e benefícios se adequam à realidade da capacidade adaptativa da produção rural familiar. Considerando o subsistema alimentar pecuário, por exemplo, observa-se que estratégias de custo moderado são os mais frequentes (Gráfico 72).

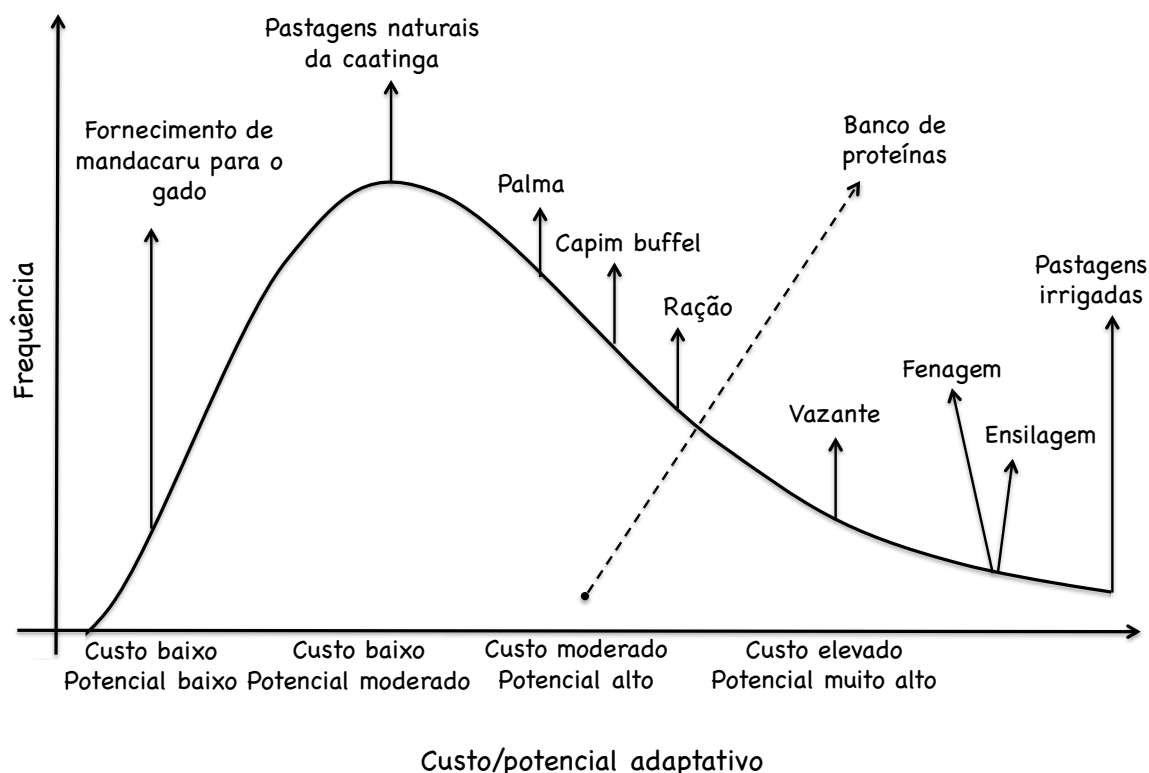


Gráfico 72- Frequência das opções adaptativas entre os pecuaristas familiares segundo os custos e potencial adaptativo. O Gráfico é apenas ilustrativo, mas sintetiza o que foi observado em campo. Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

As pastagens naturais fornecidas pela caatinga são as opções mais frequentes. Apresentam baixo custo financeiro, de infraestrutura, mão-de-obra e transporte. Entretanto, apresentam custo ambiental significativo, visto que demanda a disponibilidade de áreas de caatinga de boa qualidade forrageira, um recurso natural escasso. Por sua vez, seu potencial adaptativo é moderado: a caatinga possui uma ampla diversidade de forragens, resistentes à seca e que em anos de chuvas abundantes podem servir de pastagem por até 8 meses. No somatório dos custos, é uma opção adaptativa acessível a grande maioria dos produtores. As estratégias de custo moderado e potencial adaptativo alto também são frequentes, como pastagens de capim Buffel, Palma forrageira e fornecimento de ração (Gráfico 72).

Outras opções são de baixo custo, mas possuem pouco valor adaptativo. É o caso do uso do mandacaru. Por um lado, não envolve despesas financeiras ou investimento tecnológico, apesar de intensivo em mão de obra. Entretanto, traz pouco ganho nutricional, sendo acessado apenas em casos extremos de escassez de alimento ou por produtores sem condições de acessar forragens mais interessantes. No outro extremo, estão as tecnologias e forragens de alto potencial adaptativo, porém de elevado custo. É o caso da ensilagem, fenagem e pastagens irrigadas. Nas amostras, apenas um fração pequena dos produtores relataram adotá-las. Chama a atenção o fato dos bancos de proteínas de gliricidia e leucena, espécies que além do elevado valor nutritivo e resistência à seca, apresentam custos de implementação relativamente baixos. Entretanto, elas são opções pouco frequentes nos estudos de caso. O gargalo, nesse caso, parece estar associado a falta de informação e inércia cultural.

O repertório adaptativo alimentar da pecuária exemplifica um contexto geral da produção rural familiar. Contudo, se fosse possível dividir a amostra em categorias de capacidade adaptativa em baixa, média e alta, e cruzá-las com taxas de adoção, o resultado seria diferente. O Gráfico 73 é uma hipótese, mas que, com base na pesquisa empírica, ilustra bem o repertório adaptativo dos três “tipos gerais” de capacidade adaptativa.

O primeiro “tipo” apresenta baixa capacidade adaptativa. Não é proprietário de terras e/ou possui áreas produtivas muito pequenas, o que implica em sistemas agropecuários pouco diversos e com baixa disponibilidade de recursos ambientais. Geralmente, possui baixa renda e família numerosa. Não tem acesso a implementos agrícolas e apresenta mão-de-obra exclusivamente familiar, muitas vezes seu principal ativo adaptativo. Produtores que se enquadram nesse perfil foram observados em ambos estudos de caso, apesar de não serem tão frequentes. Este público é caracterizado por um repertório adaptativo concentrado em opções de baixo custo e custo moderado, com potencial adaptativo baixo a moderado. São estes produtores que apelam para a restrição alimentar, acessam recursos marginais e compram fiado em anos de seca extrema. Para compensar o baixo potencial

adaptativo, apresentam repertório mais amplo e diversificado (Gráfico 73). Pela literatura e descrição dos produtores, este contexto de capacidade adaptativa provavelmente era majoritário em secas passadas.

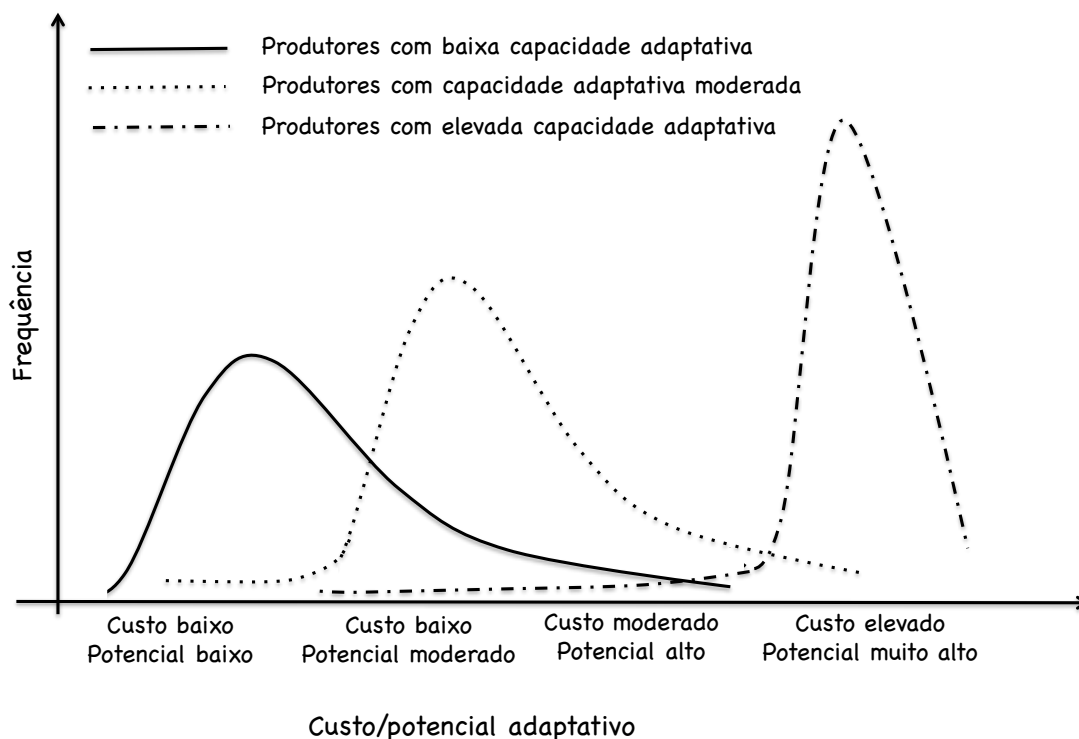


Gráfico 73- Frequência das opções adaptativas segundo custos e potencial adaptativo para três contextos de capacidade adaptativa. O gráfico ilustra o que foi observado em campo, mas não tem base quantitativa. Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

O segundo tipo de produtor é aquele que é proprietário, com sistemas diversificados e que geram excedente. Geralmente são beneficiários de programas de transferência de renda (bolsa família e/ou aposentadorias) ou possuem fontes de renda externas à propriedade. Grande parte da amostra se enquadra nessa categoria. Com condições financeiras e fundiárias um pouco melhores, o repertório desses produtores também é amplo e diversificado, porém já abrangem tecnologias e práticas com custos e potenciais adaptativo mais elevados.

Por fim, há os produtores de maior capacidade adaptativa. São aqueles que já transitam para o modelo empresarial em muitas de suas atividades, com sistemas especializados e relativamente intensivos. Estes conseguem adotar opções de alto custo e elevado potencial adaptativo, como pequenas áreas de pastagem irrigada. Essa categoria de produtores apresenta um repertório mais estreito no número de opções acessadas, especializado em poucas opções, mas de elevada adaptabilidade. Entretanto, em seus sistemas, ainda é possível encontrar, eventualmente, estratégias residuais de baixo custo ou

custo moderado, como açudes e barreiros, ou mesmo o uso da caatinga como pastagem nativa entre aqueles que adotam sistemas pecuários semi-intensivos.

9.2 CAPACIDADE ADAPTATIVA POLÍTICA: O PAPEL DO ESTADO E DA SOCIEDADE CIVIL

As políticas e instituições governamentais desempenham um papel fundamental na paisagem adaptativa da produção rural familiar. A intervenção política consiste basicamente na ampliação da capacidade adaptativa em suas diferentes dimensões e subsistemas. Um total de 22 políticas foram identificadas em campo como relevantes à adaptação da produção rural familiar, mesmo que nas suas respectivas diretrizes este objetivo não seja primário ou explícito (Quadro 78).

GOVERNO FEDERAL					
Política		Ano criação	Mecanismo	Dimensão	Natureza
Nome	Tipo				
Pronater	Programa	2003	Extensão rural	Produtiva	Apoio
Pronaf	Programa	1996	Empréstimo	Econômica	Apoio
Garantia Safra	Ação	2002	Seguro	Econômica	Emergencial
Bolsa Família	Programa	2004	Transferência de Renda	Econômica	Seguridade Social
Aposentadoria	Política	1974	Transferência de Renda	Econômica	Seguridade Social
Bolsa Estiagem	Programa	2004	Transferência de Renda	Econômica	Seguridade Social
PNAE	Programa	2009	Compra Governamental	Econômica	Estruturante
PAA	Programa	2003	Compra Governamental	Econômica	Estruturante
Operação Pipa do Exército	Programa	1999	Infraestrutura	Hídrica Humana	Emergencial
Venda de Milho no Balcão	Programa	1994	Subsidio	Pecuária	Emergencial
Plano Nacional de Reforma Agrária	Política	1985	Legal	Fundiário	Estruturante
Luz para Todos	Programa	2003	Infraestrutura	Elétrica	Estruturante
GOVERNO ESTADUAL					
Cabra Forte (BA)	Programa	2005 a 2007	Infraestrutura	Hídrica	Estruturante
			ATER	Produtiva	Apoio
			Melhoramento genético	Pecuária	Apoio
			Subsidio	Pecuária	Apoio
Distribuição de sementes	Programa	Sem informação	Subsidio	Agrícola	Apoio
Projeto São José (CE)	Programa	1987	Infraestrutura	Hídrica humana	Estruturante
				Agrícola	Estruturante
				Elétrica	Estruturante
Programa de Combate à Pobreza (CE)	Programa	2004	Infraestrutura	Hídrica Humana	Estruturante
Hora de Plantar (CE)	Programa	1987*	Subsidio	Agrícola	Apoio

Quadro (continuação)					
MUNICIPAL					
Construção de poços e barragem subterrânea (Salitre/Araripe)	Ações	2011/2012	Infraestrutura	Hídrica humana	Estruturante
Feira de animais (Juazeiro/BA)	Ações	2011	Melhoramento genético	Pecuária	Apoio
SOCIEDADE CIVIL					
P1+2	Programa	2007	Infraestrutura	Hídrica produtiva	Estruturante
P1MC	Programa	2003		Hídrica humana	Estruturante
SISAR (CE)	Sistema	1996		Hídrica humana	Estruturante

Quadro 78 - Principais políticas, programas e ações federais estaduais e empreendidas por organizações da Sociedade Civil identificadas em campo como relevantes para a capacidade adaptativa da produção rural familiar. **Pronater**: Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural; **Pronaf**: Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar **PNAE**: Programa Nacional de Alimentação Escolar; **PAA**: Programa de Aquisição de Alimentos; **P1MC**: Programa 1 milhão de cisternas; **P1 +2**: Programa 1 terra, 2 águas; **SISAR**: Sistema Integrado de Saneamento Rural

Fonte: elaborado pelo autor

Observa-se que há políticas relevantes em todos os níveis governamentais, com ênfase no Federal, cujo repertório de intervenções é mais amplo em escopo. A maior parte das políticas federais identificadas já foram discutidas em outras partes da Tese e não serão detalhadas nessa seção. As exceções são o Pronater (Programa Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural) e o Plano Nacional de Reforma Agrária, que merecem um breve esclarecimento. Ambos são iniciativas que não são prioritariamente adaptativas ao clima, mas possuem fortes implicações para a capacidade adaptativa dos produtores familiares. O primeiro, criado em 2003, fomenta a assistência técnica e extensão rural, canal importante para difusão de tecnologias adaptativas. O segundo, está associado à distribuição e regularização de terras na zona rural. Como discutido anteriormente, o acesso a terra é chave na capacidade adaptativa ambiental e produtiva. Produtores não proprietários estão entre os mais vulneráveis ao clima (vide capítulo 2, tabela 2). Em ambos os estudos de caso, a política de reforma agrária foi observada em ação. Assentamentos do INCRA foram visitados em Remanso (BA), Casa Nova (BA) e Salitre (CE). Neste município, duas comunidades quilombolas (Lagoa dos Crioulos e Serra dos Chagas) e uma em processo de regularização pelo Incra (sítio Arapuca) também fazem parte da amostra da pesquisa.

Identificou-se também programas e ações estaduais com grande potencial adaptativo, tanto no estudo de caso da Bahia, quanto no do Ceará. Naquele, o Programa *Cabra Forte*, apesar de ter sido cancelado antes da pesquisa de campo ocorrer, foi frequentemente mencionado nos questionários e nas entrevistas qualitativas como política interessante para a produção familiar. O programa consistia em um conjunto de ações estruturantes de recursos hídricos e apoio ao fortalecimento do subsistema nutricional animal (ex.: ensilagem), associados à extensão rural e melhoramento genético dos rebanhos. Destaque para a participação de agentes rurais comunitários: bolsistas locais que faziam a

intermediação entre a comunidade e os extensionistas da EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário). Verificou-se em campo algumas benfeitoras deixadas pelo programa (ex.: chafarizes, poços cata-ventos, animais de raça). Entretanto, com a troca do Governo estadual, em 2007, a política foi abandonada. Foi relatado também a existência de um programa estadual de distribuição de sementes subsidiadas para os produtores, mas o nome nem o ano de implementação foram identificados.

No estudo de caso do Ceará, o Projeto São José mostrou-se central no contexto adaptativo. Por meio do programa, várias das associações rurais visitadas haviam conseguido construir reservatórios hídricos, implementar água encanada, adquirir tratores e arados e ampliar a rede elétrica dentro das comunidades. Observou-se também poços profundos e dessalinizadores construídos pela SOHIDRA (Superintendência de Obras Hidráulicas), com recursos do programa estadual de Combate à Pobreza. O programa Hora de Plantar é outra ação de ampla cobertura entre os produtores familiares, já discutido nos capítulos anteriores.

Já em nível municipal, as prefeituras tem escopo de ação reduzido, tanto devido a restrições financeiras quanto de capital humano. Mas em alguns dos municípios estudados, as secretarias de agricultura locais realizavam algumas políticas pontuais de melhoramento genético e infraestrutura hídrica. Por fim, destaque para a sociedade civil organizada na figura da ASA (Articulação do Semiárido), que executa duas das políticas mais emblemáticas do Semiárido: P1MC e P1 +2. No Ceará, a sociedade civil também é responsável pelo SISAR, sistema de saneamento rural já discutido no capítulo 7.

9.2.1 Modos da intervenção adaptativa do Estado

Para sistematizar a análise do potencial adaptativo de cada política, considera-se tipologias quanto à natureza, mecanismo e dimensão da política. As políticas de **apoio** são aquelas que fornecem meios para o produtor se adaptar, mas não empreendem diretamente ajustes nos sistemas. Programas de **seguridade social** são as transferências de renda via bolsa família e aposentadorias, as quais fortalecem a capacidade adaptativa financeira do produtor. Já as políticas **estruturantes** são aquelas que modificam fisicamente os sistemas, deixando um legado que transforma definitivamente a paisagem adaptativa da produção familiar. Por fim, as políticas **emergenciais** são aquelas tomadas em resposta a um contexto de distúrbio, como um evento extremo de seca.

Neste contexto, observa-se que o repertório político adaptativo disponível é mais diverso em políticas estruturantes e de apoio ao produtor, enquanto apresenta um conjunto relativamente pequeno de políticas emergenciais e de seguridade social (Gráfico 74). Entretanto, diversidade não é sinônimo de eficácia. Repertórios pequenos, como o da seguridade social (2 políticas), tem grande impacto positivo na capacidade adaptativa

familiar, enquanto o repertório das políticas de apoio ao produtor, apesar de mais diverso (8 políticas), tem baixa eficiência adaptativa devido a barreiras institucionais, como ver-se-á a seguir. Destaque para as políticas emergenciais, que compõem 12% das políticas governamentais.

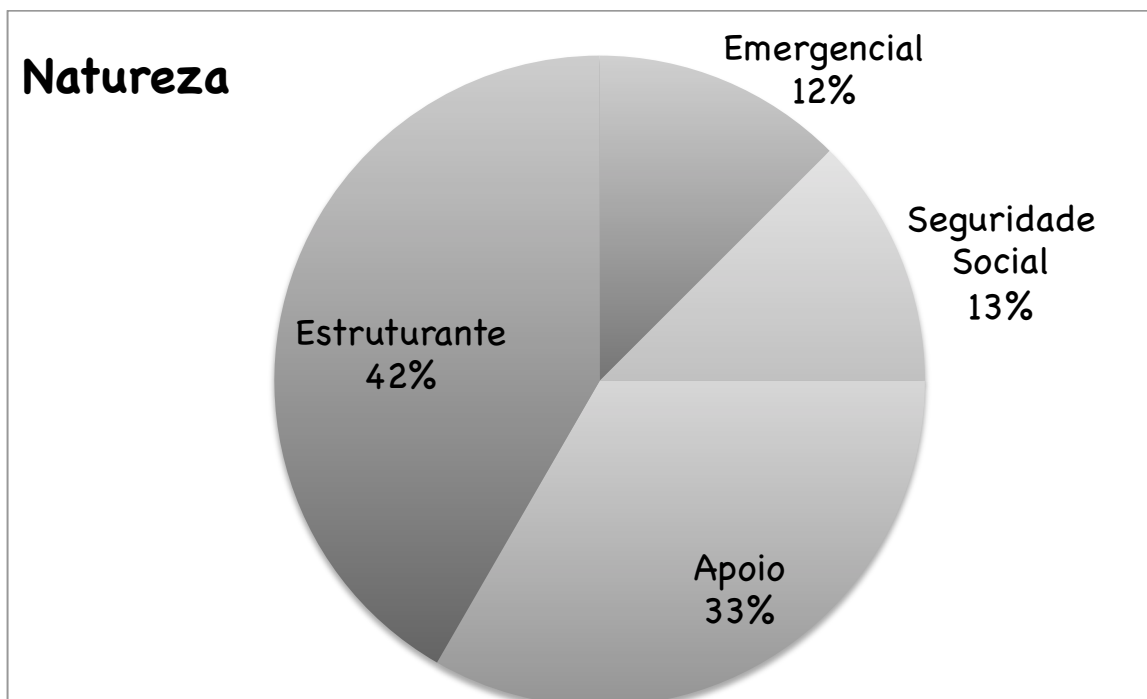


Gráfico 74- Classificação das políticas adaptativas, segundo à natureza
Fonte: elaborado pelo autor

Quanto às tipologias de dimensões e mecanismos, verifica-se que a esfera econômica é o foco da maior parte das políticas governamentais, especialmente aquelas em nível federal (Gráfico 74). Aposentadorias, o bolsa família e bolsa estiagem (mecanismo transferência de renda) fortalecem o poder econômico, enquanto os programas de venda subsidiada de ração e sementes amenizam os custos operacionais e ajudam na acomodação dos impactos e na recuperação após o evento, respectivamente (mecanismo subsídio). Outros mecanismos financeiros, como os empréstimos subsidiados do Pronaf e o Garantia Safra, são fundamentais em contextos de perdas agrícolas e aumento dos custos de operação dos sistemas produtivos. Não menos importantes são as compras governamentais, que fornecem mercado a preços tabelados, amenizando os efeitos da oscilação de mercado.

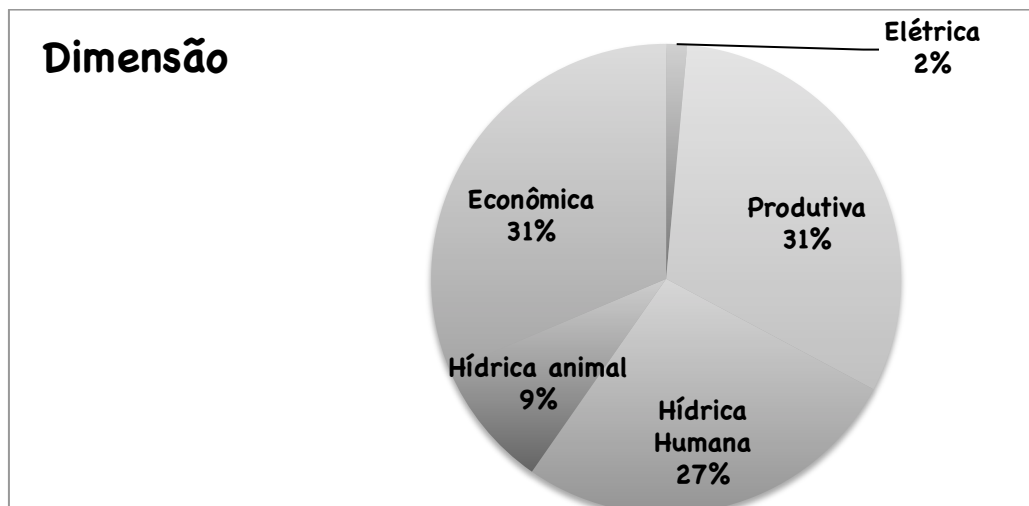


Gráfico 75- Repertório político adaptativo segundo a dimensão dos sistemas rurais familiares no qual ocorre a intervenção
 Fonte: elaborado pelo autor

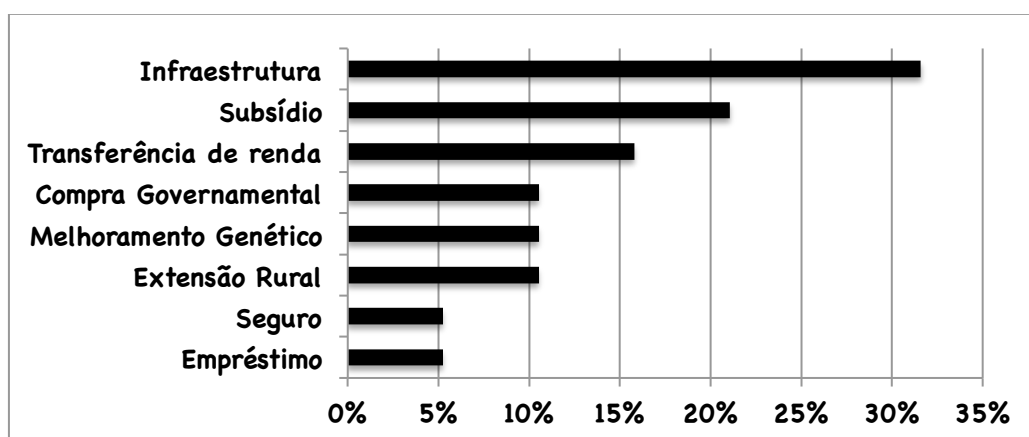


Gráfico 76- Repertório político adaptativo segundo o mecanismo adaptativo da política
 Fonte: elaborado pelo autor

De grande relevância, são as políticas de infraestrutura hídrica humana, que vêm atendendo uma das principais deficiências históricas da qualidade de vida no Semiárido (Gráficos 75 e 76). O mesmo pode ser dito quanto à ampliação da infraestrutura elétrica, cujo acesso vem provocando uma revolução adaptativa na zona rural, uma vez que permite a interiorização de infraestrutura de beneficiamento da produção, como as mini-fábricas de doces observadas em Uauá (BA), e tanques de resfriamento de leite, verificadas em Araripe (CE), assim como armazenamento doméstico de alimento, pequenos sistemas de irrigação e acesso à informação adaptativa pelos meios de comunicação.

Portanto, há uma grande diversidade de políticas, programas e ações voltados para o produtor familiar. Todavia, em termos de abrangência na amostra, há diferenças marcantes. Verificou-se que a intervenção do Estado é essencialmente de caráter assistencial, emergencial e com enfoque na infraestrutura hídrica humana. Políticas dessa natureza são amplamente acessadas pelos produtores. Já as políticas de apoio ao produtor, que

implicariam, a princípio, na redução *ex-ante* da vulnerabilidade agropecuária, são menos frequentes ou muito raras (Gráfico 77).

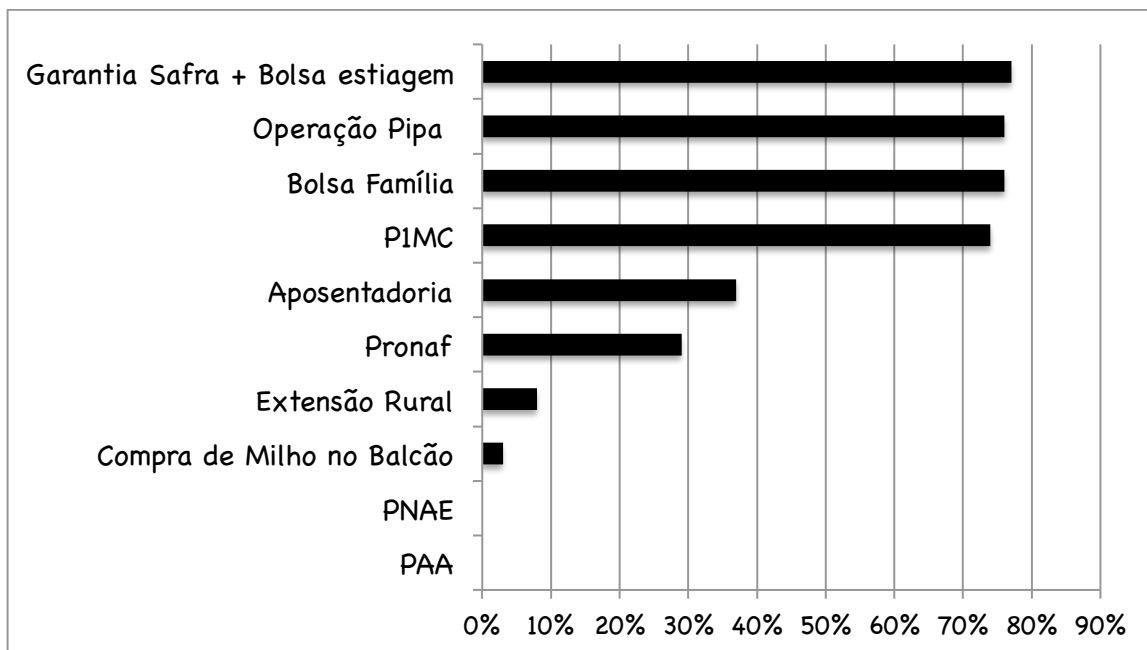


Gráfico 77- Frequência das principais políticas governamentais voltadas para produção rural familiar na amostra de Salitre (n=38). O Bolsa estiagem e o garantia safra foram incorporados em uma única categoria porque são programas complementares: produtores inscritos no cadastro único e que não contrataram garantia safra, automaticamente recebem o bolsa estiagem

Fonte: pesquisa de campo, 2013

Os impactos da seca de 2012 explicitam bem o desequilíbrio na cobertura das diferentes políticas identificadas. Esta foi a primeira Grande Seca na qual esse repertório foi testado⁶⁸, visto que grande parte das políticas foram criadas a partir de 2003 (Quadro 78). Os resultados da Tese mostram que o repertório foi relativamente eficaz em amenizar os efeitos adversos da seca nos sistemas humanos: hídrico, alimentar e econômico. Sem os programas de transferência de renda e emergenciais (ex.: garantia safra, bolsa estiagem, Operação Pipa), os impactos teriam sido tão ou mais catastróficos do que os observados em secas pretéritas de magnitude semelhante.

Todavia, os efeitos adversos da seca foram sentidos em toda sua força nos sistemas agrícolas, apícolas e pecuários. A quebra das safras, a fuga dos enxames e a morte de grande parte dos rebanhos foram realidades frequentemente observadas em Salitre e região. O arcabouço político disponível não foi capaz de prevenir nem de acomodar os impactos. Na pecuária, a única política emergencial observada foi a venda de milho no balcão, que ajudou na manutenção dos rebanhos, mas apenas uma pequena fração dos produtores acessou o programa (Gráfico 77). O PAA e PNAE não foram relatados nos questionários, apesar de outras fontes terem indicado que cerca de 2% da população de produtores familiares salitreense participa de um dos dois programas. O acesso ao Pronaf e

⁶⁸ Segundo os depoimentos, a última seca extrema antes de 2012 foi em 1992. Entretanto, nesse período, houve outros anos secos, como 2007 e 2010, durante os quais as políticas identificadas já se mostraram relevantes

atendimento pela Extensão rural governamental foram pouco frequentes, relatados em apenas 29% e 8% da amostra, respectivamente. Diante da carência no acesso às políticas de apoio a produção, verificou-se que os produtores remanejaram as políticas formuladas para a adaptação humanas para a acomodação dos impactos em seus sistemas produtivos. Aposentadorias, o bolsa família e a bolsa estiagem foram usadas na compra de ração animal e contratação de Pipas. A água da Operação Pipa do Exército, que deveria ser exclusivamente para o consumo humano, foi também destinada à dessedentação animal.

Os resultados sugerem que a adaptação da produção rural familiar tem se processado de cima para baixo e viabilizada pela intervenção política. Ou seja, a adaptação está ocorrendo relativamente a contento na escala dos subsistemas humanos, mas não é acompanhada da adaptação em escalas menores das atividades produtivas. Quando estas ocorrem, é pelo remanejamento dos recursos das escalas mais ampla para as mais baixas. Chama-se a isto de *processo adaptativo descendente*.

Portanto, na seca de 2012, não foi a produção rural familiar - como unidade adaptativa autônoma - que se adaptou, mas sim a paisagem político-institucional na qual ela está inserida que se tornou mais resiliente. Isso contrasta com o processo adaptativo pretérito, quando a vulnerabilidade e a capacidade adaptativa humana eram majoritariamente dependentes da vulnerabilidade dos subsistemas produtivos. Não havia uma rede de segurança política robusta para amenizar o escalonamento dos impactos. Em anos de secas severas, a figura paternalista do coronel era, muitas vezes, o único esteio no qual buscar apoio financeiro, hídrico e alimentar. Do contrário, o produtor estava entregue a própria sorte ou à opção de migrar. A intervenção do Estado era reativa e precária, baseada principalmente nas obras hidráulicas e frentes de trabalho. Neste contexto, os impactos e a adaptação a estes era exclusivamente ascendentes. Ou seja, eram sentidos nos sistemas produtivos e depois propagavam-se até os subsistemas humanos. Caso não fosse possível interromper a ascensão dos impactos por meio de ajustes nos sistemas produtivos, os subsistemas familiares sofriam na mesma proporção (Quadro 79).

Paisagem Adaptativa	Grandes Secas		
	Até 1970s	1970-2000	Seca 2012
Papel do Estado	- Ausente - Intervenção emergencial	Intervenção: - Emergencial - Modernizante - Estruturante	Intervenção - Emergencial - Assistencial - Estruturante
Políticas	- Obras hidráulicas - Frentes de trabalho - Campos de concentração	- Cooperativismo - Extensão rural modernizante - Frentes de emergência - Polos de desenvolvimento	- Transferência de renda - Infraestrutura hídrica humana - Subsídios - Infraestrutura elétrica - Financiamento rural - Seguro - Extensão rural participativa
Atores	- Coronel	- Estado - Elites locais	- Estado - Sociedade Civil
Paradigmas	- Combate à seca	- Combate à seca - Modernização tecnológica - Desenvolvimentismo	- Convivência com o Semiárido - Desenvolvimento sustentável - Valorização do tradicional
Resiliência da paisagem política adaptativa	Baixa	Baixa	Elevada
Impacto nos sistema produtivo	Elevado	Elevado	Elevado
Impacto Humano	Elevado	Elevado	Baixo

Quadro 79 - Comparação da paisagem política adaptativa da produção rural familiar durante grandes secas pretéritas e a seca de 2012

Fonte: Bursztyn, 1984; Pesquisa de campo 2011; 2013

Portanto, a adaptação durante a seca de 2012 só foi possível pela integração da produção rural familiar dentro de uma paisagem político-institucional resiliente ao evento de seca, levando este trabalho a duas conclusões gerais:

- A adaptação humana, em última análise, é um processo que ocorre em nível de paisagem sociopolítica. Propõem-se o termo paisagem adaptativa.
- A produção rural familiar, como unidade adaptativa, não tem autonomia. Continua altamente vulnerável ao clima e, caso retirada a rede de seguridade social e ações emergenciais, os sistemas seriam duramente afetados.

Aqui, é necessário um breve esclarecimento. Se adaptação é redução de vulnerabilidade, então o contexto político-institucional, baseado nas políticas de transferência de renda e emergenciais, foi adaptativo durante a seca de 2012. Esta constatação não é opinião do autor ou defesa de uma bandeira política, mas um fato verificado durante a pesquisa de campo. Todavia, isso não implica que esta paisagem adaptativa seja a ideal ou a mais desejável. Alguns atores entrevistados e autores da comunidade científica defendem que tais políticas, como bolsa família e pipa do exército,

são reinvenções da prática paternalista e clientelista que historicamente caracterizou a zona rural nordestina (NELSON; FINAN, 2009). Para eles, os coronéis locais foram substituídos por figuras da elite política nacional, sem alterar, entretanto, as relações de dependência e de poder perniciosas.

A pesquisa recolheu evidências que tais colocações encontram certo respaldo nas realidades visitadas. Durante as entrevistas semi-estruturadas e não-estruturadas, ficou claro que uma parte significativa dos produtores não enxergam essas políticas como um direito, mas sim como um favor concedido por determinados personagens políticos. Da perspectiva deste trabalho, esse fato não diminui o poder adaptativo ao clima que as políticas representaram em 2012, mas levanta questões éticas e morais quanto ao uso destas para fins escusos. A principal é o alerta de que o fortalecimento das relações de clientelismo acaba aumentando a vulnerabilidade social e enfraquecendo processos que levem a paisagens adaptativas na qual o produtor possui maior autonomia frente ao Estado. Uma das impressões que ficaram dos campos é que o paternalismo está entranhado na cultura sertaneja, não só das elites, como do próprio sertanejo, que ainda tem a expectativa de ser “amparado” por alguma entidade externa. Não foi objetivo deste trabalho investigar mais a fundo este aspecto. Todavia, reconhece-se a necessidade de futuras pesquisas compreenderem melhor as implicações desse processo na determinação da vulnerabilidade social e suas implicações para adaptação à mudança climática.

9.3 BARREIRAS INSTITUCIONAIS À ADAPTAÇÃO

Nessa paisagem política adaptativa que vem se configurando desde 1990, novos atores emergem e antigos se consolidam. Uma estrutura de governança adaptativa complexa, na qual diferentes atores governamentais e não-governamentais, em diferente escalas de tomada de decisão, vem interagindo para traduzir o potencial contido nas políticas em ação adaptativa. Como discutido acima, verificou-se que há deficiências na execução das políticas de apoio ao produtor, as quais poderiam, a princípio, reduzir as vulnerabilidade dos sistemas produtivos. Verificou-se em campo que as barreiras institucionais são as principais responsáveis por essas deficiências.

O Sistema de inovação é um bom exemplo de deficiência institucional. Ele é formado pelo tripé P&D, extensão rural e financiamento. Verificou-se que a P&D vem acontecendo de forma satisfatório, desenvolvendo um rico repertório de técnicas e tecnologias adaptativas. Porém, as inovações não conseguem atingir o público alvo: o produtor.

No âmbito governamental, a EMBRAPA apresenta-se como instituição chave. Desde a década de 1970, a Embrapa Semiárido (sediada em Petrolina/PE) e a Embrapa Meio-Norte (sediada em Teresina/PI) são responsáveis pelo desenvolvimento de inúmeras tecnologias de convivência com Semiárido. Várias das estratégias identificadas durante os campos,

como bancos de proteínas animal, manejo da caatinga, melhoramento genético dos rebanhos, sementes tolerantes à seca, tecnologias de armazenamento de água da chuva etc foram criadas, desenvolvidas ou aprimoradas pelas diferentes unidades da empresa. No estudo de caso da Bahia, a proximidade com a sede da Embrapa Semiárido foi refletida nas entrevistas. Alguns dos estabelecimentos visitados abrigavam projetos pilotos ou trabalhos em parceria com a Embrapa.

O outro pilar da inovação é a extensão rural. Esta é o canal por meio do qual as informações transitam dos centros de P&D para o produtor rural familiar, assim como do produtor rural para os centros de pesquisa. Cria-se, dessa forma, um ciclo informacional que fomenta a criatividade do sistema de inovação. Entretanto, observou-se em campo que a extensão rural é deficiente e constitui um dos principais gargalos da adaptação da produção rural familiar (Tabela 52).

Tabela 52 - Frequência de produtores que recebem assistência técnica nas amostras/universo municipal da Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá) e Ceará (Salitre)

Variável	Bahia		Ceará (Salitre)	
	Amostra (n=210)	Censo IBGE 2006	Amostra (n=38)	Censo IBGE 2006
Recebe algum tipo de assistência técnica	35%	26%	13%	12%

Fonte: Censo Agropecuário 2006; Pesquisa de campo, 2011;2013

Dentro da estrutura de gestão governamental, cabe às Emateres (Empresas de Assistência Técnica e Extensão rural) prestarem a assistência técnica no nível de município. A Emater é uma instituição estadual, vinculadas às secretarias de agricultura dos respectivos estados. Na Bahia, chama-se EBDA (Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário), enquanto no Ceará, Ematerce (Empresa de Assistência Técnica e Extensão rural do Ceará). Na sua acepção original, as Emateres seriam o elo central da adaptação política rural. Porém, em todos os municípios visitados, as empresas não tinham capacidade de executar seu papel extensionista. Verificou-se que grande parte do trabalho da EBDA e da Ematerce é administrativo, funcionando como extensões executivas das políticas Estaduais e Federais. São responsáveis pelo cadastro dos produtores nos programas de venda subsidiada de ração, distribuem sementes, emitem a DAP (Declaração de Aptidão ao Pronaf), elaboram projetos de financiamento, participam de campanhas de vacinação etc. Contudo, possuem um trabalho de extensão muito limitado e ineficiente. Segundo os próprios agentes rurais, isso se deve a deficiência de pessoal, alta rotatividade de técnicos e baixa infraestrutura de campo. O resultado é que a atividade de ATER atende apenas uma pequena fração do público alvo (Quadro 80).

Variável	Ideal	Uauá (BA)	Salitre (CE)	Mauriti (CE)
Razão técnico:produtores atendidos	1:100	1:700	1:640	1:220

Quadro 80 - Razão entre técnicos e produtores rurais ideal e em três municípios visitados segundo informações dos próprios extensionista das Emateres locais

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Diante desta lacuna institucional, instituições da sociedade civil e parcerias público-privadas vem assumindo o papel de extensão que caberia ao Estado. Estão entre elas ONGs, associações de moradores, sindicatos rurais, cooperativas, agências do sistema S (ex.: Sebrae) e a própria Embrapa (Gráfico 78). A paisagem institucional do campo da Bahia é muito mais diversificada do que a de Salitre. Isso se deve em grande medida pela localização dos municípios nas proximidades de centros urbanos regionais (Petrolina e Juazeiro) e um histórico de mobilização social e fomento de polos de desenvolvimento governamentais. Em contraste, Salitre não conta com uma paisagem institucional tão diversificada. Não foram observadas ONGs nem centros de pesquisa relevantes próximos ao município, de modo que a extensão rural é basicamente fornecida pela Ematerce e sindicatos (Gráfico).

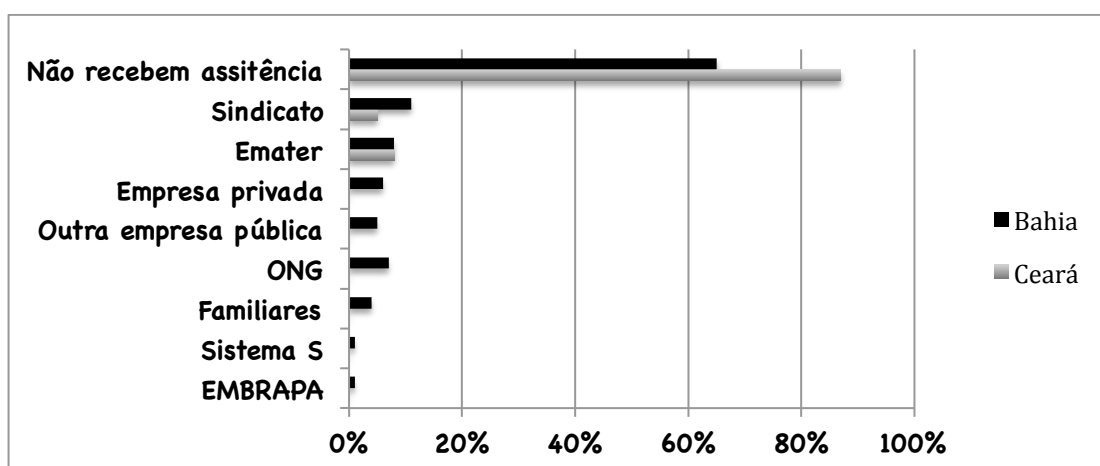


Gráfico 78- Frequência dos produtores que não recebem assistência técnica e que recebem assistência técnica segundo a instituição extensionista, nos estudos de caso da Bahia (n=210) e do Ceará (n=38)

Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

No contexto da Bahia, destaque para as ONGs, as quais são de vital importância na paisagem adaptativa (Box 6). Essa afirmação é baseada no conjunto de observações de campo. Os trabalhos da **SASOP** (Serviço de Assessoria a Organizações Populares Rurais), sediada em Remanso, e do IRPAA (Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada), sediada em Juazeiro, puderam ser acompanhados de perto. Posteriormente, o trabalho das ONGs Caatinga e Chapada foi observado durante a incursão ao Cariri pernambucano, em agosto de 2011. As quatro são vinculadas à ASA e são responsáveis pela implementação do P1MC e P1+2, nas suas respectivas regiões.

Verificou-se que as ONGs atuam em diversas dimensões adaptativas: são fonte de informação adaptativa, canais de difusão de tecnologias, facilitam a organização social e

acesso ao mercado, dão orientação produtiva e auxiliam na adequação burocrática para acessar benefícios e políticas públicas, além de atuarem como entidades fiscalizadoras do poder público e darem voz a um setor que historicamente foi marginalizado das decisões políticas. Ademais, funcionam como centros de P&D, desenvolvendo novas tecnologias ou aprimorando as já existentes.

O IRPAA, por exemplo, possui uma fazenda experimental em Juazeiro, na qual dá cursos, realiza experimentos e promove dias de campo com os produtores municípios da região. Alguns dos participantes egressos foram visitados durante a aplicação dos questionários. Seus sistemas produtivos costumavam ser mais diversificados, intensos em tecnologias de convivência com o Semiárido, além de mais lucrativos e menos sensíveis ao clima. As ONGs da Bahia também apoiavam intercâmbios entre produtores locais com os de outras regiões, o que se mostrou muito positivo do ponto de vista adaptativo.

Box 6 – Um caso práticos do papel adaptativo das ONGs

Um produtor de Remanso exemplifica bem o papel que as ONGs vêm desempenhando em algumas áreas do Semiárido. Ele adota a ensilagem para alimentação do rebanho, técnica que aprendeu, em 1997, durante um curso do IRPPA. O produtor também cobria o solo com matéria seca para diminuir as perdas evaporativas e aumentar a fertilidade. A técnica havia sido observada no Piauí, durante um intercâmbio entre produtores. Também foi em um intercâmbio promovido pela ONG Sasop que ele havia conhecido a prática de bancos de proteína e havia conseguido as estacas de gliricidia e leucena que plantou em seu estabelecimento. Na ocasião da pesquisa, estas eram centrais entre as estratégias alimentares da pecuária do estabelecimento.

Por fim, o último pilar do tripé de apoio à adaptação do produtor é o financiamento. Sem recursos, o produtor não tem como acessar grande parte das adaptações identificadas. O Pronaf ocupa uma posição central no repertório de políticas adaptativas. Porém, o acesso depende de uma série de requisitos que atrasam o processo de contratação ou mesmo inviabilizam o recurso. Caso seja conseguido o empréstimo, ele não é sinônimo de adaptação. Por diferentes motivos, a aplicação do Pronaf pode ser inócuo ou resultar no aumento da vulnerabilidade.

Verificou-se em campo que, frequentemente, o investimento é mal empregado ou o retorno não é imediato ou não é proporcional ao investido, de forma que, ao final, o produtor tem uma dívida e nenhum benefício. Soma-se a isso os inúmeros os casos relatados de desvio de função de recursos (ex.: aplicação dos recursos do Pronaf para compra de moto,

de um eletrodoméstico etc). Nestas situações, o potencial adaptativo do Pronaf é perdido. Os produtores do município de Uauá, por exemplo, estavam impedidos de acessar o Pronaf porque a taxa de inadimplência municipal era muito alta, reflexo ainda de uma das primeiras lotes de empréstimo do Pronaf, em 1997. Nos primeiros anos do programa, os gestores não consideraram a lógica econômica sertaneja. Esta desenvolveu-se em um ambiente de restrição econômica, no qual os ativos eram essencialmente a produção agropecuária e os investimentos eram feitos de forma reativa. Não é costume da cultura do sertanejo o planejamento orçamentário de longo prazo, nem avaliações sobre a relação entre investimentos e rentabilidade ou análises de risco, algo essencial ao contrair dívidas com uma instituição financeira. Segundo vários atores envolvidos na concessão de crédito, nos primeiros anos de Pronaf e, em menor medida, atualmente, há um “deslumbramento” por parte do produtor diante de um volume tão grande de recursos, algo inédito da vida de muitos.

Você coloca muito dinheiro na mão de uma pessoa pobre. Ela tem tanta necessidade que não sabe o que faz: é uma geladeira, é um fogão. Ele sabe que o dinheiro (do Pronaf) não era para aquilo, mas todo ser humano sonha com conforto. (representante do Sindicato dos trabalhadores rurais, Uauá/BA)

O sertanejo não tem a cultura de usar o dinheiro. Ele pega o dinheiro emprestado com prazo de carência longo e se endivida comprando móvel e depois não tem como pagar o empréstimo. (Produtor familiar, Missão Velha/CE)

Este contexto vem mudando e não pode ser generalizado. Mas o fato é que a concessão de crédito público sem orientação deixou um legado de dívidas no sertão nordestino. A extensão rural, caso não fosse deficiente, poderia ter sido fonte de informação e orientação na aplicação eficiente desses recursos. Por fim, é importante considerar que os valores do Pronaf, apesar de elevados diante do orçamento restrito de muitas famílias, são pequenos quando se trata de investimentos em adaptações que retirem o sistema produtivo de uma condição vulnerável. Várias das tecnologias são relativamente caras e não dão retorno financeiro substancial. Os resultados da Tese sugerem que o Pronaf é uma fonte de recurso importante na obtenção de capital de giro e intervenções pontuais, mas não é capaz de dar suporte a uma intervenção transformadora na vulnerabilidade dos sistemas produtivos.

Considerações finais sobre barreiras institucionais à adaptação

As políticas adaptativas de apoio à produção familiar apresentam uma estrutura institucional deficiente. No caso do sistema de inovação, a dificuldade em articular diferentes aspectos do sistema apresenta-se como um dos principais gargalos. Ao longo dos capítulos anteriores, as barreiras institucionais de outras políticas também foram brevemente

discutidas em seus respectivos pontos de intervenção. Em conjunto, as análises sugerem um repertório adaptativo diverso, porém ainda ineficaz em expandir seus benefício ao grande público da produção rural familiar (Quadro 81).

Política	Barreiras Institucionais	Consequência
P&D para convivência com Semiárido	- Ausência de canais de difusão tecnológica	As tecnologias estão restritas a projetos pilotos, campos experimentais e a uma pequena parcela dos produtores
Extensão Rural	- Alta rotatividade do corpo técnico - Efetivo técnico insuficiente - Baixa infraestrutura para trabalho de campo	- Baixa cobertura do público alvo - Assistência pontual e sem continuidade
Pronaf	- Valores baixos - Falta de orientação técnica	- Endividamento - Ineficiência na aplicação dos recursos
Milho do Balcão	- Logística de transporte dos polos produtores (centro-sul brasileiro) para os centros consumidores (Nordeste)	- Produtores cadastrados não beneficiados - Escassez de ração nos armazéns da Conab - Limitação da cota individual que cada produtor tem direito
Operação Pipa	- Não repasse federal para pagamento dos pipeiros	- Corte do fornecimento de água durante estiagem (Bahia)
PAA/PNAE	- Regulamentação Sanitária de difícil cumprimento pelo produtor (SIF)	- Mesmo tendo produto, o produtor não pode vender
Projeto São José	- Associativismo deficiente (existem associações, mas falta união e participação dos associados)	- Não há mobilização local para buscar projetos
SISAR		- Dificuldades nas deliberações coletivas relevantes ao projeto/gestão do SISAR
Cabra Forte	- Rotatividade Política (troca da gestão Estadual)	- Cancelamento do programa

Quadro 81 - Barreiras institucionais de algumas das principais políticas observadas em campo
Fonte: Elaborado pelo autor

9.4 BARREIRAS INFORMACIONAIS E COGNITIVAS: A DIMENSÃO SUBJETIVA DA ADAPTAÇÃO

Mesmo que todas as condições sejam favoráveis para que a adaptação ocorra, a implementação desta depende, em última análise, da decisão do produtor em empreende-la. O processo de tomada de decisão em nível individual envolve acesso à informação e a predisposições do produtor em executar a ação, baseado em uma avaliação subjetiva de custo-benefício.

Além da extensão rural das Emateres, ONGs e afins, vários meios não-governamentais são canais por meio dos quais a informação adaptativa flui. A Televisão e o rádio são os meios mais comuns. Destaque para o programa Globo Rural, que, tanto na Bahia quanto no Ceará, foi fonte de inspiração para alguns produtores empreendem ajustes adaptativos e produtivos em seus sistemas. Programas locais de rádios com grande audiência rural também foram mencionados como fonte de informação adaptativa. As

reuniões nas associações, sindicatos e cooperativas também são oportunidades relevantes de troca de informações.

Aspectos educacionais também aparecem como relevantes. Habilidades e competências aprendidas durante a educação formal são essenciais no acesso à informação escrita e a outros canais mais complexos. A mais básica das habilidades neste contexto é saber ler e escrever, uma vez que dá ao produtor autonomia no acesso a informações adaptativas. Ao mesmo tempo, a escola em si é um canal de informação que pode ser usado para difundir opções de convivência com o Semiárido. Observou-se em campo propostas de educação contextualizada, na qual os conteúdos são ensinados tendo os problemas e as opções de convivência com o Semiárido como pano de fundo. O potencial adaptativo desta proposta é grande caso venha a ser universalizado na grade curricular das escolas do interior nordestino.

A análise do nível de escolaridade do produtor é um *proxy* da capacidade adaptativa do produtor. Nos estudos de caso, a pesquisa revelou um contexto de baixo grau de escolaridade, no qual grande parte dos entrevistados é analfabeta ou semianalfabeta (apenas lê e escreve) (Gráfico 79). Essa informação é relevante quando se trata de formular estratégias de difusão de informação. A baixa escolaridade sugere que meios impressos e textuais tem uma capilaridade pequena entre os produtores, enquanto os meios orais e visuais são os mais recomendados.

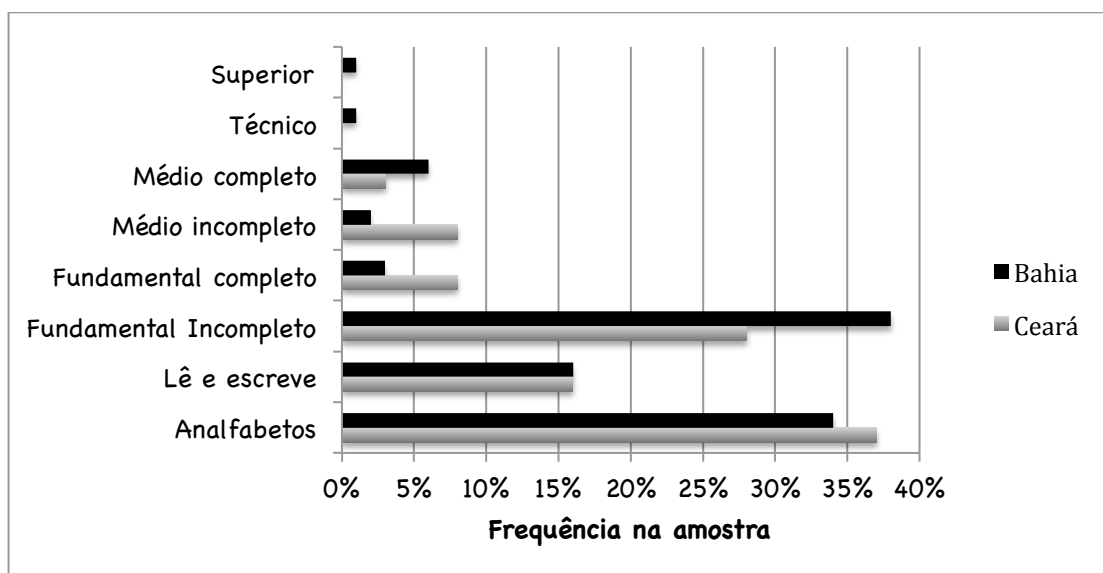


Gráfico 79- Escolaridade dos produtores entrevistados nas amostras do Ceará (n=38) e Bahia (n=241).
Fonte: Pesquisa de campo, 2011; 2013

Porém, a associação entre nível educacional e a adaptação não é direta. Ao contrário do esperado, a pesquisa de campo observou que os produtores que apresentavam o maior grau de sofisticação adaptativa de seus sistemas – vistos como produtores “modelos” de convivência com o Semiárido - eram analfabetos ou semianalfabetos. Geralmente, cada município tinha um ou dois produtores que se encontravam nessa categoria. Eles foram

identificados durante às entrevistas pré-campo⁶⁹ como referências de modelos produtivos. Buscou-se então, sempre que possível, entrevistá-los no intuito de entender o que eles tinham de particular.

Eram todos produtores acima dos 45 anos. Em termos gerais, são iguais ao produtor médio entrevistado: filhos de produtores rurais, nascidos na zona rural dos municípios, analfabetos ou semianalfabetos. Porém, apresentavam características subjetivas diferenciadas. Eram bem articulados, curiosos, empreendedores, proativos, com perfil de liderança e dispostos a arriscar. Apesar do baixo grau de escolaridade limitá-los em alguns aspectos pontuais, como alguns reconheceram, na prática adaptativa não foram determinantes. Chamou a atenção também o fato de serem experimentadores independentes, que observam e testam novas soluções para problemas cotidianos.

Devido a essas características, os produtores “modelos” geralmente são o público preferido pelas ONGs, centros de pesquisa e demais órgãos de extensão para realizar projetos pilotos ou para instalar campos experimentais. Eles são caracterizados como adotantes iniciais (*early adopters*), pioneiros dispostos a empreender ações pouco conhecidas ou ainda em fase de teste/experimentação. Têm como qualidades a perseverança, disciplina e paciência, o que geralmente resulta em alto grau de sucesso quando implementam uma tecnologia. Em contraponto, a maioria dos produtores rurais familiares frequentemente mostra-se reticente e desconfiada ao novo. É menos propensa à adoção de estratégias pioneiras, assim como a seguir à risca as orientações técnicas. Quando as adotam, muitos destes produtores abandonam diante de insucessos iniciais ou com a demora de resultados. Essas percepções foram verificadas tanto nas entrevistas *in loco*, quanto nos relatos dos extensionistas.

Os produtores “modelos” servem de exemplo para os produtores vizinhos, que, sensibilizados pelo sucesso, apropriam-se das tecnologias. São, portanto, ótimos canais para difusão de novas tecnologias dentro das comunidades rurais. As características dos chamados produtores modelos e o papel que estes tem na difusão de novas tecnologias adaptativas precisam ser melhor compreendidos e devem ser alvo de futuras pesquisas.

9.5 ADAPTAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

Algumas adaptações vão de encontro aos objetivos da sustentabilidade

Verificou-se em campo que algumas das adaptações empreendidas pelos produtores vão de encontro a objetivos do desenvolvimento sustentável. A agricultura de vazante, em áreas de Remanso (BA) e Casa Nova (BA), foi identificada como uma estratégia adaptativa à sazonalidade e secas extremas. Todavia, implica em um uso intensivo de defensivos

⁶⁹ Quatro produtores foram identificados: 1 em Remanso, 1 em Casa Nova, 1 em Uauá e 1 em Salitre

agrícolas que contaminam o solo e a água. Alguns dos carros pipas contratados para abastecer as cisternas de consumo humano lançam mão de fontes de água potencialmente contaminadas com agrotóxicos. Apesar de garantir a segurança hídrica humana, no médio-longo prazo pode acarretar em problemas de saúde graves, como câncer e doenças renais.

O uso de cactáceas nativas da caatinga (facheiro, mandacaru e xique-xique) na complementação alimentar animal, durante uma seca extrema, pode ter profundos impactos sobre a biodiversidade e, eventualmente, resultar em extinções locais das espécies. No campo de Salitre, evidências sugerem que, em algumas comunidades de Sertão, essas espécies foram intensamente acessadas durante a seca de 2012, rareando ou desaparecendo. O mesmo vale para a caça de animais silvestres, cujas populações são afetadas pela busca de alimento durante anos de seca. Junto com a degradação ambiental e perda de habitats, eventos climáticos extremos podem agravar pressões humanas sobre a biodiversidade local.

Outra incompatibilidade entre sustentabilidade ambiental e adaptação é a sobrecarga das pastagens naturais trazida pela caprinovinocultura de sequeiro. Apesar do uso da caatinga como pasto ser uma estratégia de convivência com o Semiárido, e das cabras e ovelhas serem animais altamente adaptados às condições extremas da região, o uso da caatinga sem o manejo adequado pode causar graves impactos ambientais, contribuindo para a perda de biodiversidade e desertificação.

Por fim, algumas ações são adaptativas, porém não são desejáveis do ponto de vista de uma ética da sustentabilidade. A venda de animais no auge da seca é adaptativa, mas é uma ação extrema que reduz o potencial produtivo do rebanho e retarda a recuperação econômica do produtor. De forma semelhante, a redução de extração de mel, adotada em 2012 por alguns apicultores para reduzir o risco de fuga dos enxames, também implica em impactos na renda do produtor. O uso de água suja e contaminada de barreiros ou salobra de cacimbas, assim como o uso de espécies tóxicas e de baixo valor nutricional na alimentação humana, como o licuri e o mucunã, são adaptações à seca no sentido estrito da palavra, mas não são desejáveis do ponto de vista da dignidade humana. Estes são apenas alguns exemplos de que nem toda adaptação é sustentável.

Algumas adaptações vão ao encontro dos objetivos da sustentabilidade

Por outro lado, diversas adaptações não só reduzem vulnerabilidades, mas representam ganhos na qualidade de vida, sustentabilidade econômica e conservação ambiental. A apicultura é um exemplo. A atividade é mais resistente à variabilidade climática quando comparada às demais atividades rurais, apresenta maior rentabilidade e demanda menos mão-de-obra. Ao mesmo tempo se beneficia da conservação e recuperação florestal, visto que sua matéria prima são as floradas nativas da caatinga. Outro exemplo são as

técnicas de conservação do solo, como cobertura com matéria seca e captação de água *in situ*, as quais, além de reduzir a vulnerabilidade ao estresse hídrico, também reduzem o risco de salinização e erosão do solo, assim como o risco de assoreamento de rios e riachos. Técnicas de manejo da caatinga também são sinérgicas com a sustentabilidade: aumenta a capacidade suporte das forragens nativas, diminui a degradação ambiental causada pela pecuária extensiva e reduz o risco da tragédia dos comuns. Na dimensão hídrica, o valor adaptativo das cisternas de placa é ao mesmo tempo ganho de qualidade de vida humana, reduzindo a incidência de doenças e o despendido de horas da rotina feminina no transporte de água por longas distâncias, tão comuns no passado. Do ponto de vista da equidade de gênero, as cisternas de placas foram um grande avanço.

Proposta de um conceito normativo de adaptação

O conceito de adaptação como ajuste para moderar efeitos adversos ou aproveitar oportunidades abrange tanto adaptações que vão ao encontro quanto contra os objetivos da sustentabilidade. Este é um conceito analítico que se presta a descrever um processo cultural, mas é falha em agregar uma qualidade política e ética à ação. Essa qualidade é essencial quando se trata de formular políticas públicas e intervenções adaptativas, uma vez que estas tratam também sobre desejos e anseios sociais.

Este trabalho sugere que, no âmbito político, o conceito de adaptação ganhe um caráter normativo para que as ações sejam empreendidas buscando sinergias com o DS e evitando antagonismos. Nesta perspectiva, toda ação adaptativa também seria analisada sob a perspectiva da sustentabilidade, ou seja, da perspectiva de seus impactos ambientais, sociais e econômicos para além do distúrbio climático. A seguinte definição de adaptação sustentável é proposta:

Adaptação sustentável é toda tecnologia, ação ou processo que modere sensibilidades, acomode impactos, fortaleça capacidades adaptativas e aproveite oportunidades, ao mesmo tempo em que respeite a capacidade suporte do ecossistemas e não comprometa a equidade, qualidade de vida, saúde dos ecossistemas e sustentabilidade econômica dos sistemas adaptados.

Esta definição restringe em muito o repertório adaptativo identificado na pesquisa, mas distingue qualidades de ações e pode contribuir para evitar que intervenções que reduzam a vulnerabilidade em uma análise estreita e imediata, mas aumentem a insustentabilidade geral dos sistemas, sejam empreendidas em nome da adaptação ao clima. Como todo conceito normativo, a definição acima é ampla no sentido em que não define o que qualidade de vida, equidade e sustentabilidade econômica. Estes são parâmetro socialmente construídos e podem variar entre contextos e sociedades. Todavia, a definição assume alguns aspectos objetivos, como respeito à capacidade suporte dos ecossistemas, cujos critérios são quantificáveis e determinados cientificamente.

9.6 PRODUÇÃO RURAL FAMILIAR, DESENVOLVIMENTO E MUDANÇAS CLIMÁTICAS: O QUE AGUARDA O FUTURO?

9.6.1 Mudanças Climáticas Futuras

O presente trabalho não teve por objetivo explorar a vulnerabilidade e a adaptação da produção rural familiar às mudanças climáticas futuras. Todavia, buscou compreendê-las dentro de uma perspectiva histórica e contemporânea tendo como uma das principais motivações subsidiar reflexões sobre contextos futuros. Este esforço fará parte dos desdobramentos da pesquisa.

Mesmo não sendo o foco da pesquisa, é possível traçar algumas considerações sobre o tema. É esperado que as mudanças climáticas antropogênicas intensifiquem a vulnerabilidade climática histórica da produção rural familiar no Semiárido Brasileiro (Quadro 82). As projeções apontam o Nordeste como uma das regiões brasileiras onde a mudança será mais intensa ao longo do século XXI (NOBRE *et al*, 2008). Em geral, os modelos climáticos apontam para um decréscimo na pluviometria (CEDEPLAR; FIOCRUZ, 2008; MARENGO, 2007; MARENGO *et al*, 2010) e um aumento da frequência e duração dos veranicos (MARENGO *et al*, 2009).

Alguns modelos projetam – para cenários otimistas de emissão - aumentos entre 1-3 °C da temperatura e decréscimos de 10-15% das chuvas, respectivamente, para a região Nordeste até o final do século XXI. Em cenários pessimistas, o aumento de temperatura ficaria entre 2-4 °C e a queda nas precipitações entre 15-20% (BRASIL, 2010). Nestes cenários, as taxas evaporativas seriam maiores e o déficit hídrico (determinado pela relação entre precipitação e evaporação), já elevado no Semiárido, seria intensificado (MARENGO *et al*, 2011). Os impactos potencializariam a pressão sobre os reservatórios superficiais de água (açudes, barragens barreiros), aumentariam a dessecação dos solos e, segundo alguns trabalhos de modelagens, a substituição da Caatinga por vegetações características de climas áridos e desérticos (OYAMA; NOBRE; 2003; SALAZAR *et al*, 2007).

Parâmetro climático	Mudanças Climáticas projetadas para o final do século XXI para a região Nordeste	Consequências
Temperatura	Cenário otimista: aumento 1-3 °C Cenário pessimista: aumento 2-4 °C	- Queda no nível dos reservatórios hídricos
Precipitação	Cenário otimista: redução de 10-15% Cenário pessimista: redução de 15-20%	- Perdas agrícolas mais frequentes
Evaporação	Aumento da relação evaporação e precipitação (a qual já é 3:1)	- Degradação da caatinga
Veranicos	Mais frequentes e prolongados	

Quadro 82 - Mudanças Climáticas projetadas para o final do século XXI para a região Nordeste.

Fonte: Nobre *Et Al*, 2008; Cedeplar & Fiocruz, 2008; Marengo, 2007; Marengo *et al*, 2010; Marengo *at al*, 2009; Brasil, 2010; Marengo *et al*, 2011; Oyama & Nobre; 2003; Salazar *et al*, 2007

Diante de cenários de mudanças extremas, duas perguntas pertinentes vem sendo colocadas⁷⁰:

- *A produção rural familiar será uma atividade viável no Semiárido no futuro?*
- *A melhor solução adaptativa para as populações rurais é o abandono da atividade agrícola e a transição para outras não-agrícolas?*

As respostas para estas perguntas são complexas. Com base em analogias com o processo adaptativo histórico e a observação da adaptação durante a seca de 2012, conclui-se que o modelo de agricultura familiar tradicional foi bem sucedido em perseverar nas mais extremas condições climáticas. Parafraseando Euclides da Cunha *O sertanejo é antes de tudo um resiliente*. Mesmo com imensas deficiências adaptativas, desde o século XVI populações humanas de base agropecuária vem sobrevivendo continuamente a diversos eventos de secas severas e a profundas transformações socioeconômicas. É fato que foi uma sobrevivência precária, pouco acima dos limites da sobrevivência, acompanhada pela perda de vida humana e animal. Este tipo de sobrevivência (abaixo da dignidade humana), entretanto, não é mais aceitável nem desejado no início do século XXI. Assim, a adaptação humana ao clima no Semiárido rural não pode ser reduzida à sobrevivência como o foi na maior parte de sua história, mas compreendida como a manutenção da qualidade de vida humana à despeito do clima.

Verificou-se que há um repertório tecnológico de elevada adaptabilidade, cujo grande potencial pode moderar substancialmente as vulnerabilidades climáticas dos sistemas de sequeiro. Se os veranicos e elevação das temperaturas podem aumentar os riscos de perda de safra, técnicas de captação de água *in situ*, barreiros de salvação e sementes mais tolerantes à seca podem potencialmente contrabalancear os impactos na agricultura. Se as secas levam a perda das forragens plantadas e nativas, assim como ao esgotamento dos reservatórios hídricos superficiais, o manejo adequado e o estoque durante a abundância para manutenção em períodos secos, podem amenizar vulnerabilidades da pecuária. Se adotadas em conjunto e ampliadas, essas tecnologias tornariam os sistemas produtivos muito mais resilientes do que são hoje. Portanto, a presente pesquisa defende que, mesmo nos cenários mais extremos de mudança climática, a produção rural familiar no Semiárido é possível e viável, desde que as tecnologias de convivência com o Semiárido já disponíveis sejam universalizadas. Assim, em vez da questão ser sobre a viabilidade ou não do setor, surge outra pergunta como central:

Que tipo de produção rural familiar é viável e desejável em cenários climáticos futuros?

⁷⁰ Estas perguntas foram colocadas para o pesquisador por diferentes atores da academia e sociedade civil durante os campos, congressos e conferências e comunicações pessoais nos últimos 3 anos.

Isso não significa que um contexto de invulnerabilidade ou de vulnerabilidade muito baixa seja possível. A produção rural familiar sempre será sensível à dinâmica errática do clima semiárido. Todavia, mesmo com a redução da pluviometria e aumento da frequência e duração dos veranicos, ainda haverá anos de chuvas acima da média, quando estoques poderão ser formados. Nos demais anos de chuvas abaixo da média e, nos anos de secas extremas - que tendem a ser tornar mais frequentes – os impactos que não puderem ser acomodados com as tecnologias e convivência com o Semiárido deverão ser amenizados pela intervenção política do Estado.

A seca de 2012 mostrou que já existe um conjunto de ações emergenciais - nas três esferas de governo – capazes de lidar com eventos climáticos extremos. As ações sempre serão necessárias e, dentro da perspectiva da gestão adaptativa, precisam estar sempre se aprimorando. A seca de 2012 é uma excelente oportunidade de aprendizado político. Cabe as instituições diretamente envolvidas tirarem lições para aperfeiçoar suas rotinas de resposta a desastres naturais. Por exemplo, a logística de transporte de ração para o programa milho no balcão precisa ser repensada. O uso dado pelos produtores a água da operação pipa para dessedentação animal sugere a necessidade de, talvez, incluir políticas de segurança hídrica para os rebanhos no repertório emergencial. A seca também explicitou a pertinência dos seguros contra quebras de safra e induz a reflexão de que, a semelhança da agricultura, a apicultura também se beneficiaria de um programa semelhante visto o tamanho do impacto que sofreu e os custos envolvidos na recuperação dos enxames.

9.6.2 Cenários Demográficos e Fundiários

Por fim, é necessário levar em consideração que a produção rural familiar não é estática e está sempre se reinventando culturalmente e se adaptando a novos contextos socioeconômicos que vão além dos climáticos. A produção rural familiar que eventualmente vivenciará os cenários climáticos projetados para o final do século XXI apresentará características bem distintas da atual. A Tese é apenas um instantâneo de uma revolução socioeconômica acelerada que vem ocorrendo desde a segunda metade da década de 1990 e mais intensamente a partir de 2003 e cujos resultados ainda são imprevisíveis.

Um conjunto de vetores políticos, sociais e econômicos vem exercendo pressões opostas sobre a dinâmica demográfica e fundiária, o que torna difícil a elaboração de cenários futuros. Por um lado, há um avanço de serviços básicos e de infraestrutura na zona rural. Isso levou a muitas famílias – que no passado migrariam para o centro-sul - a permanecerem no campo. Outras tantas estão voltando. Tanto no estudo de caso da Bahia, quanto no do Ceará, o pesquisador se deparou com produtores que estavam, depois de muitos anos de emigrados, retornando aos seus municípios de origem e à vida rural. Por outro lado, não é desprezível a clara tendência de urbanização dos municípios estudados

(Gráfico 80). Parte da população rural vem estabelecendo residência nas sedes municipais, apesar de muitos manterem propriedades na zona rural, sendo o fluxo diário e semanal entre ambos muito comuns, algo que antigamente era mais raro visto as distâncias e ausência de meios de transporte.

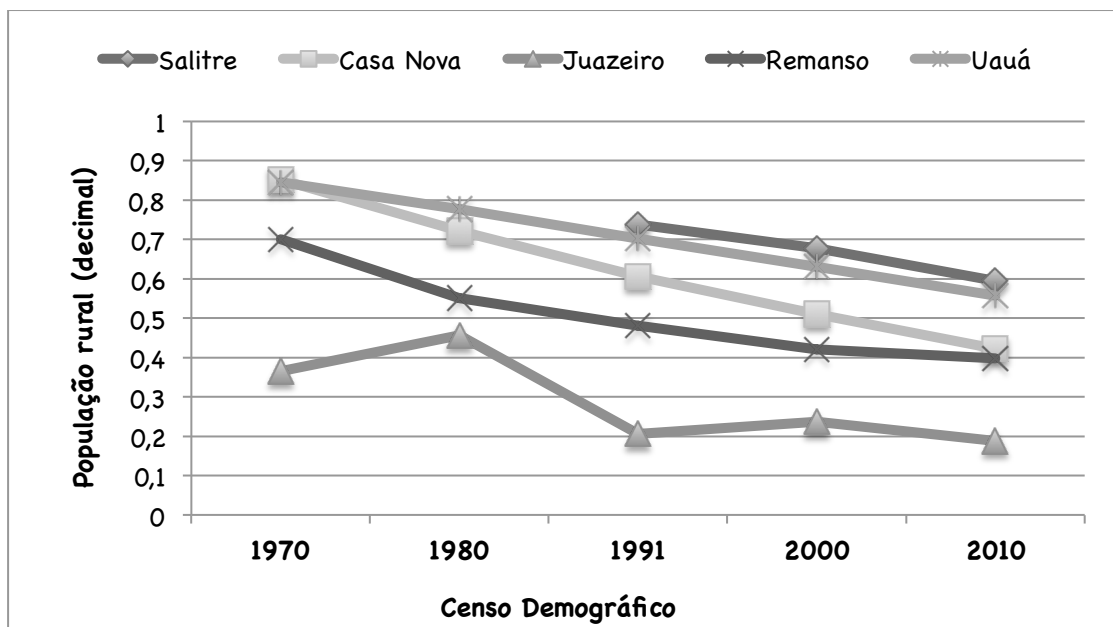


Gráfico 80- População rural (decimal) nos municípios estudados na Bahia (Remanso, Casa Nova, Juazeiro e Uauá) e Ceará (Salitre). Para transformar em %, basta multiplicar por 100
 Fonte: Censos Demográficos do IBGE 1970-2010

Porém, os dados relativos mascaram tendências demográficas importantes para compreender cenários demográficos futuros. Mesmo em franco processo de urbanização, o meio rural dos municípios não está sendo esvaziado, como frequentemente é dito. Ao contrário, a população rural absoluta tem se mantido mais ou menos constante nas últimas décadas (Gráfico 81). Em alguns casos, chegou a aumentar significativamente, como em Juazeiro, no qual o tamanho da população rural cresceu em 65% desde 1970, apesar da taxa de urbanização do município ter sido a maior na amostra para o período (Gráfico 81).

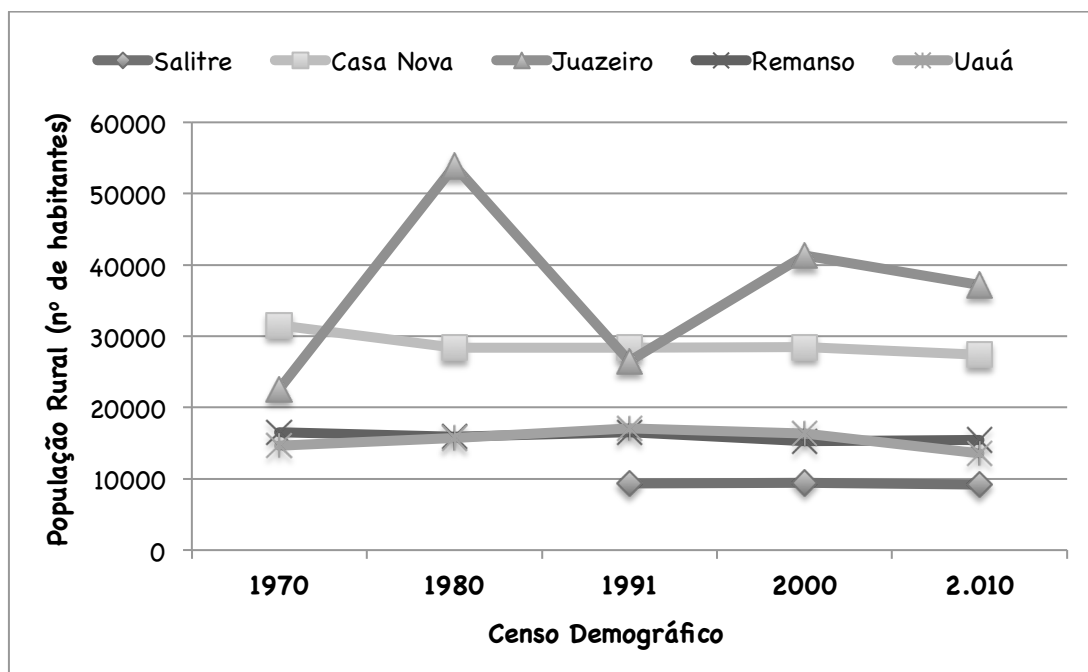


Gráfico 81- Evolução da população rural (nº de habitantes) dos quatro municípios estudados entre 1970 e 2010

Fonte: Censos Demográficos do IBGE 1970-2010

Soma-se a isso o fato do número de estabelecimentos rurais terem aumentado na série histórica de 1970-2010 (Gráfico 82). Isto implica que o número de unidades familiares vem aumentando em vez de diminuir com o processo de urbanização. E esta tendência está subestimada. Verificou-se em campo que, geralmente, cada estabelecimento comporta mais de uma família, sendo o patriarca o proprietário legal, mas as famílias de seus filhos e netos permanecem na propriedade e constituem unidades autônomas. Portanto, a dinâmica populacional tende a uma zona rural cada vez mais densamente povoada, assim como à fragmentação progressiva dos estabelecimentos entre os herdeiros.

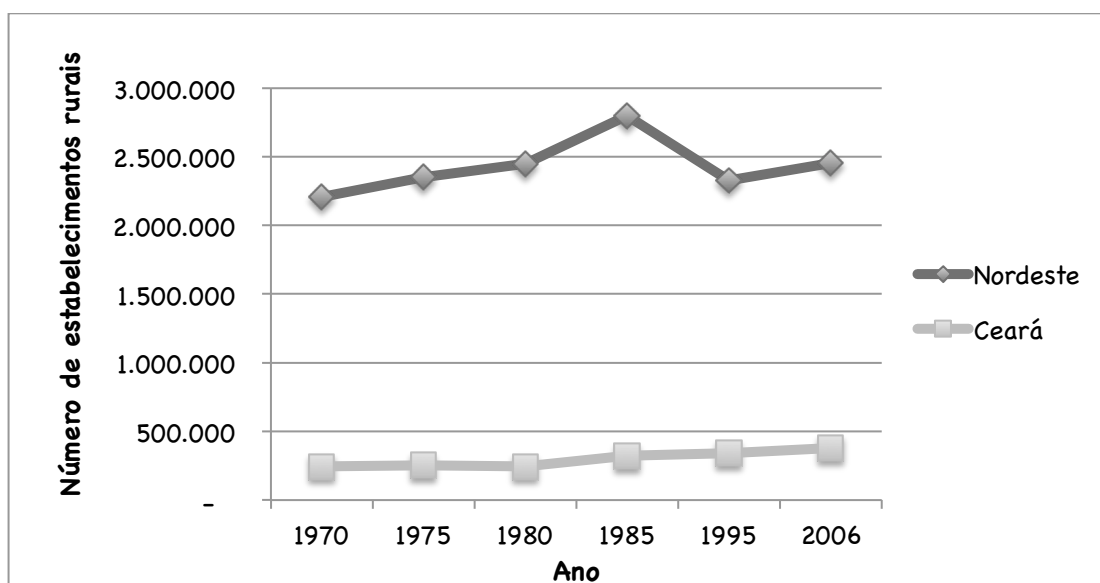


Gráfico 82- Evolução do número de estabelecimentos rurais no Nordeste e no Ceará entre 1970 e 2006

Fonte: Censos Agropecuários

No médio prazo, a consequência é a redução do tamanho e da disponibilidade de área por unidade familiar, o que limita o acesso a terra e a recursos adaptativos pelos produtores. Ao mesmo tempo, resulta em mais áreas sendo abertas pelas práticas tradicionais de corte/queima para a agricultura, assim como mais rebanhos pastoreando na caatinga e, conseqüentemente, maior degradação ambiental, retroalimentando a sobrecarga dos ecossistemas locais e reduzindo a capacidade adaptativa individual e coletiva. No longo prazo, esse processo tende a criar novos núcleos de desertificação, expandir os atuais, provocar extinções da biodiversidade nativa e levar ao colapso da produção rural familiar. A mudança climática irá potencializar esse ciclo vicioso.

Portanto, as dinâmicas fundiária e demográfica são questões centrais na paisagem adaptativa da zona rural para o século XXI e devem ser vistas em conjunto com as projeções climáticas. Caso elas não sejam solucionadas no médio prazo, provavelmente não haverá produção rural familiar quando os cenários mais extremos do clima se realizarem.

9.6.3 A manutenção da produção rural familiar é desejável

A produção rural familiar tradicional, baseada no modelo extensivo e de baixa tecnologia, não se justifica a partir de uma avaliação puramente econômica em muitos dos estabelecimentos, nos quais o balanço financeiro gera uma renda líquida pequena ou mesmo negativa. Se apenas essa dimensão for levada em conta, argumentos defendendo o fim desses sistemas frequentemente emergem no campo discursivo sobre sustentabilidade e mudança climática. Entretanto, este trabalho defende que a justificativa econômica não deve ser a única considerada, diante da importância religiosa, cultural, social e ambiental que a produção rural familiar do Semiárido representa. Estas, por si só, justificam os esforços de investir e subsidiar a permanência das atividades familiares na zona rural nordestina. Primeiro, porque ela é um patrimônio histórico brasileiro, um repositório de valores e da cultura popular imensuráveis e insubstituíveis. Segundo, porque os produtores - apesar de muitas das práticas tradicionais causarem degradação ambiental - possuem uma relação de identidade profunda com o meio natural que os circunda. Simbolicamente, a Caatinga não é apenas uma fonte de recursos a ser explorada, mas possui significados muito particulares no cotidiano rural. Nesse sentido, há um grande potencial de agregar os produtores em estratégias de conservação da Caatinga. O pagamento por serviços ambientais, o ICMS ecológico e outros instrumentos econômicos e fiscais tem grande potencial nessas regiões tanto quanto o tem na Amazônia e na Mata Atlântica, onde eles tem sido mais debatidos.

Do ponto de vista social, criar condições favoráveis a permanência das populações nos municípios do interior nordestino é positivo em várias esferas: do local ao nacional.

Primeiro, porque sempre que questionados, os produtores que já migraram afirmavam em uníssono que preferem estar no campo à buscarem oportunidade nas cidades. Se o fizeram, era porque não viram outra alternativa. Segundo, fomentar a permanência das populações na zona rural ou nas sedes do interior reduz o fluxo migratório para as grandes capitais do centro-sul e nordeste. Este processo histórico, que se intensifica em anos de seca extrema, foi sempre marcado pela ocupação desordenada das periferias das cidades e marginalização dos migrantes em bolsões de miséria e favelas, geralmente localizados em áreas vulneráveis ao clima, como encostas de morro, baixadas, manguezais e nas margens de rios. Ademais, diante da farta oferta de mão-de-obra que as migrações em massa trazem, estas populações ocupam subempregos, com salários baixos. Muitos ficam desempregados e os níveis de violência urbana aumentam. Portanto, é possível enxergar sistemas rurais-urbanos transregionais como unidades vulneráveis e adaptativas únicas, de forma que impactos e adaptação das populações rurais implicam, indiretamente, em determinantes da vulnerabilidade e processo adaptativo nas zonas urbanas tradicionalmente vistas como polos de imigração.

9.6.4 Caminhos para o futuro: entre a catástrofe e a esperança

Diante dos cenários demográficos e climáticos discutidos acima, alguns caminhos são possíveis para manutenção da produção rural familiar. E eles passam necessariamente pela intensificação dos sistemas produtivos, ou seja, o trânsito do modelo agropecuário extensivo tradicional para formas intensivas e semi-intensivas de produção que respeitem o tradicional. Para o Semiárido, esse processo não deve ser confundido com a modernização nos moldes da revolução verde, como foi proposto e incentivado pelo Estado na década de 1970. Além de exigir aportes financeiros e de recursos que fogem à realidade rural da região, o modelo da revolução verde não se adequa à lógica tradicional. Alternativamente, sugere-se que a intensificação deva ser buscada no paradigma da convivência com o Semiárido, construído em conjunto com e atendendo aos anseios dos próprios produtores.

A intensificação neste contexto é a implementação e universalização de um modelo produtivo eficiente no uso dos recursos e sistemas de baixo custo, baseado em três pilares: **(1)** diversificação produtiva; **(2)** armazenamento de biomassa (ensilagem e fenagem) e água (reservatórios cobertos) durante períodos de abundância (chuvas); **(3)** gestão eficiente desses recursos durante os períodos de escassez (estiagem) (Gráfico 83).

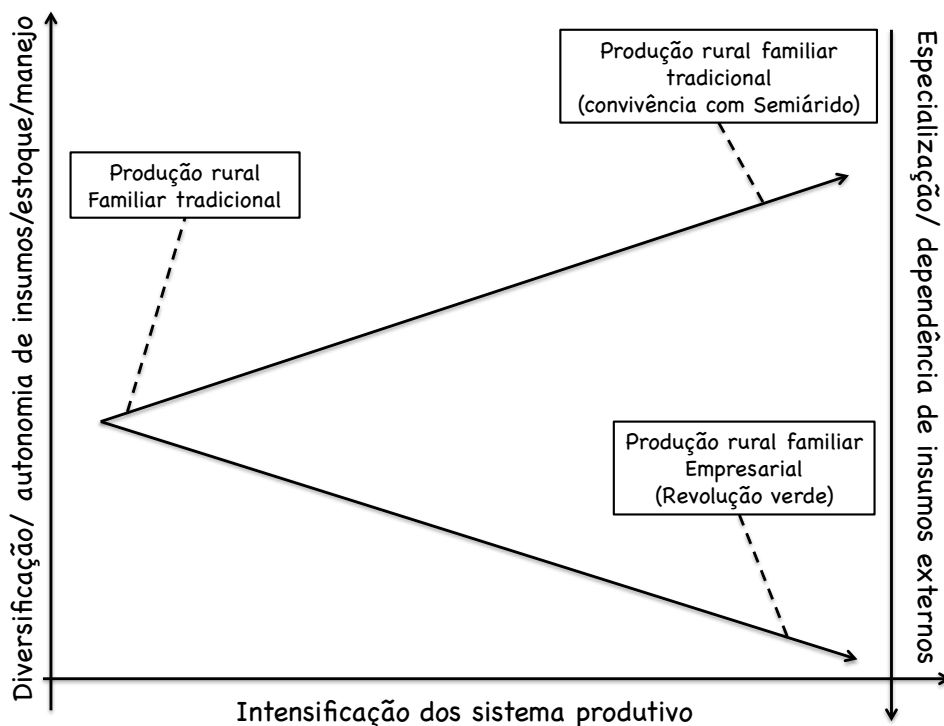


Gráfico 83- Intensificação da produção rural familiar do Semiárido dentro do paradigma da modernização ao molde da revolução verde e da convivência com o Semiárido.

Fonte: elaborado pelo autor

Cabe destacar que o paradigma da convivência não é oposto ao uso de implementos agrícolas. Ao contrário, demanda maquinário (tratores, retroescavadeiras, forrageiras, ensiladeira) e não é proibitivo ao uso de insumos (fertilizantes e defensivos agrícolas).

Por fim, diante dos custos envolvidos e do proporcionalmente baixo retorno financeiro, defende-se neste trabalho que a transição para o modelo de convivência com o Semiárido deve ser subsidiado, naqueles investimentos de elevado custo, pelo Estado a fundo perdido. Se os “produtores modelos” conseguiram implementar sistemas de alta adaptabilidade, não foi apenas devido a características pessoais favoráveis, mas porque as instituições que os apoiam arcam com custos de implementação dos sistemas e acompanhamento técnico. Como discutido anteriormente, o Pronaf, por si só, não é robusto o suficiente para subsidiar essa transição, sendo necessária a intervenção do Estado, especialmente nas obras de infraestrutura, como “aguadas” e extensão rural de qualidade. Alguns ações governamentais ou com apoio de recursos públicos, como Projeto São José (CE) e P1MC, vão nesse sentido, uma vez que disponibilizam tecnologias a fundo perdido. Mas de modo geral, as tecnologias de convivência com o Semiárido são adotadas de forma pontual, descontínua e desarticulada. É preciso ampliar a cobertura das tecnologias e pensar na implementação destas de forma integrada e não em fragmentos de tecnologia aqui e acolá, sem continuidade política e acompanhamento técnico.

9.6.5 Considerações finais sobre o futuro da produção rural familiar

No interior do Nordeste, está em curso um processo de ruptura cultural intergeracional. Apesar de nunca ter sido um sistema cultural estático, o isolamento e o tradicionalismo mantiveram certos valores e anseios do modo de vida sertanejo praticamente inalterados ao longo de inúmeras gerações de produtores rurais. Segundo depoimentos dos produtores mais velhos, antigamente não havia escolhas: a agropecuária era a atividade natural na vida adulta e a comida e a água os maiores anseios materiais que um indivíduo tinha. Em contraponto, as novas gerações, com acesso a meios de comunicação e bens de consumo modernos, tem um espaço de escolha, anseios e desejos muito distintos de seus pais e avós. Esta ruptura brusca tem implicações que não podem ser ignoradas ao refletir sobre cenários futuros, pois nas próximas décadas, gradativamente, as novas gerações irão ocupar a direção dos estabelecimentos rurais.

A pergunta que emerge é se elas darão continuidade a produção rural familiar ou se irão abandoná-la. A pesquisa de campo mostrou dois contextos: um de jovens engajados nas atividades agrícolas, que gostam do trabalho nos roçados e pretendem dar continuidade as atividades dos pais e avós. O segundo contexto – e talvez o mais numeroso - é um crescente desinteresse de muitos jovens pelas atividades rurais. As principais razões são o fato do modelo tradicional ser desgastante do ponto de vista físico e de trazer baixo retorno financeiro para atender aos novos anseios e objetivos materiais que emergem. Qual contexto irá prevalecer irá depender do sucesso das políticas de desenvolvimento regional criar condições que favoreçam a permanência da produção rural familiar.

Aqui há uma reflexão central para a Tese. Por um lado, a intervenção do estado por meio de políticas de infraestrutura hídrica e transferência de renda tornou favorável a permanência das populações no campo e viabilizou uma situação relativamente amena em um ano de seca extrema. Por outro, o desequilíbrio entre políticas assistenciais e de desenvolvimento tendem a resultar no aumento da migração das novas gerações. Verificou-se em campo que programas, como o bolsa família, que condicionam o recebimento do benefício ao atendimento das crianças à escola vem surtindo efeito no nível educacional da população mais jovem. É esperado que as gerações nascidas no meio rural a partir da década de 2000 tenham nível de escolaridade superior a de seus pais e muito superior a de seus avós. Uma avaliação da qualidade dessa educação revelaria várias deficiências, mas é razoável afirmar que, a partir da década de 2020, o ensino médio completo seja comum entre os dirigentes dos estabelecimentos familiares rurais, contrastando com o analfabetismo que domina a paisagem rural atual.

Sem enxergar na dureza do trabalho do campo um modo de vida e sem a perspectiva de emprego nos seus municípios de origem após formados, muitos dos jovens nos estudos de caso tem migrado. O destino são cidades de médio porte próximas ou para polos

regionais e mesmo capitais regionais e nacionais. Todos os municípios estudados tinham dinâmica econômica incipiente (a exceção de Juazeiro/BA), carecendo de oferta de empregos em outros setores que não o agrícola. O principal empregador formal é o emprego público municipal, cuja autonomia financeira é baixa, dependendo sobremaneira de repasses do estado e da União (Fundo de Participação dos Municípios - FPM). Não pode se menosprezar que os setores de serviços e comércio locais foram impulsionadas pelos programas de transferência de renda a população rural, trazendo dinamicidade econômica. Porém, caso estes sejam removidos, a economia municipal não tem sustentação. É este contexto frágil desejável?

Sem um contexto político que estimule o desenvolvimento das economias locais, a tendência é que nas próximas décadas a evasão da juventude se intensifique, e o ganho de qualidade de vida que vem sendo motivo de permanência se transforme em um motor da evasão rural que levará, eventualmente, ao desaparecimento da produção rural familiar como modo de vida. Neste cenário, talvez os estabelecimentos rurais gradativamente virem chácaras de fim de semana para os descendentes dos produtores familiares ou mesmo sejam incorporadas pelos médios e grandes produtores. Este é um processo lento e gradativo cujo desenrolar pode se estender até meados da década. É inquestionável que buscar melhores condições de vida é legítimo e faz parte da natureza humana. Se a subsistência a partir das atividades rurais não atendem às novas demandas que surgem com as gerações mais jovens, nada mais natural que a migração seja acessada na busca de melhores condições.

Porém, a pesquisa de campo revelou que é possível sistemas familiares rentáveis, menos intensivos em mão-de-obra e que associem qualidade de vida e atividade agropecuária. Observou-se em todos os municípios exemplos do grande potencial que a organização social associada à agregação de valor da produção e a um mercado com preços justos tem nas comunidades em que ocorrem. É o caso da produção de doces e polpas em Uauá e Remanso, da mandiocultura em Salitre e da apicultura em todos os municípios visitados.

Nesse sentido, as políticas de desenvolvimento tem que, por um lado, fomentar a intensificação dos sistemas produtivos visando a convivência com o Semiárido. Por outro, estimular a agregação de valor à produção, criando cadeias produtivas e empregos locais que absorveriam a mão-de-obra mais qualificada que vem sendo formada nestes municípios, reduzindo ou até mesmo revertendo a evasão de jovens dos municípios e da zona rural. Por fim, políticas de fortalecimento do mercado consumidor são parte da equação. Verificou-se em campo que não falta demanda pelos principais produtos da produção rural familiar. O principal gargalo é a falta de logística de escoamento, instalações para beneficiamento próximas aos estabelecimentos (casa de mel, fábrica de doces,

abatedouros) e adequação da regulamentação sanitária à realidade da produção rural familiar. Indiretamente, estas ações estimulariam outros setores da economia, como serviços e comércio, promovendo um ciclo virtuoso que pode, em muitos casos, tornar o município um fonte e não dreno de recursos.

É claro que este processo não é simples e exige vontade política e ação conjunta e coordenada de diferentes esferas de decisão, o que, historicamente, é moroso e desarticulado no Brasil. Porém, a pesquisa de campo trouxe várias evidências de que é possível. O Semiárido passa por um processo de mudança intenso e com muitos dividendos positivos, o que justifica uma postura otimista em relação ao futuro da produção rural familiar. Todavia, será o resultado da interação entre os diversos vetores socioeconômicos, políticos e ambientais, dentre os quais o climático, que irá determinar que *tipo* e se existirá produção rural familiar no Semiárido quando os cenários projetados para o final do século XXI eventualmente se concretizarem (Quadro 83).

Vetores/Tendências	Permanência	Abandono
Ampliação da infraestrutura hídrica e elétrica na zona rural	X	
Programas de transferência de renda	X	
Programas emergenciais em resposta a desastres naturais	X	
Tecnologias de convivência com o Semiárido	X	
Melhoria das estradas e acesso a transporte	X	X
Mudanças Climáticas		X
Aumento da escolaridade e políticas de desenvolvimento locais deficientes		X
Mudança nos anseios e objetivos materiais da nova geração		X
Fragmentação dos estabelecimentos entre os herdeiros		X

Quadro 83 - Principais vetores e tendências observados para a produção rural familiar e cuja interação irá moldar o setor ao longo do século XXI

Fonte: elaborado pelo autor

9.7 SUBSÍDIOS PARA SISTEMAS DE AVALIAÇÃO

A motivação inicial da Tese era desenvolver um sistema de avaliação para mensurar a vulnerabilidade e a adaptação da produção rural familiar à mudança climática no Semiárido. Antes de empreender esse esforço, entendeu-se que era imperativo compreender como os produtores familiares são afetados e se adaptam a distúrbios climáticos. Esta etapa da pesquisa permitiria identificar determinantes da vulnerabilidade e da capacidade adaptativa de forma que o sistema de avaliação fosse produto de uma reflexão contextualizada e que contasse com as contribuições dos atores diretamente envolvidos no processo, os quais seriam potencialmente os usuários da ferramenta. Nesse sentido, a pesquisa cumpriu seu objetivo e resultou na elaboração de um arcabouço analítico da vulnerabilidade e da adaptação e fornecendo subsídios para refletir sobre sistemas de avaliação. Contudo, o tempo disponível para realização desta Tese não permitiu consolidar o sistema de avaliação. A seguir, um esboço desse esforço é apresentado.

Tipos de sistema de avaliação da vulnerabilidade climática

O primeiro ponto é sobre o que é passível de ser mensurado. Identificou-se diferentes alvos e estratégia de avaliação(Quadro 88). Uma primeira perspectiva é a contextual, ou seja, aquela que analisa a vulnerabilidade como um contexto, capacidade adaptativa como conjunto de condições favoráveis à adaptação (mas não garantia que esta seja empreendida) e a adaptação como grau de sensibilidade do sistema. Tais avaliações são fotografias de uma realidade, *ex-ante* ao impacto (Quadro 84).

Sistemas de Avaliação Contextuais (<i>ex-ante</i> ao distúrbio)		
O que avaliar?	Como medir	Exemplo de indicadores
Exposição	Indicadores de variabilidade climática	<ul style="list-style-type: none">- Frequência de anos secos de um série histórica- Desvio padrão da pluviometria de um série histórica- Tendência de aumento de temperaturas de um série histórica- Balanço entre evaporação e precipitação- Índice de Aridez
Sensibilidades	Indicadores que reflitam o quão propenso ao impacto está o sistema	<ul style="list-style-type: none">- Indicadores de eficiência (ex.: demanda hídrica/dia/cabeça)- Indicadores dependência (ex.: % da renda dependente da agropecuária)- Indicadores infraestrutura (ex.: área do espelho d'água do açude)
Capacidade adaptativa	Indicadores que reflitam capacidade de acesso e disponibilidade de opções adaptativas	<ul style="list-style-type: none">- Indicadores de diversificação (ex.: pluriatividade)- Indicadores econômicos (ex.: renda per capita familiar)- Indicadores de educação (ex.: taxa de alfabetização)- Indicadores institucionais (ex.: participação em associações)

Quadro 84 - Indicadores de sistemas de avaliação contextuais
Fonte: elaborado pelo autor

Outra perspectiva de avaliação é mensurar o impacto em si, durante ou após a ocorrência do fenômeno. Sistemas desse tipo envolvem indicadores de impacto já discutidos neste trabalho, como produtividade, produção, rentabilidade, lucratividade, renda etc. A amplitude da oscilação desses indicadores em relação a uma referência pré-impacto é a medida da sensibilidade do sistema. O vetor de exposição pode ser mensurado pela magnitude do evento (Quadro 85). Neste caso, a capacidade adaptativa manifesta-se como adaptação e pode ser avaliada como eficiência das intervenções realizadas para acomodar os impactos. Eficiência nesse caso é medida pelo benefício da ação em referência a não ação (Quadro 85).

Sistema de Avaliação de Impacto (ex-post ao impacto)		
O que avaliar?	Como medir	Exemplo de indicadores
Exposição	Magnitude do evento em relação	<ul style="list-style-type: none"> - Intensidade da chuva (mm/hora) - Déficit hídrico (anomalia da precipitação à média histórica) - Duração do veranico (dias)
Sensibilidade	Indicadores de impacto	<ul style="list-style-type: none"> - Queda da produtividade/produção - Redução da rentabilidade - Aumento dos preços - Perda de peso
Capacidade adaptativa	Eficiência da adaptação em acomodar impactos	- Mensurações que reflitam o quão do impacto foi reduzido frente ao cenário sem adaptação

Quadro 85 - Indicadores de sistemas de avaliação de impacto
Fonte: elaborado pelo autor

A capacidade adaptativa da paisagem político-institucional é outra perspectiva que pode ser adotada. Esta consiste na avaliação de indicadores que refletem a capacidade e as barreiras das instituições em contribuir para redução de vulnerabilidades (Quadro 86).

Capacidade Adaptativa Político-Institucional	Política/Instituição	Exemplos de Indicadores
	Extensão rural (ex.: Emateres)	<ul style="list-style-type: none"> - Rotatividade do corpo técnico - Razão entre técnicos e produtores - % de produtores atendidos pela ATER - Número de visitas/ano/produtor - Número de carros/técnico - Capacitação do corpo técnico
	Crédito (ex.: Pronaf)	<ul style="list-style-type: none"> - % de produtores atendidos - Taxa de inadimplência - Razão entre propostas/aprovação - Rentabilidade do investimento - Presença de uma instituição financeira operadora do Pronaf no município - Razão entre projetistas/pronafianos
	Ações emergenciais (ex.: Operação pipa)	<ul style="list-style-type: none"> - Número de pipas contratados - Número de carradas/mês - Razão entre demanda/oferta - Existência de defesa civil no município - Tempo entre cadastro da comunidade da operação e fornecimento da água
	Ações estruturantes (ex.: P1MC)	<ul style="list-style-type: none"> - % dos produtores atendidos - Razão entre demanda/oferta - Razão entre pedreiros/demanda

Quadro 86 - Indicadores de avaliação da capacidade adaptativa político institucional. Algumas políticas e instituições são avaliadas
Fonte: elaborado pelo autor

Cada sistema de avaliação tem que ser adequado ao seu público alvo e a escala de tomada de decisão que ele pretende informar. Um gestor federal responsável pelo planejamento estratégico, se beneficiaria de sistemas que avaliem contextos mais amplos, como capacidade adaptativa institucional e sistemas de avaliação de contexto de impactos em nível estadual ou regional. Já para gestores municipais, a escala espacial da avaliação é o mosaico de vulnerabilidades dentro do território do município. Por fim, para o produtor e agentes rurais, que trabalham na ponta, sistemas de avaliação da vulnerabilidade a nível de

estabelecimento, que indiquem sensibilidades específicas e que possam ser moderadas, são os mais recomendáveis.

O presente trabalho não teve fôlego para desenvolver e aplicar um sistema de avaliação aos estudos de caso. Todavia, obteve subsídios que permitiram a elaboração de um conceito de sistema de avaliação que se encontra em processo de elaboração. A ferramenta se chama Rápida Avaliação e Diagnóstico da Adaptação Rural (RADAR), doravante chamado de Radar da vulnerabilidade. Ele foi formulado pensando na tomada de decisão a nível de estabelecimento, mas o resultado da avaliação pode ser agregada em escalas mais amplas, como de comunidade, de distrito e até mesmo de município. A seguir, as características do Radar da vulnerabilidade são apresentadas e, no apêndice F, ele é exemplificado, aplicando-o à apicultura de Salitre.

O Radar é uma ferramenta quali-quantitativa gráfica

O Radar da vulnerabilidade foi construído como uma ferramenta gráfica que permite uma comparação simultânea (qualitativa e quantitativa) do desempenho dos índices, sub-índices e indicadores da vulnerabilidade. O objetivo é maximizar a informação transmitida em um único sistema de comunicação gráfica, simples e palatável a diferentes atores associados à produção rural familiar.

O Radar pode ser aplicado a qualquer uma das escalas analisadas nesta pesquisa, desse o subsistema mais básico até o sistema familiar como um todo. Ele é apresentado como um círculo dividido em setores. Cada setor, refere-se a um indicador da vulnerabilidade (Figura 35). Nele, a comunicação da vulnerabilidade se dá de duas formas. A primeira, quantitativa, lança mão de índices, sub-índices e indicadores. Seus valores são indicados em espaços presentes em três círculos concêntricos no centro do Radar (Figura 34). No círculo mais central, encontra-se o índice de vulnerabilidade. Este, por sua vez, é produto da integração dos sub-índices, apresentados no círculo imediatamente externo ao círculo central. Cada sub-índice refere-se à vulnerabilidade individual dos subsistemas componentes do sistema que está sendo avaliado. Por exemplo, o índice de vulnerabilidade do sistema pecuário é produto dos sub-índices de vulnerabilidade do subsistema nutricional animal, hídrico animal e biológico animal. Os sub-índices, por sua vez, são calculados a partir da integração dos indicadores dos respectivos setores, cujos valores são mostrados no círculo concêntrico mais externo (Figura 34).

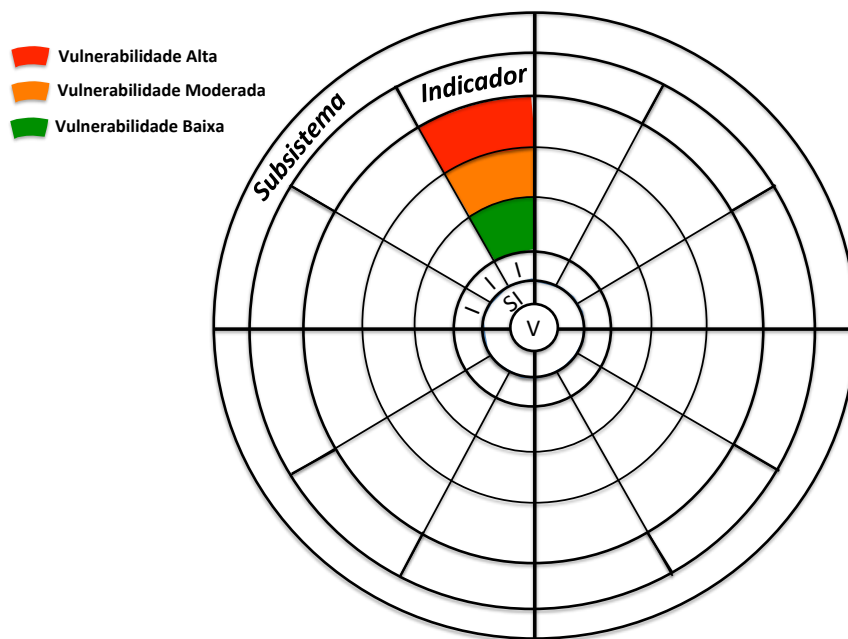


Figura 34 Layout do Radar da vulnerabilidade. **V**: índice de vulnerabilidade; **SI**: sub-índice de vulnerabilidade; **I**: indicador. O subsistema é identificado no círculo mais externo, correspondendo a um conjunto de indicadores. Vide apêndice F para exemplo prático
Fonte: elaborado pelo autor

Ao mesmo tempo, o Radar lança mão de uma comunicação visual da avaliação qualitativa da vulnerabilidade. Para tal, baseia-se em três cores: **verde** (baixa vulnerabilidade); **laranja** (vulnerabilidade moderada); **vermelha** (vulnerabilidade alta). Esta é uma proposta inicial, mas o objetivo é transformar as três cores em uma gradação de cores dentro da lógica *fuzzy*. Vários dos indicadores de sensibilidade identificados apresentam várias categorias que se enquadram bem nessa lógica, mas precisam de maior reflexão. As cores estão dispostas imediatamente acima do valor dos indicadores. O que é alta, moderada e baixa, assim como os parâmetros usados para avaliação quantitativa dos indicadores, foram definidos a partir da pesquisa de campo e dados da literatura.

O Radar compreende a vulnerabilidade de forma hierarquizada

O Radar propõem uma metodologia de integração de indicadores e sub-índices distinta da que é comumente adotada em sistemas de avaliação na literatura. Nestes, os indicadores, independente da escala que quantificam, são integrados segundo dimensões (ex.: social, técnica, institucional) (BRASIL, 2005; HAN *et al*, 2008) ou segundo o atributo da vulnerabilidade a que se referem (sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição) (O'BRIEN *et al*, 2004; LINDOSO *et al*, 2011). Por sua vez, o Radar entende a vulnerabilidade de forma hierarquizada, ou seja, a vulnerabilidade da unidade expositiva sendo avaliada é produto da vulnerabilidade de seus subsistemas e assim sucessivamente. Em termos práticos, os indicadores de sensibilidade, capacidade adaptativa e exposição continuam sendo integrados, porém nas suas respectivas escalas. Este processo resulta em

vulnerabilidades de subsistemas que funcionarão como sensibilidades, capacidades adaptativas ou contextos de exposição as escalas mais amplas. Por exemplo, na pecuária, a vulnerabilidade do subsistema alimentar animal é um aspecto da sensibilidade do sistema pecuário. Este, por sua vez, é um fator de sensibilidade do subsistema renda, cuja vulnerabilidade é composta de outros aspectos relacionados às atividades agrícolas e não-agrícolas, dentro e fora do estabelecimento. A aplicação do método convencional e o proposto pelo Radar tem implicações distintas no resultado final do índice de vulnerabilidade (figuras 36 e 37).

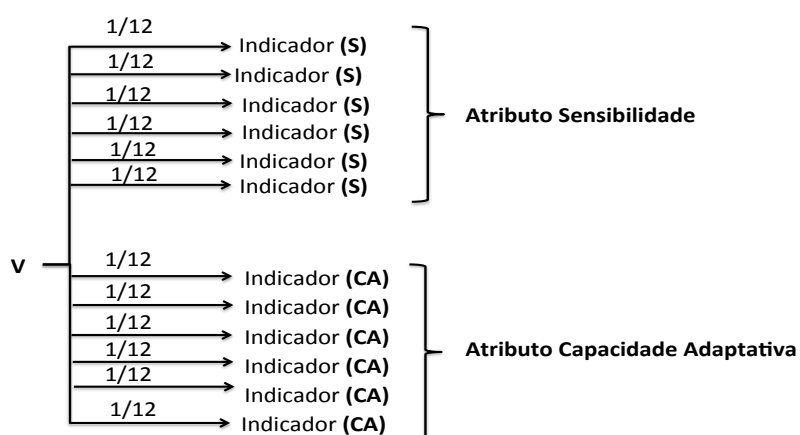


Figura 35 Método convencional de integração de indicadores no cálculo da vulnerabilidade. As frações indicam o peso final de cada um dos indicadores no índice final de vulnerabilidade. **V**: vulnerabilidade; **CA**: capacidade adaptativa; **S**: sensibilidade
Fonte: elabora pelo autor

O Radar da vulnerabilidade propõe um sistemas de avaliação hierarquizado que incorporam a noção de escala ao cálculo do índice de vulnerabilidade. A consequência imediata dessa escolha é uma diluição gradual do peso dos indicadores dos subsistemas mais básicos na vulnerabilidade total do sistema. Para isto adota-se a hierarquização de primeira ordem, segunda ordem, e assim por diante. Estas ordens referem-se à distância do subsistema em relação ao sistema que é alvo da avaliação. Os subsistema de 1ª ordem são aqueles que estão imediatamente abaixo do sistema de referência. No sistema pecuário, por exemplo, são os subsistemas hídrico, nutricional e biológico. Os subsistemas de 2ª ordem são aqueles que compõem os subsistemas de 1ª ordem. Assim, a vulnerabilidade do subsistema pastagens nativas (subsistema de 2ª ordem) é um dos determinantes da vulnerabilidade do subsistema nutricional (subsistema de 1ª ordem) que, por sua vez, é um dos componentes da vulnerabilidade do sistema pecuário (sistema de referência da avaliação). Esta opção metodológica é fruto da pesquisa de campo, durante a qual verificou-se que quanto mais ampla a escala de análise e mais complexa os sistemas avaliados,

menor é a influência de seus componentes individuais (subsistemas) na determinação da vulnerabilidade global.

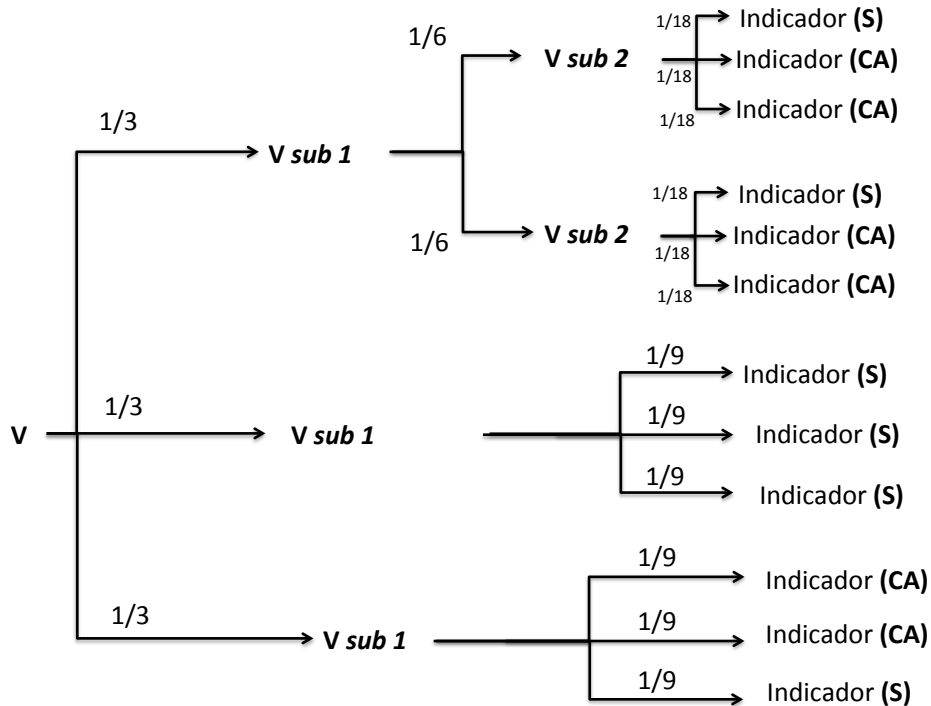


Figura 36 Método hierarquizado de integração de indicadores proposto pelo Radar no cálculo do índice de vulnerabilidade. As frações indicam o peso final dos mesmos 12 indicadores no índice final de vulnerabilidade. **V**: vulnerabilidade do sistema; **Vsub1**: vulnerabilidade do subsistema de primeira ordem; **Vsub2**: vulnerabilidade do subsistema de segunda ordem, ou seja, do subsistema do subsistema **CA**: capacidade adaptativa; **S**: sensibilidade

Fonte: elaborado pelo autor

O Radar é um diagnóstico participativo e local específico

O Radar adota as abordagens *top-down* e *bottom-up* na sua elaboração. A escolha dos indicadores é feita contando com a participação do produtor e dos atores institucionais que trabalham diretamente com a produção rural familiar. Eles são a fonte de informação primária para identificar *Como* os sistemas agropecuários familiares são sensíveis ao clima e como eles podem ser ajustados. O presente trabalho identificou inúmeros indicadores em potencial para avaliação da vulnerabilidade, tomando como base um total de quatro meses de observação direta, 80 entrevistas qualitativas com atores-chave em 10 municípios do *Semiárido* e informação coletada em 288 questionários aplicados junto a produtores rurais familiares (Apêndice F).

A premissa que guia essa metodologia é que o cientista não é capaz de abarcar toda a realidade, especialmente as nuances locais que caracterizam a paisagem rural. Os produtores e atores institucionais locais, por outro lado, são uma rica fonte de informação

para pesquisa e de reflexão para suprir os diagnósticos com as peculiaridades e dados sobre aspectos relevantes para cada realidade. O conhecimento do produtor é valorizado na formulação dos gradientes de vulnerabilidade e indicadores, com ver-se-á no caso da apicultura.

Esta abordagem é benéfica em contextos nos quais a resolução de dados oficiais e científicos é baixa ou quando estes não estão disponíveis, como é a realidade do interior nordestino. Por exemplo, estatísticas oficiais na escala municipal não detalham a qualidade de solo no nível de comunidade ou de estabelecimento. Neste caso, a melhor fonte de informação é o próprio produtor. Identificou-se no campo categorias populares de solo (arisco, massapê, baixio, piçarra) que é de amplo conhecimento dos produtores e refletem características gerais de sensibilidade. Estas categorias podem ser apropriadas pelo Radar em sua proposta de diagnóstico rápido e depois confrontado com dados científicos. Ademais, essa metodologia legitima a ferramenta frente aos seus potenciais usuários.

O Radar da vulnerabilidade foi elaborado para ser flexível, capaz de ser adaptado a qualquer contexto rural familiar. O número de indicadores, setores, subsistemas e os gradientes de vulnerabilidade podem variar em outros estudos de caso de acordo com o que for identificado como relevante nos diagnósticos em campo, apesar do *conceito* do Radar da vulnerabilidade manter-se o mesmo. Há expectativas de que em futuras pesquisas o conceito do Radar seja desenvolvido e testado em realidades empíricas.

Usos/Usuários potenciais do Radar da Vulnerabilidade

Os usuários em potencial do Radar da Vulnerabilidade são os atores que trabalham na ponta, interagindo diretamente com o produtor familiar rural (e.g. agentes de ONGs, EMATERs, secretarias municipais, institutos de pesquisa, associações, cooperativas, órgãos estatísticos). O Radar também pode ser usado pelo próprio produtor em avaliações amplas de seus sistemas agropecuários.

Cabe lembrar que a vulnerabilidade e a adaptação são, em última instância, local específicos. Neste contexto, o Radar da Vulnerabilidade foi desenhado para permitir diagnósticos rápidos que possam orientar a intervenção adaptativa em nível de estabelecimento rural pelos agentes de extensão rural ou que apoiem de alguma forma o produtor rural em suas decisões. Por exemplo, o Radar da vulnerabilidade do subsistema hídrico pode ser aplicado a um estabelecimento. Com os resultados em mão, um diagnóstico é feito sobre o grau de vulnerabilidade (índice e sub-índices) ao mesmo tempo em que setores mais sensíveis são identificados. Com essa informação em mãos, o agente da adaptação pode buscar no repertório adaptativo disponível soluções mais adequadas para aquela sensibilidade.

É possível também obter mapas de vulnerabilidade em nível de comunidade ou município a partir da aplicação do Radar em amostra representativas. Esse uso é de particular importância para a tese central desta pesquisa: a intervenção política adaptativa deve ser planejada considerando o município como um mosaico de vulnerabilidades. Assim, o Radar foi construído tendo entre seus objetivos permitir diagnósticos locais que depois possam ser integrados em mapas que espacializem gradientes de vulnerabilidade intramunicipais. Basta que pontos de GPS de cada estabelecimento/comunidade avaliado seja associado a uma base cartográfica. O resultado poderia ser mostrado em mapas de calor indicando os gradientes de vulnerabilidade ou as deficiências adaptativas predominantes, em cada região, tornando a alocação de recursos emergenciais e preventivos mais eficientes e eficazes.

CONCLUSÕES E RELEXÕES PARA A AGENDA POLÍTICA DA ADAPTAÇÃO

A pesquisa trouxe uma série de elementos que permitiram responder às perguntas centrais da Tese, refletir o marco-teórico conceitual e fazer algumas considerações sobre a agenda política sobre os *impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança climática* da produção rural familiar no Semiárido brasileiro. A seguir, serão discutidas as conclusões mais amplas da Tese, apesar de várias conclusões intermediárias terem sido apresentadas ao longo dos capítulos.

a. A vulnerabilidade é um contexto heterogêneo no espaço-tempo

Uma importante constatação da pesquisa foi a grande heterogeneidade espaço-temporal da vulnerabilidade. Do ponto de vista analítico, observou-se que os contextos agropecuários podem ser agrupadas em tipos de vulnerabilidade, chamados nesse trabalho de agroambientes. Um agroambiente é caracterizado por atividades rurais típicas e aspectos ambientais específicos que criam contextos de sensibilidade e agrupam estratégias adaptativas muito particulares.

Cada município ou região congrega um mosaico de agroambientes. No estudo de caso da Bahia, sistemas irrigados, de sequeiro e de vazante, foram os agroambientes identificados, divisão esta baseada na fonte hídrica agropecuária. Estiveram presentes em todos os municípios, apesar dos pesos relativos diferirem. Sistemas irrigados possuem baixa vulnerabilidade à seca, mas elevada sensibilidade à salinização e doenças. Já sistemas de sequeiro são caracterizados por elevada vulnerabilidade à variabilidade climática, sendo especialmente afetados em anos de seca. Por fim, sistemas de vazante se beneficiam de anos de seca, aumentando sua área produtiva e servindo de área de escape para alguns produtores de sequeiro. Cruzando atividades rurais com sistemas hídricos, pode-se particularizar ainda mais os agroambientes, obtendo-se pecuária de vazante, pecuária de sequeiro, pecuária irrigada; agricultura de vazante, agricultura de sequeiro, agricultura irrigada.

Já no estudo de caso de Salitre, apenas sistemas de sequeiro estava presentes. Neste caso, os agroambientes estavam intimamente associados à topografia: *Sertão* e *Serra*. O primeiro, localizado nas terras mais baixas da depressão sertaneja, agrupa agricultura de feijão, milho e fava, assim como pecuária bovina e caprina. Os sistemas estavam sobre solos rasos e de fertilidade razoável (geralmente solos massapê, aluviais ou pedregosos). Os recursos hídricos superficiais eram, relativamente, mais abundantes. O segundo agroambiente, *Serra*, localizava-se nas terras sedimentares do alto da chapada do Araripe, congregando, essencialmente, mandiocultores, em solos arenosos, bem drenados, com baixa disponibilidade hídrica superficial. Um terceiro agroambiente, *Chapada*, também foi identificado, mas a lacuna de informações não permitiu maiores considerações sobre ele.

É possível que subdivisões de agroambientes de acordo com a topografia também estivessem presentes nas áreas de sequeiro do estudo de caso da Bahia. Todavia, à época, este aspecto não foi investigado.

Em suma, agroambientes podem ser delimitados segundo à topografia, aos tipos de solo, à disponibilidade hídrica, e associados a atividades agropecuárias predominantes, formando unidades de vulnerabilidade climática característica. Este trabalho não avançou nos critérios e metodologias de definição dos agroambientes, mas reuniu evidências que justificam a pertinência de entender a vulnerabilidade a partir do recorte agroambiental.

Uma das implicações para formulação de políticas dessa conclusão é a proposta do agroambiente como a escala espacial mais adequada para o planejamento da intervenção política adaptativa. Ele é proposto em complementação ao recorte de biomas (ex.: Caatinga, Amazônia, Cerrado, Pampas), ao recorte regional (ex.: Norte, Nordeste, Sul) e ao recorte político-administrativo (ex.: municípios, estados, territórios), que comumente guiam o planejamento estratégico brasileiro. Esta proposta é baseada na percepção de que os recortes de bioma, regiões e político-administrativos agregam um mosaico de modalidades de sistemas produtivos. Formular políticas adaptativas exclusivamente para estes recortes implica em homogeneizar, na estratégia política, vulnerabilidades muito distintas entre si.

A perspectiva de agroambientes reconhece que, independentemente da região ou bioma, há certas tipologias que apresentam vulnerabilidades e adaptações semelhantes e que justificam um portfólio de estratégias comum. Por exemplo, mandiocultores localizados no Cariri cearense, pernambucano e potiguar compartilham vulnerabilidades em comum que podem ser reduzidas com intervenções adaptativas semelhantes aos da Serra de Ibiapaba, localizada no noroeste cearense. O mesmo pode ser dito dos pecuaristas de vazante na bacia amazônica e nas margens do rio São Francisco, os quais, mesmo em biomas tão distintos, apresentam sensibilidades ambientais e estratégias adaptativas convergentes. Do ponto de vista do processo político, essa conclusão leva a pensar, em um primeiro momento, em planos e ações adaptativas voltadas para o agroambiente para, em seguida, adaptá-los às especificidades do bioma ou recorte territorial. Quantas e quais tipologias ainda precisam ser melhor investigadas.

A heterogeneidade temporal da vulnerabilidade também foi outra constatação relevante da pesquisa. A produção rural familiar apresentou vulnerabilidades distintas entre as estações do ano e durante o ciclo de desenvolvimento de uma cultura. Cada um desses momentos exige ajustes específicos nos sistemas agropecuários e familiares. A vulnerabilidade também se manifesta mesmo depois do impacto, quando o sistema tem que recuperar-se das perdas e prejuízos, como restaurar os estoques de sementes e manivas, ou recompor seus rebanhos mortos ou vendidos durante estiagens prolongadas. Neste caso, as implicações políticas reforçam a necessidade do planejamento estratégico

adaptativo ser desenhado para cada momento crítico da vulnerabilidade de um sistema: antes, durante e após o impacto.

b. Vulnerabilidade e adaptação são conceitos operacionalizáveis

A epistemologia de uma ciência da adaptação ainda carece de consensos teóricos e conceituais. Duas abordagens aparecem na vanguarda: a da vulnerabilidade e a da resiliência socioecológica. Ambas as abordagens são igualmente úteis na pesquisa sobre adaptação à mudança climática e ganham relevância dependendo do objetivo da pesquisa. Cada qual traz um corpo teórico-metodológico próprio, oriundo de ciências com naturezas muito distintas, o que impossibilita, na opinião do autor, a integração de ambas em uma única abordagem científica. Todavia, elas tem muito em comum. Do ponto de vista conceitual, possuem noções e termos que convergem em suas definições, como capacidade adaptativa e resiliência. Debruçam-se sobre as mesmas questões de fundo: como os sistemas socioecológicos são afetados e respondem a distúrbios. Reconhecem a natureza multidimensional da realidade. Dão grande relevância à análise através das escalas. São abordagens orientadas para política.

O presente trabalho buscou integrar ambas. Por um lado, adotou o arcabouço analítico da vulnerabilidade, compreendendo esta como função dos atributos exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Ao mesmo tempo, trouxe o conceito de resiliência, análogo ao de capacidade adaptativa, sugerindo que a noção é mais adequada para compreender processos adaptativos em escalas de tempo maiores. Também emprestou da abordagem da resiliência, a noção de panarquia para descrever a vulnerabilidade como um contexto resultante da interação de processos que ocorrem em múltiplas escalas, determinada por cadeias causais e ciclos de retroalimentação dentro e entre os subsistemas da produção rural familiar.

A Tese foi, portanto, um experimento teórico-empírico que buscou trazer algumas contribuições para à reflexão sobre a epistemologia da adaptação à mudança climática. Um dos principais produtos deste esforço foram arcabouços analíticos de vulnerabilidade e de adaptação, na qual perguntas para guiar a investigação da vulnerabilidade e tipologias para descrever o processo adaptativo foram propostos (capítulos 8 e 9). Com isto, espera-se estabelecer uma “anatomia” da adaptação e da vulnerabilidade e, assim, avançar na operacionalização de conceitos abstratos em arcabouços analíticos que sejam capazes de articular definições teóricas com a realidade e, por último, organizar ideias e orientar à intervenção política adaptativa.

Outra contribuição epistêmica deste trabalho é a proposição da noção de paisagem adaptativa para explicar o processo de adaptação dos sistemas socioecológicos. Tal conceito é interdisciplinar, agregando elementos da abordagem da vulnerabilidade e da resiliência. Da primeira, adota o arcabouço analítico: referencia a vulnerabilidade a uma

unidade expositiva (no caso a família rural), cuja sensibilidade é definida por características internas em relação a um vetor de exposição externo. Características internas do sistema, como renda, disponibilidade de recursos ambientais, escolaridade etc definem a capacidade adaptativa. Todavia, essa unidade expositiva está inserida em matrizes tecnológica, ambiental, social, política e institucional mais amplas, cuja dinâmica é autônoma em relação à unidade expositiva e determinam, sobremaneira, a capacidade adaptativa desta. A noção de paisagem vai além da perspectiva contextual da abordagem da vulnerabilidade (mas não a nega), dando à ela um caráter de processo, dinâmico no tempo e tornando a sua multi-escalaridade mais explícita. Nesta perspectiva, a paisagem adaptativa é, por essência, plástica, mudando ao longo do tempo e tendo um rebatimento direto nas paisagens adaptativas internas dos estabelecimentos. A ideia de paisagem adaptativa pode ser usada para explicar o porquê da seca de 2012 ter sido severa do ponto de vista pluviométrico, mas relativamente amena para os seres humanos (vide conclusão “d”)

Por fim, o presente trabalho conclui que a vulnerabilidade pode ser mensurada por meio de indicadores de impacto e de contexto considerados nas diferentes escalas espaço-temporais, propondo o RADAR da vulnerabilidade como sistema de avaliação. O RADAR operacionaliza o conceito de vulnerabilidade em um sistema de avaliação qualitativo e quantitativo voltado para o planejamento adaptativo dos atores que atuam na ponta, como extensionistas rurais, ONGs, sindicatos rurais, secretarias municipais de agricultura e o próprio produtor. O RADAR também inova na metodologia de agregação de indicadores, ao propor o método hierárquico na construção dos sub-índices e índices, valorizando a constatação de que a vulnerabilidade é um contexto determinado em diversas escalas espaço-temporal. A pesquisa só permitiu desenvolver o conceito do RADAR, que deve ser aprofundado e aplicado a realidades empíricas em futuros trabalhos.

c. O modelo rural familiar do Semiárido é resiliente, mas vulnerável ao clima

O presente trabalho teve entre suas preocupações centrais compreender os conceitos e teorias que pautam a pesquisa em adaptação à mudança climática a partir de suas raízes epistêmicas e seus desdobramentos posteriores. Esta preocupação teve dois motivos. Primeiro, tornar a Tese coerente dentro da paisagem teórica contemporânea, evitando a apropriação de conceitos e termos sem lastro epistêmico e dando bases para que uma reflexão sobre a integração das abordagens da resiliência e da vulnerabilidade fosse empreendida. Segundo, evitar o risco de cacofonia que o emprego de um mesmo termo pode ter ao ser apropriado por vários campos disciplinares e agendas políticas.

Verificou-se, por exemplo, que dentro da comunidade científica, ainda há resistência ao uso do termo adaptação para sistemas humanos, especialmente entre os cientistas sociais. Um parte significativa destes cientistas associam o termo ao uso dado pelas linhas teóricas do Darwinismo social, desenvolvidas no final do século XIX. Como discutido no

capítulo 1, a noção de adaptação darwinista não comporta qualquer tipo de determinismo cultural ou escala de progresso racial, mas foi apropriada por estas linhas dessa forma, arbitrária, equivocada e deturpada, deixando um estigma tão profundo que, até os dias de hoje, está presente na repulsa de parte da academia pelo termo.

Observou-se também que há conflitos e mal entendidos quanto à noção de resiliência, o que vem causando interferência na comunicação e parceria entre cientistas sociais e naturais. Um primeiro tipo de mal entendido é fruto do desconhecimento da abordagem da resiliência socioecológica por parte da comunidade acadêmica. Muitos autores são refratários ao termo, porque o associam a resiliência da Física, naturalmente não vendo compatibilidade na sua aplicação aos sistemas socioambientais. Outro tipo de mal entendido é entre aqueles que se apropriam da noção de resiliência socioecológica como um conceito normativo e aqueles que pertencem a tradições científicas com raízes na resiliência ecológica. Essa diferença é sutil e não-antagônica, apesar de, em um primeiro momento, assim parecer. Entre aqueles que apropriaram resiliência apenas como noção normativa, o conceito é equivalente ao de capacidade adaptativa e intimamente associado ao de sustentabilidade. Nesta perspectiva, sociedades resilientes são sociedades sustentáveis e fortalecer a resiliência de um sistema é sempre algo positivo. Este termo vem sendo amplamente usado na comunidade política e se consolidando como um termo integrador de agendas socioambientais. É o caso do relatório da ONU ***Resilient People, Resilient Planet: a future Worth choosing***, lançado na RIO +20 (UNPGS, 2012).

Já entre os cientistas da resiliência socioecológica – entre os quais figuram, principalmente, ecólogos - resiliência é mais que uma noção, pois também agrega uma série de pressupostos teóricos e metodológicos já discutidos, como bacia de atração, *tiping points*, histerese, panarquia etc. Nesta perspectiva, o fortalecimento da resiliência é positiva quando o sistema socioambiental encontra-se em um estado desejável e mantê-lo assim passa a ser interessante. Quando o sistema encontra-se em um estado não desejado, fortalecer a resiliência é algo negativo, pois dificulta a transição para estados mais interessantes da perspectiva socioambiental. Isso não implica que a abordagem seja amoral ou incompatível com a noção de sustentabilidade. Ao contrário, estas são incorporadas na definição do que é desejável, indicado *tiping points* socioambientais a serem atingidos/evitados e bacias de atração a serem buscadas/repelidas. E é esta a perspectiva que a Tese adota, entendendo resiliência dentro da sua noção política, mas também trazendo reflexões que dialogam com elementos da abordagem científica. Neste contexto, resiliência foi entendida como a capacidade dos sistemas em sofrer distúrbios (mesmo que e, mesmo assim, perseverar em suas características básicas por meio do aprendizado, memória e flexibilidade adaptativa. Esse esclarecimento é necessário para que umas das conclusões da Tese seja apresentada:

A produção rural familiar no Semiárido, como identidade cultural, é resiliente ao clima. Entretanto, apresenta elevada vulnerabilidade climática em seus subsistemas.

O raciocínio que levou a esta conclusão foi construído ao longo da discussão da Tese e é brevemente resumido a seguir. Ao longo de séculos de convivência com o clima adverso e condições ambientais extremas, o sertanejo se ajustou, lançando mão de uma ampla disponibilidade de recursos adaptativos e desenvolvendo um série de práticas em sua rotina agropecuária que moderaram os efeitos adversos do clima. Isso permitiu a continuidade, desde meados do século XVII, de populações sertanejas na região, a despeito das inúmeras secas severas e extremas que assolaram a região (vide capítulo 4). Essa perpetuação de uma identidade cultural diante de distúrbios periódicos é uma evidência de resiliência como capacidade de persistir, aprender, ajustar quando exposto a distúrbios ambientais.

Tal leitura é polêmica, pois, diante de perdas e danos, é difícil entender a produção rural familiar como resiliente. A resposta à essa polêmica está em outro aspecto que deve ser levado em conta: a sensibilidade climática dos sistemas socioecológicos. Resiliência e sensibilidade estão relacionados, mas são aspectos diferentes de um sistema. Sistemas resilientes podem ser altamente sensíveis, como o é o modelo de produção rural familiar do Semiárido, cuja elevada sensibilidade às secas é histórica e manifestada na morte de animais e perda de safras inteiras e de vidas humanas. Obviamente que, analisando individualmente, os subsistemas que compõem a produção rural familiar são pouco resilientes. Quando o estresse hídrico é tal que um pé de milho aborta a formação da espiga e morre, a resiliência da planta foi vencida. Quando uma família decide migrar após uma seca extrema, sua resiliência familiar foi insuficiente. E assim por diante. Neste contexto, o que torna os sistemas familiares nordestinos resilientes não é, naturalmente, a baixa resiliência dos seus subsistemas, mas a flexibilidade que o conjunto de atividades e medidas adaptativas, tomadas na escala de estabelecimento e de comunidade, conferiram a essas populações e as permitiram chegar ao século XXI como uma identidade cultural contínua.

Entretanto, ser resiliente não é sinônimo de qualidade de vida. O processo de sobrevivência dessa identidade sertaneja foi acompanhada de fome, sede e morte. É neste ponto que a abordagem científica conecta-se de forma coerente com a sua apropriação como noção normativa na agenda da sustentabilidade. Resiliência é uma propriedade do sistema socioecológico. Sustentabilidade um norte, uma direção a ser buscada. Desenvolvimento sustentável o processo da busca. Neste contexto, a resiliência é uma pré-condição, uma qualidade dos sistemas sustentáveis, definida como a capacidade de reinvenção, aprendizado, inovação e ajuste à medida que novas experiências e distúrbios são vividos. Nem todo sistema resiliente é sustentável, mas todo sistema sustentável é

resiliente. O debate sobre sustentabilidade agrega um caráter normativo e político à pesquisa sobre resiliência, trazendo para o centro da ciência questões como liberdade, equidade, qualidade de vida e qualidade ambiental. Assim, não há conflito entre a acepção científica da resiliência, de raiz ecológica, e sua apropriação política, mas sim uma aproximação natural entre ambas nas agenda transversais e interdisciplinares que vem se consolidando nas primeiras décadas do século XXI. Cabe a futuras pesquisas estreitarem, cada vez mais, esse diálogo.

d. A paisagem adaptativa explica o porquê da seca de 2012 ter sido mais amena da perspectiva humana do que secas pretéritas

Durante o século XX, novas tecnologias e estratégias adaptativas foram incorporadas à medida que os produtores saíam de uma condição de grande isolamento para uma gradativa integração ao contexto nacional. A partir da década de 1960, o Estado começa a intervir de forma mais direta, primeiro em uma perspectiva desenvolvimentista modernizante e, depois, apoiando programas de convivência com o Semiárido. Este caminhar caracteriza uma paisagem adaptativa mutante ao longo dos séculos, no qual o ambiente político-institucional adaptativo mudou mais rapidamente do que a paisagem adaptativa dentro dos estabelecimentos. A partir da década de 2000, o repertório político torna-se mais diversificado e os programas assistenciais e emergenciais (bolsa família, bolsa estiagem, operação pipa do exército, garantia safra), associados ao P1MC, ganham grande abrangência no meio rural do Semiárido. Isto criou uma rede de segurança para os sistemas rurais humanos em anos de seca extrema, moderando sobremaneira os impactos climáticos. O pipa do exército passa periodicamente para abastecer as cisternas. O bolsa família, bolsa estiagem e aposentadorias fornecem recursos para a compra de comida. O garantia safra é uma fonte de recurso que compensa os prejuízos financeiros advindos das perdas agrícolas, que, em ano de seca extrema, chegam perto de 100% das safras. Portanto, em 2012, não houve “seca humana”, apesar de situações de insegurança alimentar e hídrica terem sido observadas.

A despeito dessa paisagem relativamente favorável para aspectos humanos importantes, os sistemas produtivos ainda são altamente vulneráveis ao clima. A mortalidade dos animais foi substancial, a perda de enxames de abelhas grande e as perdas agrícolas devastadoras. Apesar de um amplo leque de tecnologias adaptativas estar disponível, a frequência de adoção é muito baixa pelos produtores. A única tecnologia de convivência com o Semiárido amplamente acessada na zona rural é a cisterna do P1MC. O Estado não consegue cumprir o seu papel de assistência técnica e extensão rural. A Ater governamental é precária e, nos estudos de caso, são as ONGs que vêm suprindo esta deficiência. Contudo, estas não tem estrutura para abranger, com qualidade, públicos muito

amplios de produtores familiares. Geralmente, atuam em um pequeno universo. Os programas de crédito, como o Pronaf, são um elemento importante na equação, porém a falta de assistência técnica e o retorno baixo dos investimentos acaba gerando endividamento, má aplicação dos recursos ou ações sem valores adaptativos significativos. O resultado é um contexto no qual a adoção das tecnologias de convivência com o Semiárido está reduzida a um conjunto muito restrito de produtores, concentradas em projetos pilotos, campos experimentais ou programas muito localizados.

Conclui-se, portanto, que a paisagem adaptativa da produção rural familiar evoluiu nas últimas décadas. Porém, suas ações ainda estão desequilibradas entre as diferentes escalas de vulnerabilidade que a compõem. Reduziu-se sobremaneira as vulnerabilidades dos sistemas humanos, entretanto teve pouco impacto na vulnerabilidade dos sistemas produtivos. Ademais, é uma paisagem adaptativa baseada na resposta e não na prevenção, na qual a adaptação enfatiza a importação de recursos (financeiros e hídricos) para os sistemas familiares e ainda dá pouca ênfase à autonomia familiar - moderar vulnerabilidades dos sistemas hídricos, alimentar e financeiros produzidos dentro ou a partir de atividades dos estabelecimentos. Isso não implica em uma escolha entre reação e prevenção, autonomia e importação de recursos. Ambas são necessárias. Entretanto, implica em melhor balanceá-las na paisagem adaptativa.

e. Há evidências de que a produção rural familiar é viável dentro do paradigma da convivência com o Semiárido

Uma produção rural familiar sustentável, resiliente e com sensibilidade relativamente baixa à variabilidade climática é viável no Semiárido. Exemplos de sistemas que se enquadram nesses parâmetros foram observados *in loco* e discutidos na Tese (vide capítulos de 5-7), demonstrando que a possibilidade não é uma utopia ou uma opinião romântica infundada.

Algumas perspectivas defendem que a manutenção da produção rural familiar no Semiárido é inviável, um modelo que não permite a riqueza, mantendo o produtor em um ciclo de miséria e dependência continuada de agentes externos, favorecendo o clientelismo e a prosperidade da indústria da seca. O modelo tecnológico de convivência com o Semiárido aponta uma alternativa a este ciclo. Ele não é capaz de gerar produtores ricos do ponto de vista financeiro, mas é capaz de gerar sistemas rentáveis e lucrativos, que se justificam economicamente, fornecendo uma renda razoável ao produtor e sua família.

Se por um lado os cenários climáticos mais extremos apontam para decréscimo entre 15-20% das chuvas, aquecimento de 4°C e aumento da frequência e duração dos veranicos, por outro a pesquisa de campo levantou evidências de que tecnologias e práticas de manejo adequadas podem aumentar a eficiência do uso de recursos com disponibilidade errática. Quando tomadas em conjunto, tem grande potencial de manter as atividades

agropecuárias nas condições climáticas adversas do Semiárido. Por exemplo, métodos de irrigação por gotejamento são 40% mais eficientes que os tradicionais, tornando pequenos sistemas de irrigação possíveis onde o recurso é escasso. De forma semelhante, o método de captação de água *in situ* por sulcos barrados retém cerca de 80% mais água do que o modelo tradicional usando enxadas, aumentando significativamente o tempo de retenção da água no perfil do solo. Combinado com técnicas de conservação do solo (ex.: cobertura vegetal), barragens para irrigação de salvação e cisternas de produção, a captação *in situ* pode reduzir sensivelmente o risco de perdas em veranicos prolongados e aumentar a produtividade em anos de chuvas regulares.

Na pecuária, técnicas de manejo da *Caatinga* podem aumentar a capacidade suporte das pastagens naturais em até 12 vezes, dependendo do tipo de caatinga e grau de degradação anterior ao manejo. Associadas ao plantio de bancos de proteínas resistentes à seca, como a glirícidia e a leucena, assim como ao estoque de forragem na forma de silos e fenos, e, quando disponível o recurso hídrico, a pequenas áreas de pastagem irrigada e rotacionada, a pecuária tem condições de ser economicamente viável e ambientalmente sustentável. A segurança hídrica dos animais também podem ser aprimorados com medidas simples, como o ajuste na relação entre a superfície da lâmina d'água e profundidade de reservatórios superficiais, criando estoques com baixa perda evapotranspirativa. Verificou-se que o fornecimento de palma forrageira, além dos ganhos alimentares, também pode influenciar na adaptabilidade da pecuária ao reduzir a demanda de água pelos animais, aumentando sensivelmente a eficiência hídrica dos sistemas pecuários. Obviamente é necessário aprofundar em estudos mais criteriosos que quantifiquem os ganhos adaptativos de cada uma das tecnologias de convivência com o Semiárido, tanto individualmente como quando tomadas em conjunto, confrontando a redução da vulnerabilidade com cenários climáticos futuros. Entretanto, a pesquisa exploratória sugere que os resultados da quantificação sistemática desses benefícios corroborariam o potencial do modelo de convivência com o Semiárido.

Neste contexto, as questões que se colocam para o Estado e para a comunidade científica não são buscar meios para fixar o homem no campo ou, ao contrário, promover a transição para meios de vida não-agrícolas. O que cabe é dar condições para que as populações rurais façam a escolha que lhes for desejada com base em informações de qualidade. Este princípio está de acordo com o objetivo final da sustentabilidade: a liberdade em seu sentido estrito. A pesquisa de campo revelou que a agropecuária familiar é um modo de vida, uma identidade cultural valorizada pelos produtores, especialmente pelos mais velhos. Estes declararam o anseio por continuarem na atividade, porém com melhores condições de vida. Já entre os mais novos, os desejos encontram-se divididos entre adotar outros meios de vida não-agrícolas e a permanência no campo. A estes devem ser dados as

condições para que novas possibilidades sejam buscadas, o que implica em educação de qualidade e fomento a um mercado de trabalho local para além da cadeia agropecuária ou a permanência, por meio de tecnologias e recursos dentro de um outro paradigma produtivo.

O fato é que a produção rural familiar, como identidade cultural e atividade econômica ainda perdurará pelas próximas décadas, mesmo que sua continuidade ainda dependa de da escolha incerta das futuras gerações. No médio-longo prazo, há dois cenários gerais possíveis. Em um, a escolha coletiva das novas gerações leva a um gradual desaparecimento da produção rural familiar tradicional. Nesse período, as secas periódicas ainda farão da adaptação necessária e urgente. No segundo cenário, a escolha das novas gerações levará a continuidade da produção rural familiar. Neste caso e diante dos cenários climáticos e demográficos que se projetam, a produção rural familiar terá que se reinventar para fazer frente aos desafios. Em ambos os cenários, o modelo tecnológico da convivência com o Semiárido tem grande potencial de viabilizar, com qualidade, o processo de transição ou de continuidade.

Cabe destacar que não só pode, como devem ser somados aos ganhos trazidos pelo modelo de convivência com o Semiárido, outras fontes de renda não-agrícolas dentro da paisagem adaptativa rural. Entre 2011 e 2013, quando a pesquisa foi realizada, a agropecuária familiar já não era a principal fonte de renda em muitas dos estabelecimentos visitados, embora ainda fosse a principal atividade. A pluriatividade e multifuncionalidade que caracteriza a produção rural familiar pode ser enriquecida com novas possibilidades de fontes de receita que valorizem a permanência no estabelecimento, como o pagamento por serviços ambientais e remuneração pela venda de energia solar para a rede (vide a seguir em *reflexões para formulação política*).

f. A mudança climática é uma oportunidade para convergir agendas e promover a transversalidade institucional

A mudança climática, a convivência com o Semiárido e o desenvolvimento sustentável são agendas políticas distintas, mas empiricamente indissociáveis. A convergência das três problematiza os temas seca, Semiárido, produção rural familiar, adaptação à mudança climática e desenvolvimento dentro de um novo contexto normativo e científico. Desenvolvimento não é idêntico a progresso econômico. É conciliar melhorias de qualidade de vida, viabilidade econômica e preservação ambiental. Produção familiar rural não é um modelo arcaico de agricultura, mas um sistema social de práticas e valores tradicionais que vem se firmando como identidade e sujeito político frente às tendências modernizantes. Adaptação não é só ajuste preventivo ou reativo para moderar efeitos adversos do clima, mas sim ganho de qualidade de vida em contextos ambientais adversos. Do ponto de vista político, busca-se a *adaptação sustentável* e o *desenvolvimento adaptativo*.

A Tese apontou vários pontos de sinergias e antagonismos entre desenvolvimento e adaptação. Apontou também para existência de uma estrutura de governança da produção rural familiar que, apesar de não trazer explicitamente nas suas diretrizes a adaptação à mudança climática, é essencialmente adaptativa. O desafio não está em criar uma nova infraestrutura político-institucional em torno da adaptação à mudança climática da produção rural familiar, mas sim internalizar nas estruturas já existentes a temática, de forma transversal, trazendo para uma arena comum atores setoriais do governo e atores da sociedade civil. Esta é a grande oportunidade trazida pelas novas agendas: olhar velhos problemas a partir de novas abordagens, com grande potencial de vencer as barreiras do *isolamento político*, *unidimensionalismo* e *setorialismo*, que caracterizaram historicamente a paisagem adaptativa do Semiárido

Reflexões para a agenda políticas adaptativa

Alguns pontos de intervenção adaptativa foram identificados visando fortalecer a paisagem adaptativa da produção rural familiar, tendo em vista fomentar a autonomia adaptativa e rentabilidade dos produtores e sistemas produtivos.

Fortalecer a ATER: O sucateamento das instituições governamentais de ATER é o principal gargalo para a expansão das tecnologias adaptativas no meio rural. O quadro técnico de carreira - deficiente em número e envelhecido - precisa ser suprido por meio de novos concursos. Observou-se em campo que, nos anos da pesquisa, essa demanda é atendida de forma paliativa e insuficiente, principalmente por técnicos temporários, comprometendo, assim, a qualidade e continuidade da ATER. Uma ATER fortalecida funcionaria como o principal canal de difusão das tecnologias adaptativas entre os centros de P&D e o produtor. O histórico descompasso entre as políticas de crédito e a qualidade do acompanhamento técnico foi responsável pela má aplicação dos recursos do Pronaf, resultando em inadimplência, desperdício e, eventualmente, aumentando a vulnerabilidade social pelo endividamento. Uma ATER adequada poderia orientar a aplicação adaptativa e rentável do crédito rural. Por fim, a experiência do programa Cabra Forte (estudo da Bahia) - no qual técnicos contratados nas próprias comunidades faziam a ponte entre as demandas locais e os extensionistas governamentais - é um experimento político interessante que merece investigação do potencial para as demais realidades do Semiárido.

Programa de reforma e recuperação dos reservatórios hídricos superficiais: os reservatórios superficiais tradicionais (barreiros, pequenos açudes) ainda possuem elevada relevância na dessedentação animal e para pequenos sistemas de irrigação. Em anos de seca extrema, são importantes recursos adaptativos. Apesar de frequentes na zona rural, essas “aguadas” possuem prazo de validade limitado. Após construídos, têm suas

capacidades de armazenamento reduzidas nos anos seguintes pelo assoreamento. Há uma grande demanda na zona rural por retroescavadeiras para recuperação desses reservatórios, mas diante da escassez de tratores e custo elevado da hora-máquina, a parte majoritária dos produtores não possuem condições de arcar com a recuperação. De forma semelhante aos serviços de manutenção da infraestrutura da rede hídrica urbana, um programa público de recuperação da infraestrutura hídrica rural teria grande valor adaptativo. Ademais, a mesma frota de tratores necessária poderia ser usada para outros empreendimentos adaptativos na zona rural, como construção de barragens subterrâneas e preparação de silos trincheira.

Fomentar sistemas produtivos modelos e intercâmbio entre produtores: observou-se em campo que a inovação e difusão das tecnologias na ponta, ou seja, nos estabelecimentos e comunidades, são estimuladas pela presença de sistemas demonstrativos de tecnologias adaptativas e projetos piloto, os quais ainda são em pequeno número na zona rural. O sucesso desses sistemas sensibiliza e incentiva a adoção das tecnologias e estratégias de manejo por produtores vizinhos. Observou-se também que intercâmbios entre produtores de municípios e mesmo de estados distintos são fontes de inovação e trocas de experiência que acabam resultando na circulação da informação adaptativa. Políticas públicas que incentivem a expansão do número estabelecimentos “modelo” por município e por comunidades, assim como de intercâmbios inter-regionais entre produtores familiares pode acelerar substancialmente o processo de inovação e ajuste adaptativo no campo.

Garantia safra para a apicultura e estímulo à meliponicultura: apesar do uso de abelhas do gênero *Apis* ser controversa por competir com a fauna nativa, ela se mostrou uma das atividades de maior rentabilidade e maior potencial de sinergia com a conservação da *Caatinga*, representando uma alternativa econômica interessante nos estudos de caso. Com uma demanda reprimida por mel e derivados, ainda há grande espaço para o crescimento do setor apícola no Semiárido. Entretanto, um ano de seca extrema, como 2012, causa uma grande perda da produtividade e fuga de enxames. Alguns produtores amargam prejuízos que levam ao abandono da atividade. A possibilidade de contratar seguros em caso de quebra de safra, à semelhança ao que é feito na agricultura (seguro safra), poderia ser uma medida interessante no repertório político. Ao mesmo tempo, o estímulo de uma ainda incipiente meliponicultura também têm grande potencial econômico, ambiental e adaptativo, uma vez que o mel é mais valorizado que a da *Apis*, preserva fauna e flora nativas, além das abelhas meliponas, por terem evoluído nas condições semiáridas, possuem uma capacidade adaptativa superior às subespécies do gênero *Apis*.

Ampliação do modelo SISAR: o sistema integrado de saneamento rural observado no estudo de caso do Ceará mostrou-se uma experiência de governança de recursos

hídricos de base-comunitária interessante e que merece ter seu potencial avaliado para outras realidades do Semiárido. Se a demanda difusa na zona rural não justifica redes de abastecimento hídrico, redes localizadas como a proposta pelo SISAR pode atender pequenas comunidades de forma satisfatória onde o recurso estiver disponível.

Celeridade na reforma e regularização fundiária: o acesso a terra é recurso adaptativo central no Semiárido. O histórico de ocupação da região resultou em um contexto fundiário no qual a parte majoritária dos produtores rurais familiares não é formalmente dono da sua terra. A insegurança jurídica resultante é um fator chave da vulnerabilidade social. Sem a demarcação dos estabelecimentos, conflitos fundiários são frequentes e áreas devolutas de uso coletivo, como os fundos de pasto, estão a disposição de outras destinações que excluem os produtores usuários. O título da terra também é um passaporte para linhas de crédito mais substanciais e que poderiam financiar intervenções adaptativas mais robustas nos sistemas agropecuários não viáveis com os baixos valores do Pronaf.

Outro aspecto associado é a fragmentação das propriedades em áreas cada vez menores ao longo da cadeia de herdeiros e um elevado número de produtores sem área ou com áreas insignificantes diante das condições produtivas do Semiárido. Estes dependem de arrendamento ou trabalho em parceria, tendo suas capacidades adaptativas sensivelmente reduzidas. Como discutido no capítulo 2 e 9, estes produtores estão entre os mais impactados em anos de secas extremas. Neste casos, programas de reforma agrária – alguns já em andamento - precisam avançar, porém de forma mais responsável pelo poder público, visto que, não raro, os assentamentos localizam-se em áreas muito distantes das sedes municipais e/ou em terras de baixo potencial produtivo, inviabilizando o sucesso do assentamentos antes mesmo deles começarem.

Fomento à produção de energia solar como fonte complementar de renda: a baixa nebulosidade e a elevada insolação anual torna o Semiárido um polo em potencial para a produção de energia solar (PEREIRA *et al*, 2006). Tornar os estabelecimentos rurais familiares pequenas centrais elétricas - nos quais o excedente produzido por painéis solares é vendido para rede - pode ser uma forma interessante de gerar renda no meio rural. Ao mesmo tempo, agrega à matriz elétrica brasileira um fonte de energia limpa e renovável. A rápida expansão da rede elétrica na zona rural por meio do programa *Luz para Todos* e os mais de 2 milhões de estabelecimentos rurais familiares na região Nordeste criam condições favoráveis para que programas neste sentido sejam considerados no planejamento do setor elétrico e agrícola brasileiro para as próximas décadas. Do ponto adaptativo, agregaria uma fonte econômica não-agrícola de baixa vulnerabilidade climática e que, em anos de seca extrema, teria sua produtividade potencialmente aumentada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVITZ, M. **The allocation of economic resources**. Stanford, Calif: Stanford Univ. Press, 1959.
- ABRANCHES, S. **Copenhague: antes e depois**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.
- ADDISON, T.; ARNDT, C.; TARP, F. The Triple Crisis and the Global Aid Architecture. **African Development Review**, v. 23, n. 4, 2011.
- ADGER, W. N.; KELLY, P. M. Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 4, n. 3/4, p. 253–266, 1999.
- ADGER, W. N. ; Vulnerability. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 268–281, 2006.
- ADGER, W. N. Scales of governance and environmental justice for adaptation and mitigation of climate change. **Journal of International Development**, v. 13, n. 7, p. 921–931, 2001.
- ADGER, W. N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, v. 24, n. 3, p. 347–364, 2000
- ADGER, W. N. Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam. **World development**, v. 27, p. 249–269, 1999.
- ADGER, W. N.; DESSAI, S.; GOULDEN, M.; HUME, M. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, v. 93, n. 3-4, p. 335–354, 2009.
- AGANGA, A. A. Water utilization by sheep and goats in Northern Nigeria. **World Animal Review**, n. 73, p. 9–14, 1992.
- ALCÁNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology** v. 47, n. 2-4, p. 107–124, 2002.
- ALLEN, P.; FITZSIMMONS, M.; GOODMAN, M.; WARNER, K. Shifting plates in the agrifood landscape: the tectonics of alternative agrifood initiatives in California. **Journal of Rural Studies**, v. 19, n. 1, p. 61–75, 2003.
- ALVES, A. A. C.; Fisiologia da Mandioca (In) SOUZA, L. S., FARIAS, A. R. N., MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Eds) **Aspectos Socioeconômicos e Agronômicos da Mandioca**, Embrapa, 817 p., 2006.
- ALVES, J. N.; ARAÚJO, G. G. L.; PORTO, E. R.; CASTRO, M. C.; SOUZA, L. C., Feno de Erva-Sal (*Atriplex nummularia*) e Palma-Forageira (*Opuntia ficus Mill.*) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9, n. 1, p. 43–52, 2007
- ANDERIES, J.; NORBERG, J. Theoretical Challenges: Information Processing. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press. p. 155–179, 2008
- ANDRADE M. C, **A Terra e o Homem no Nordeste**, São Paulo, Livraria editora ciências humanas, 1980, 278 p.

- ANDRADE M. C. A Intervenção do Estado e a Seca no Nordeste do Brasil, **Revista de Economia política**, v. 6 (4) 1986
- ANJOS, J. B.; BARON, V.; BERTAUX, S, Captação de Água de Chuva "in situ" com Aração Parcial, Comunicado Técnico N° 26, **Embrapa Semiárido**, julho 1988
- ANJOS, J. B.; CAVALCANTI, N. B.; BRITO, L. T. L.; SILVA, M. S. L.; Captação "in situ": água de chuva para produção de alimentos (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, 2007, 179 p.
- ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; TURCO, S. H. N.; PEREIRA, L. G. R., A água nos sistema de produção de caprinos e ovinos. (In): VOLTOLINI, T. V. (Ed.) **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 69–94, 2011.
- ARELLANO, C.; BULÍR, A.; LANE, T.; LIPSCHITZ, L. The dynamic implications of foreign aid and its variability. **Journal of Development Economics**, v. 88, n. 1, p. 87–102, 2009.
- ARNELL, N. W. Adapting to climate change: an evolving research programme. **Climatic Change**, v. 100, n. 1, p. 107–111, 2010.
- ARONSON, J. Sustainability science demands that we define our terms across diverse disciplines. **Landscape Ecology**, v. 26, n. 4, p. 457–460, 2011.
- ARRAUT, E. M.; NOBRE, P.; NOBRE, C. A.; SCARPA, F. M. Brazilian Network on Global Climate Change Research (Rede CLIMA): structure, scientific advances and future prospects, **Sustentabilidade em debate**, Brasília, v. 3, n.2, p.241-256, 2013.
- ASA – Articulação do Semiárido, 2013a, disponível em http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp? COD_MENU=104, acesso em 28 de março de 2013
- ASA – Articulação do Semiárido, 2013b disponível em <http://www.asabrasil.org.br/portal/Default.asp>, acesso em 28 de março de 2013
- ASA - Articulação do Semiárido, 2013c, disponível em http://www.asabrasil.org.br/Portal/Informacoes.asp? COD_MENU=5630&WORDKEY = Resultados, acesso em 28 de março de 2013
- ASSINE, M. Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289–300, 1992.
- AYERS, J. M.; HUQ, S. Supporting Adaptation to Climate Change: What Role for Official Development Assistance? **Development Policy Review**, v. 27, n. 01, p. 675–692, 2009.
- BALMFORD, A. WHITTEN, T., Who Should pay for tropical conservation, and how could the costs be met? **Oryx**, v.37 n.2. p. 238-250, 2008
- BARBIER, R. La recherche action. Ed. Anthropos/Economica - Paris, 1996. 112p
- BARNETT J. Adapting to climate change: Three key challenges for research and policy - An editorial essay. **WIREs Climate Change**, v. 1, n. 3, p. 314–317, 2010.
- BATES, D. G.; PLOG, F. **Human adaptive strategies**. New York: McGraw-Hill, 1991.

BATES, W.; Gross national happiness, **Asian Pacific Economic Literature**, Crawford School of Economics and Government, The Australian National University and Blackwell Publishing Asia Pty Ltd., 2009. p. 1-16

BAUER S; SCHOLZ I. Adaptation to climate change in Southern Africa: New boundaries for sustainable development? **Climate and Development**, v. 2, n. 2, p. 83–93, 2010.

BECK, S. Moving beyond the linear model of expertise? IPCC and the test of adaptation. **Regional Environmental Change**, v. 11, n. 2, p. 297–306, 2011.

BELLON, M. HODSON, D. ; HELLIN J. Assessing the vulnerability of traditional maize seed systems in Mexico to climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 33, p. 13.432–13.437, 2011

BENNETT, L. **Gender, Caste and Ethnic Exclusion in Nepal**: following the policy process from analysis to action, 2005, disponível em: http://www.worldcat.org/search?q=Poverty+and+Caste+Based+social+exclusion+in+Nepal%2C+Bennett&qt=results_page. acesso em: 8 ago. 2012.

BERLIN, I.; **Ideias políticas na era romântica**: ascensão e influência no pensamento moderno. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

BERRANG-FORD, L.; FORD, J.D; PATERSON, J. Are we adapting to climate change? **Global Environmental Change**, v. 21, n. 1, p. 25–33, 2011.

BETTENCOURT L.M.A; KAUR J. Evolution and structure of sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 49, p. 19540–19545, 2011.

BLAIKIE, P. M ; CANNON T ; DAVIS I; WISNER B. ; **At Risk**: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters. Routledge, London, 1994, 284 p.

BODANSKY, D. The history of the global climate change regime. (In) LUTERBACHER, U.; SPRINZ, D. F., **International relations and global climate change**, 2001, p. 23–40

BOGARD, W. Bringing Social Theory to Hazard Research: conditions and consequences of the mitigation of Environmental hazards. **Sociological Perspectives**, v. 31, n. 2, p. 147–168, 1988.

BORD, R.; FISHER, A.; O'CONNOR, R. Public Perceptions of Global Warming: United States and International Perspectives. **Climate Research**, v. 11, p. 75–84, 1998.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units, **Ecological Economics**, v. 63. n. 2-3, p. 616-626, 2007

BOYD, J.; Nonmarket benefits of nature: what should be counted in green GDP? **Ecological Economics** n. 61, p. 716-723, 2007

BRAND, F. Critical natural capital revisited: Ecological resilience and sustainable development, **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 605–612, 2009.

BRASIL, Análise da Vulnerabilidade da População Brasileira aos Impactos Sanitários das Mudanças Climáticas, MCT, 2007

BRASIL, Primeira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasília, 2004

BRASIL, Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, Brasília, 2010

BRITO L. T. L.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S.; CAVALCANTI, N. B., Cisterna Rural: água para consumo animal (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, 2007a. p. 105 - 116

BRITO L. T. L.; SILVA, A. S.; PORTO, E. R.; SILVA, A. S.; AMORIM, M. C. C.; LEITE, W. M.; Cisterna Rural: água para consumo humano (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, 2007b. p. 81-101

BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, 2007c. p.180

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L.; Perdas de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no Semi-Árido brasileiro. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 28, n. 3, p. 507–515, 2008.

BROCK, W. A.; DURLAUF, S. N. Discrete Choice with Social Interactions. **The Review of Economic Studies**, v. 68, n. 2, p. 235–260, 2001.

BROCK, W. Tipping points, abrupt opinion changes, and punctuated policy change. In: REPETTO, R. C.; SPETH, J. G. (Eds.) **Punctuated equilibrium and the dynamics of US environmental policy**. New Haven: Yale University Press, 2006.

BROOKS, N. Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework, **Working Paper 38**, Tyndall Centre for Climate Change Research, 16 p., 2003, disponível em <http://www.tyndall.ac.uk/sites/default/files/wp38.pdf>, acesso em 15 de janeiro de 2012

BRUNTLAND, G. H.. **Our common future**, World Commission On Environment And Development; Australia. Commission for the Future. Melbourne: Oxford University Press, 1990.

BRYANT, C.; SMIT, BARRY; BRKLACICH, M. *et al.* Adaptation in Canadian Agriculture to Climatic Variability and Change. **Climatic Change**, v. 45, n. 1, p. 181–201, 2000.

BURNS, M.; SENDZIMIR, J., Resilience Theory, (In) ANDERSSON, K.; BURNS, M.; BURSZTYN, M.; HENRY, A. D.; LAUDATI, A.; MATUS, K.; MCNIE, E.; **The Ruffolo curriculum on sustainability science**, Workin papers, Havard, 2008 p. 14-18

BURSZTYN M. A & BURSZTYN M., **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para a sustentabilidade**, Rio de Janeiro, Garamond, 2013, 603 p.

BURSZTYN, M **O Poder dos Donos: planejamento e clientelismo no Nordeste**, Petrópolis, Vozes, 1984 178 p.

BURSZTYN, M. **O País das Alianças: elites e continuísmo no Brasil**, Petrópolis, Vozes, 1990, 139 p.

- BURTON, I. Vulnerability and adaptive response in the context of climate and climate change. **Climatic Change**, v. 36, n. 1/2, p. 185, 1997
- BUSTAMANTE, M. M. C.; NARDOTO, G. B.; PINTO, A. S. *et al.* Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 655–671, ago 2012.
- CANNON, T.; MÜLLER-MAHN, D. Vulnerability, resilience and development discourses in context of climate change. **Natural Hazards**, v. 55, n. 3, p. 621–635, 2010.
- CARDONA, O. D. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. (Eds.). **Mapping Vulnerability Disasters Development and People**. London: Earthscan, 2008. p. 37–51.
- CARPENTER, S. R. Ecological Futures: Building an Ecology of the Long Now. **Ecology**, v. 83, n. 8, p. 2069–2083, 2002.
- CARPENTER, S.; WALKER, B.; ANDERIES, M.; ABEL, N. From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? **Ecosystems**, v. 4, p. 765–781, 2001
- CARSON, R.; **Silent spring**. Boston; Cambridge, Mass.: Houghton Mifflin; Riverside Press, 1962.
- CARTER, T.; JONES, R. N.; LU, X. *et al.* New Assessment Methods and the Characterisation of Future Conditions. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. p. 133–171, 2007.
- CARVALHO, A. Ideological cultures and media discourses on scientific knowledge: re-reading news on climate change. **Public Understanding of Science**, v. 16, n. 2, p. 223 –243, 2007.
- CASH D. W.; ADGER W. N. BERKES F. GARDEN P. LEBEL L. OLSSON P. PRITCHARD L.; YOUNG O. Scale and cross-scale dynamics: governance and information in a multilevel world, **Ecology and Society** v.11, (2): 8, 2006
- CAVALCANTI, C. Natureza econômica de uma catástrofe natural: características e impacto da seca nordestina de 1979-80, **Revista de Economia Política**, v. 6, n. 1, p. 82-97, 1986
- CAVALCANTI, N. DE B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. Vulnerabilidade dos pequenos agricultores da região semi-árida do Nordeste nos períodos de seca. In: **Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 41, 2003, Juiz de Fora. Anais., Juiz de Fora : SOBER; Embrapa Gado de Leite; CES/JF; UFJF; UFLA; UFSJ; UFV, 2003.**
- CAVATASSI, R.; LIPPER, L.; NARLOCH, U. Modern variety adoption and risk management in drought prone areas: insights from the sorghum farmers of eastern Ethiopia. **Agricultural Economics**, v. 42, n. 3, 2011.
- CEDEPLAR; FIOCRUZ. **Mudanças climáticas, migrações e saúde: cenários para o Nordeste brasileiro: 2000 - 2050**. Belo Horizonte: 2008.
- CEMADEN, Operação e Modelagem, 2013, disponível em **Error! Hyperlink reference not valid.**, acesso em 12 de fevereiro de 2013
- CHAUDHARY, P.; BAWA, K. S. Local perceptions of climate change validated by scientific evidence in the Himalayas. **Biology Letters**, v. 7, n. 5, p. 767–770, 2011.

CHOWDHURY, A. M. R.; BHUYIA, A. U.; CHOUDHURY, A. Y.; SEN, R. The Bangladesh Cyclone of 1991: Why So Many People Died. **Disasters**, v. 17, n. 4, p. 291–304, 1993.

CHRISTENSEN L; KROGMAN N. Social thresholds and their translation into social-ecological management practices. **Ecology and Society**, v. 17, n. 1, 2012.

CISSÉ, Y.; BONIN, M.; NESHEIM, I. *et al.* Land degradation and irrigation practices in the Office du Niger, Mali. In: MCNEILL, D.; NESHEIM, I. (Eds.). **Land use policies for sustainable development: exploring integrated assessment approaches**. Edward Elgar Pub, p. 110–130, 2012.

CLIMATE FUND UPDATE, 2012, disponível em <http://www.climatefundupdate.org/>, acesso em 12 de fevereiro de 2013

CNA - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, **Ativos da Pecuária de Leite**, janeiro de 2012, disponível em http://www.canaldo_produtores.com.br/sites/default/files/ativos_leite_n17.pdf, acesso em 02 de dezembro de 2013

COMPSTON, H.; BAILEY, I. (Eds.). **turning down the heat: the politics of climate policy in affluent democracies**. Palgrave Macmillan, 2008

CONSTANZA, R., GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.; SUTTON, P.; BELT, M.; The Values of the world's ecosystem services and natural capital, **Nature**, V.38 N. 7. P. 253-26, 1997

CORREIA, M. F.; DIAS, M. A. F. DA S. Variação do Nível do Reservatório de Sobradinho e seu Impacto sobre o Clima da Região. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 157–168, 2003.

COSTANZA, R., D'ARGE, R., GROOT, R., FARBER, S., GRASSO, M., HANNON, B., LIMBURG, K. NAEEM, S., O'NEILL, R. ; PARUELO, J., RASKIN, R. ; SUTTON, P., VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital, **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997

CUMMING, G. S.; CUMMING, D. H. M.; REDMAN, C. L. Scale Mismatches in Social-Ecological Systems: Causes, Consequences, and Solutions. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, 2006.

CUNHA, E. **Os sertões**: campanha de Canudos. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1979.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529–539, 1996.

DALE, A.; NEWMAN, L.; Social capital: a necessary and sufficient condition for sustainable community development?, *Community Development Journal*, v. 45, n. 1, p. 5-21, 2010

DALY, H. Crescimento sustentável? Não, obrigado, **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 2, p. 197- 201, 2004

DALY, H. E. **Beyond growth: the economics of sustainable development**. Boston: Beacon Press, 1996.

- DALY, H. E.; FARLEY, J. C. **Ecological economics: principles and applications**. Washington: Island Press, 2011.
- DANSGAARD, W.; JOHNSEN, S. J.; MØLLER, J.; LANGWAY, C. C. One Thousand Centuries of Climatic Record from Camp Century on the Greenland Ice Sheet. **Science**, New Series. v. 166, n. 3903, p. 377–381, 1969.
- DARWIN, C.; **The origin of species by means of natural selection, or, The preservation of favoured races in the struggle for life**. Harmondsworth; New York: Penguin, 1985.
- DAVIS, M. **Holocaustos coloniais**. Rio de Janeiro: Record, 2002.
- DEMARTELAERE, A. C. et al. A Flora Apícola no Semiárido Brasileiro. **Revista Verde**, v. 5, n. 1, p. 17–22, 2010.
- DEMPSEY N; BRAMLEY G; BROWN C; POWER S. The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. **Sustainable Development**, v. 19, n. 5, p. 289–300, 2011.
- DERCON, S.; KRISHNAN, P. Vulnerability, seasonality and poverty in Ethiopia. **Journal of Development Studies**, v. 36, n. 6, p. 25–53, 2000.
- DESSAI, S.; ADGER, W.; HULME, M. *et al.* Defining and Experiencing Dangerous Climate Change. **Climatic Change**, v. 64, n. 1-2, p. 1–2, 2004.
- DIAMOND, J. M. **Colapso** como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. Rio de Janeiro: Record. 2009. 667 p.,
- DIETZ, T.; OSTROM, E; STERN, P. The struggle to govern the commons. **Science**, v. 302, n. 5652, p. 1907–12, 2003
- DILLON, A.; MUELLER, V.; SALAU, S. Migratory Responses to Agricultural Risk in Northern Nigeria. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 93, n. 4, p. 1048–1061, 2011.
- DINIZ P. C; PIRAUX M. Das Intervenções de Combate à Seca às Ações de Convivência com o Semiárido: trajetória de 'Experimentalismo Institucional' no Semiárido Brasileiro, **Cadernos de Estudos Sociais**, v 26 (2), p. 227-238, 2011.
- DINIZ, P. C. O. *Da experimentação social ao “experimentalismo institucional”*: trajetórias de relações entre Estado e sociedade civil: experiências no Semiárido. Tese de doutorado, Campina Grande. 2007.
- DOHERTY, S. J.; BOJINSKI, S.; GOODRICH, D. *et al.* Lessons Learned from IPCC AR4: Scientific Developments Needed to Understand, Predict, and Respond to Climate Change. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 90, n. 4, p. 497–513, 2009.
- DONNER, S. D.; KANDLIKAR, M.; ZERRIFFI, H. Preparing to Manage Climate Change Financing. **Science**, v. 334, n. 6058, p. 908–909, 2011.
- DOVERS, S. Normalizing adaptation. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 1, p. 4–6, 2009.
- DOW, K. Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 417– 436, 1992.

DRUMMOND, L. UNFCCC Green Climate Fund Created. **Sustainable Development Law & Policy**, v. 11, n. 2, 2012.

DRUMOND, M. A.; RIBASKI, J. Leucena (*Leucaena leucocephala*): leguminosa de uso múltiplo para o semiárido brasileiro, **Comunicado Técnico 142**, Embrapa Semiárido, 2010.

DUARTE, R. **Seca, Pobreza e Políticas Públicas no Nordeste do Brasil**, Instituto de Pesquisas Sociais, 2000, 28 p.

DUIT, A.; GALAZ, V.; ECKERBERG, K.; EBBESSON, J. Governance, complexity, and resilience. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 3, p. 363–368, 2010.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as Lavouras Xerófilas**, Fortaleza, Banco do Nordeste, 2004. 330 p.

EAKIN, H.; LEMOS, M. C. Institutions and change: The challenge of building adaptive capacity in Latin America. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 1–3, 2010.

EAKIN, H.; LUERS, A. Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, n. 1, p. 365–394, 2006.

EHRlich, P. R.; EHRlich, A. **The population bomb**. New York: Ballantine Books, 1968.

EMBRAPA, Cultivo do feijão-caupi, Clima, 2013a, disponível em <http://sistemas.deproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/clima.htm>, acesso em 17 de março de 2013

EMBRAPA, Cultivo do Milho, Ecofisiologia, 2013b, disponível em http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/ecofisiologia.htm acesso em 23 de março de 2013

EMBRAPA, 500 perguntas, 500 respostas, 2013c, disponível em <http://www.sct.embrapa.br/500p500r/Resposta.asp?CodigoProduto=&CodigoCapitulo=247&CodigoTopico=114&CodigoPR=9169>, acesso em 14 de abril de 2013

EMBRAPA, Dados Meteorológicos, 2011, disponível em <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/index.php?op=eamand>, acesso em 11 de agosto de 2011

EMILIANI, C. Pleistocene Temperatures. **The Journal of Geology**, v. 63, n.6, p. 538–578, 1955.

ENGLE, N. L.; LEMOS, M. C. Unpacking governance: Building adaptive capacity to climate change of river basins in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 4–13, 2010

ESTRELA, E. S. Três felicidades e um desengano: a experiência dos *beraderos* de Sobradinho em Serra do Ramalho – BA, **Tese de doutorado**, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, fevereiro de 2004, disponível em <http://xa.yimg.com/kq/groups/4842518/285125276/name/Tr%C3%AAs+Felicidades+Edi%C3%A7%C3%A3o+19092009.pdf>

FALCO S.; VERONESI M; YESUF M. Does adaptation to climate change provide food security? A micro-perspective from Ethiopia. **Am. J. Agric. Econ.** v. 93, n. 3, p. 825–842, 2011

FARALDO, M. I. F.; SILVA, R. M.; ANDO, A.; SODEROM P., Variabilidade genética de etnov variedades de mandioca em Regiões Geográficas do Brasil. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 499–505, 2000.

FARBER, S. C.; CONSTANZA, R.; WILSON, M. A.; Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services, **Ecological economics**, v. 41. p. 375-392, 2002

FEARNSIDE, P. M.; PUEYO, S. Greenhouse-gas emissions from tropical dams. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 6, p. 382–384, 2012.

FETTER, R.; OLIVEIRA, C. H.; SAITO C.; Variabilidade das Chuvas nos Municípios do Cariri Cearense, como Subsídio para a Seleção de Área de Estudo nos Projetos da Sub-rede Desenvolvimento Regional da Rede Clima, Grupo de Trabalho 2, **Sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional**, Rede Clima, 2012a

FETTER, R.; OLIVEIRA, C. H.; SAITO C.; Variabilidade das Chuvas nos Municípios de Entorno de Juazeiro, Bahia, como Subsídio para a Seleção de Área de Estudo, Grupo de Trabalho 2, **Sub-rede Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Regional**, Rede Clima, 2012b

FILHO, F. A. S.; Natureza e desenvolvimento nos semi-áridos (In): FILHO, F. A. S.; MOURA, A. D.; **Memórias do Fórum Natureza e Sociedade nos Semiáridos**, Fortaleza, BNN; FUNCEME, 2006, p.41-58

FILHO, J. A. DE A.; CRISPIM, S. M. A. **Pastoreio Combinado de bovinos, caprinos e ovinos em áreas de caatinga no nordeste do Brasil**. (In) I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte. Via internet: Universidade do Contestado/EMBRAPA Pantanal, 17 set. 2002, disponível em <http://www.cpap.embrapa.br/agencia /congressovirtual/pdf/portugues/03pt08.pdf>, acesso em 3 março de 2013

FILHO, O. M. C. Silagem de leucena e Gliricidia como fontes proteicas em dietas para vacas em lactação tendo como volumoso a palma forrageira semi-desidratada, **Comunicado Técnico nº 82**, Embrapa Semiárido, 1999.

FILHO, O. M. C.; DRUMOND, MARCOS A.; LANGUIDEY, PABLO H. Gliricidia sepium: leguminosa promissora para regiões Semi-áridas, **Circular Técnica nº 35**, Embrapa Semiárido, 1997.

FOLKE, C. ; CARPENTER S. ; WALKER B. ; SCHEFFER M. ; ELMQVIST T. ; GUNDERSON L. HOLLING C. S. Regime Shifts, Resilience, and Biodiversity in Ecosystem Management. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 35, n. 1, p. 557–581, 2004.

FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses, **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 253–267, 2006.

FOLKE, CARL; CARPENTER, S.; ELMQVIST, THOMAS; *et al.* Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. **AMBIO**, v. 31, n. 5, p. 437–440, 2002a

FOLKE, CARL; CARPENTER, S.; ELMQVIST, THOMAS; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER B.; BENGSTSSON, J.; BERKES F.; COLDING, J. DANELL, K.; FALKENMARK, M.; GORDON, L.; KASPERSON, R.; KAUSTSKY, N.; KINZIG, A.; LEVIN, S.; MALER, K.; MOBERG F.; OHLSSON L.; OLSSON, P.; OSTROM, E.; REID, W.; ROCKSTROM, J.; SVAEMIJE, H.; SVEDIN, U.; **Resilience**

and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations, Scientific Background Paper on resilience for the process of the world summit on sustainable development on behalf of The Environmental Advisory Council to the Swedish Government, Stockholm, 2002b

FOLKE, CARL; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J. Adaptive governance of social-ecological systems. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 30, n. 1, p. 441–473, 2005.

FONSECA, I.; BURSZTYN M; ALLEN B.S. Trivializing sustainability: Environmental governance and rhetorical free-riders in the Brazilian Amazon. **Natural Resources Forum**, v. 36, n. 1, p. 28–37, 2012.

FONSECA, I.; BURSZTYN, M. Mercadores de moralidade: a retórica ambientalista e a prática do desenvolvimento sustentável. **Ambiente & Sociedade**, v. X, n. 2, p. 169–186, 2007.

FORD, J; SMIT, B; WANDEL, J. ; MACDONALD, J. Vulnerability to climate change in Igloolik, Nunavut: what we can learn from the past and present. **Polar Record**, v. 42, n. 2, p. 127–138, 2006.

FORD, J.; KESKITALO, E.C.H.; SMITH, T.; PEARCE, T. BERRANG-FORD, L., DUERDEN, F.; SMIT, B. Case study and analogue methodologies in climate change vulnerability research. **WIREs Climate Change**, v. 1, n. 3, p. 374–374–392, 2010a.

FORD, J. D; PEARCE, T.; DUERDEN, F.; FURGAL, C.; SMIT, B. Climate change policy responses for Canada's Inuit population: The importance of and opportunities for adaptation. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 177–191, 2010b.

FRANSEN, T.; STASIO, K.; NAKHOODA, S. **The US Fast-Start finance contribution**. . World Resources Institute & Overseas Development Institute. disponível em: <https://www.google.com/search?q=The+UK+Fast-sTART+FINANCE+cONTRIBUTION1&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:pt-BR:official&client=firefox-a>, acesso em: 6 ago, 2012

FRASER, E. D.; DOUGILL, A. .; MABEE, W. .; REED, M.; MCALPINE, P. Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. **Journal of Environmental Management**, v. 78, n. 2, p. 114–127, 2006.

FREITAS, D. G.; KHAN, A. S.; SILVA, M. R. Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **RER**, v. 42, n. 01, p. 171–188, 2004.

FRONDIZI, I. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo:** Guia de orientação 2009, Império Novo Milênio, Rio de Janeiro, 2009. 42 p.

FUKUDA-PARR, S.; KUMAR, S. (Ed.). Introdução. In: _____. **Desenvolvimento humano:** Leituras Selecionadas. Belo Horizonte: Pnud, 2007. p. 25-41.

FUNCEME, 2013, disponível em <http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/grafico-de-chuvas-dos-postos-pluviometricos>, acesso em 23 de fevereiro de 2013

FUNDO CLIMA, **Plano Anual de Aplicação de Recursos – 2011**, 2011, disponível em http://www.mma.gov.br/estruturas/251/arquivos/paar_20110405_lpv_251.pdf, acesso em 14 de janeiro de 2012

FÜSSEL, H. M. Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, v. 17, n. 2, p. 155–167, 2007.

FÜSSEL, H. M.; KLEIN, R. Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. **Climatic Change**, v. 75, n. 3, p. 301–329, 2006.

FUTUYMA, D. J.; **Biologia evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC-RP, 2002.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental change**, v. 16, n. 3, p. 293–303, 2006.

GIBSON, C.; OSTROM, E; AHN, T. . The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. **Ecological Economics**, v. 32, n. 2, p. 217 – 239, 2000.

GIDDENS, A. **As Consequências da modernidade**. São Paulo: Unesp, 1991.

GLOBAL ADAPTATION INSTITUTE, 2012, disponível em www.gain.org/

GNADLINGER, J.; SILVA, A. S.; BRITO, L. T. L., P1+2: Programa uma terra e duas águas para um Semi-Árido sustentável (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, p. 63-79, 2007.

GOEMINNE, G. Has science ever been normal? On the need and impossibility of a sustainability science. **Futures**, v. 43, n. 6, p. 627–636, 2011.

GOKLANY, I. M. Climate Change and Malaria. **Science**, v. 306, n. 5693, p. 55–57, 2004.

GOMES, G. M.; A agricultura no semi-árido: sequeiro e irrigação, (In): FILHO, F. A. S.; MOURA, A. D.; **Memórias do Fórum Natureza e Sociedade nos Semiáridos**, Fortaleza, BNN; FUNCEME, 2006, p. 268-285

GRENNFELT, P. et al. Socio-Economic Research in Support of Climate Policy Development: Mistra's Research Program Clipore. **Ambio**, v. 41, n. Supplement, p. 3–11, 2012.

GUERRA, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. São João do Estoril: Principia, 2006.

GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. **Panarchy** : understanding transformations in human and natural systems. Washington, DC: Island Press, 2002. 536 p.

GUNDERSON, L.; PETERSON, G.; HOLLING, C. S. Practicing adaptive management in complex social-ecological systems. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, 2008. p. 223–245

HAHN T.; SCHULTZ L. FOLKE C. OLSSON P. Social Networks as Sources of Resilience in Social-Ecological Systems (In) NORBERG, J. CUMMING, G. S (Ed.) **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, 2008, p. 119- 147

HALLEGATTE, S. Strategies to adapt to an uncertain climate change. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 2, p. 240–247, 2009.

HANNA, S. et al. **Rights to nature**: ecological, economic, cultural, and political principles of institutions for the environment. Washington, D.C, Island Press, 1996.

HANSEN, J.; COLUMBIA UNIVERSITY; MARX, S.; WEBER, E. **The role of climate perceptions, expectations, and forecasts in farmer decision making**: the Argentine Pampas and South Florida Palisades, NY: Columbia University. International Research Institute for Climate Prediction, 2004

HANSEN, J.. Scientific reticence and sea level rise. **Environmental Research Letters**, v. 2, n. 2, 2007.

HARDIN, G. J. **The Tragedy of the Commons**. Washington, D.C.: American Association for the Advancement of Science, 1968.

HEAD, L. Cultural ecology: adaptation - retrofitting a concept? **Progress in Human Geography**, v. 34, n. 2, p. 234–242, 2010.

HILHORST, D.; BANKOFF, G. Introduction. In: BANKOFF, G.; FRERKS, G.; HILHORST, D. (Eds.). **Mapping Vulnerability Disasters Development and People**. London: Earthscan, 2008. p. 1–9

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1–23, 1973

HOLLING, C. S.; MEFFE, G. K. Command and control and the Pathology of Natural Resources Management. **Conservation Biology**, v. 10, n. 2, p. 328–337, 1996

HOLMBERG, J.; LUNDQVIST, U.; ROBERT, K. H.; WACKERNAGEL, M.; The ecological footprint from a systems perspective of sustainability, **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**. n. 6, p. 17-33, 1999

HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O BRIEN, G. Sustainable Development: Mapping Different Approaches. **Sustainable Development**, v. 13, n. 1, p. 38–52, 2005.

HOWDEN, S. M.; SOUSSANA, J.-F.; TUBIELLO, F. N. *et al.* Adapting agriculture to climate change. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 50, p. 19691–19696, 2007.

HULME, M.; ADGER, N. W.; DESSAI, S. *et al.* **Limits and barriers to adaptation: four propositions**, Tyndall Centre, 2007. disponível em: **Error! Hyperlink reference not valid..** acesso em: 8 ago. 2012.

HUQ, S. Adaptation: resources now to plan and implement. **IIED Publications**, 2011.

HUQ, S.; REID, H. Mainstreaming Adaptation in Development. **IDS Bulletin**, v. 35, n. 3, p. 15–21, 2004.

HUYNEN, M. M. T. E.; MARTENS, P.; SCHRAM, D.; WEIJENBERG, M. P.; KUNST, A. E. The Impact of Heat Waves and Cold Spells on Mortality Rates in the Dutch Population. **Environmental Health Perspectives**, v. 109 (5), p. 463–470, 2001.

IBGE, Censos Agropecuários, 1970, 1975, 1980, 1985, 1995, 2006, disponíveis em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>

IBGE, Censos Demográficos, 1970, 1980, 2000, 2010, disponíveis em <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010TI.asp>

IBNOUF, F. Challenges and possibilities for achieving household food security in the Western Sudan region: the role of female farmers. **Food Security**, v. 3 (2), p. 215–231, 2011.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2013, disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>, acesso em 27 de novembro de 2013

IPCC, **Climate Change**: a Glossary by Intergovernmental Panel on Climate Change, 1995, disponível em http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_glossary.shtml#Uopgl6Vf8cc, acesso em 13 de março de 2013

IPEADATA, 2013, disponível em <http://www.ipeadata.gov.br>

IRELAND, P. Climate change adaptation and disaster risk reduction: Contested spaces and emerging opportunities in development theory and practice. **Climate and Development**, v. 2, n. 4, p. 332–345, 2010.

IRPPA, 2013, disponível em <http://www.irpaa.org/ebookbr/page16.htm>, acesso em 15 de fevereiro de 2013

JABAREEN, Y. A New Conceptual Framework for Sustainable Development. **Environment, Development and Sustainability**, v. 10, n. 2, p. 179–192, 2008.

JANSSEN, M. A.; SCHOON, M. L.; KE, W.; BÖRNER, K. Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 240–252, 2006

JANSSEN, M.A; OSTROM, E. Resilience, vulnerability, and adaptation: A cross-cutting theme of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 237–239, 2006.

JERVELL, A. Changing Patterns of Family Farming and Pluriactivity. **Sociologia Ruralis**, v. 39, n. 1, 1999.

JOHNSON, J. E.; MARSHALL, P. A.; **Climate change and the Great Barrier Reef**: a vulnerability assessment. Townsville, Qld.: Great Barrier Reef Marine Park Authority, 2007, disponível em <http://www.gbrmpa.gov.au/resources-and-publications/publications/climate-change-and-the-great-barrier-reef-a-vulnerability-assessment>

JONES, L.; BOYD, E. Exploring social barriers to adaptation: Insights from Western Nepal. **Global Environmental Change**, v. 21, n. 4, p. 1262–1274, 2011.

JUVENAL, T. L.; REDD e o desafio da proteção da cobertura florestal global (In): SEROA DA MOTTA, R.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil**: aspectos econômicos, sociais e regulatórios IPEA, p. 375–286, 2011.

KAJIKAWA, Y. Research core and framework of sustainability science. **Sustainability Science**, v. 3, n. 2, p. 215–239, 2008.

KASPERSON, R.; DOW, K.; ARCHER, E. *et al.* Vulnerable peoples and places. (In) HASSAN, R. M. ; SCHOLLES R. J. ; ASH N. (Ed.), **Ecosystems and human well-being: current state and trends findings of the conditions and trends working group**,

Millennium Ecosystem Assessment, Washington, Island Press v. 1, p. 146–162, 2005.

KASTENHOFER K, RAMMEL C. Obstacles to and potentials of the societal implementation of sustainable development: A comparative analysis of two case studies. **Sustainability: Science, Practice, and Policy** v. 1. p. 5–13, 2005

KATES, R. W. The interaction of climate and Society. (In): KATES, R.; AUSUBEL, J.; BERBERIAN, M. (Eds.). **Climate Impact Assessment: studies of the Interaction of Climate and Society**. John Wiley & Sons Inc, 1985. p. 3–36

KATES, R. W. What kind of a science is sustainability science? **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 108, n. 49, p. 19449–19450, 2011

KATES, ROBERT W.; CLARK, W. C.; CORELL, R. *et al.* Sustainability Science. **Science**, v. 292, n. 5517, p. 641–642, 27, 2001.

KEATING, V.; MARANHÃO, R., **Caminhos da Conquista: a formação do espaço brasileiro**, São Paulo, Terceiro Nome, 2008. 237p.

KEELING, C. D. The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere. **Tellus**, v. 12, n. 2, p. 200–203, 1960.

KENNY M. L. Drought, Clientelism, Fatalism and Fear in Northeast Brazil, **Ethics, Place and Environment**, v. 5, n. 2, p. 123-134, 2002

KLAUSMEYER, K. R.; SHAW, M. R.; MACKENZIE, J. B.; CAMERON, D. R. Landscape-scale indicators of biodiversity's vulnerability to climate change. **Ecosphere**, v. 2, n. 8, 2011.

KLEIN, RICHARD; NICHOLLS, R.; THOMALLA, F. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? **Environmental Hazards**, v. 5, n. 1-2, p. 35–45, 2003.

KLITGAARD, K. A.; KRALL, L. Ecological economics, degrowth, and institutional change. **Ecological Economics**, v. 64, p. 247-253, 2011.

KOEHLER D.A; HECHT A. D.; Sustainability, well being, and environmental protection: Perspectives and recommendations from an Environmental Protection Agency forum. **Sustainability: Science, Practice, and Policy** v. 2. p. 22–28, 2006

KOSOY, N.; CORBERA, E.; Payments for ecosystem services as commodity fetishism, **Ecological Economics**. v. 69. p. 1228-1236, 2010

KUMAR, K. **Da sociedade pós-industrial à pós moderna novas teorias sobre o mundo contemporâneo**. ampl. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

LAHSEN, M.; SANCHEZ-RODIGUEZ, R.; LANKAO, P. R. *et al.* Impacts, adaptation and vulnerability to global environmental change: challenges and pathways for an action-oriented research agenda for middle-income and low-income countries. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5-6, p. 364–374, 2010.

LAMBIN, E. F. Conditions for sustainability of human-environment systems: Information, motivation, and capacity, **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 177–180, 2005.

LAMSON, C. Planning for resilient coastal communities: Lessons from ecological systems theory. **Coastal Zone Management Journal**, v. 13, n. 3-4, p. 265–280, 1986

LATOUCHE, S. **Farewell to growth**. Cambridge: Polity Press, 2009.

LÉLÉ, S. M. Sustainable development: a critical review. **World development**, v. 196, n. 6, p. 607–621, 1991.

LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A. Environmental Governance. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, n. 1, p. 297–325, 2006.

LIGON, E.; SCHECHTER, L. **Measuring Vulnerability**: the director's cut, WIDER Discussion Papers, World Institute for Development Economics Research, 2002, disponível em: <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/52794/1/35558.7858.pdf> , acesso em 8 ago. 2012.

LIMA, G. F. C.; SILVA, J. G. M.; NOBRE, F. V.; BARRETO, H. F. M.; **Produção estratégica de alimentos para a pecuária familiar no semiárido: alternativas para a formulação de rações na própria fazenda**, Rio Grande do Norte, EPARN, 2009a. 54 p

LIMA, G. F. C.; FERREIRA C.; ARAÚJO, G. G. L.; MACIEL, F. C. Produção e conservação de forragens para sustentabilidade dos rebanhos caprinos e ovinos na base da agricultura familiar. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, v. 3, n. 4, p. 43–53, 2009b.

LINDOSO, D.; ROCHA, J. D.; DERBOTOLI, N. PARENTE, I. I. C; EIRÓ, F. BURSZTYN, M.; RODRIGUES-FILHO. Climate Change and Vulnerability to drought in the Semiarid: the case of smallholder farmers in the Brazilian northeast. In: SEROA DA MOTTA, R.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. (Eds.). **Climate change in Brazil** : economic, social and regulatory aspects. Brasília: IPEA, p. 235–256, 2011.

LIVERMAN D; BILLET S. Copenhagen and the governance of adaptation. **Environment**, v. 52, n. 3, p. 28–36, 2010.

LORENZON, M.; MATRANGOLO, C.; SCHOEREDER, J. Flora visitada pelas abelhas eussociais (Hymenoptera, Apidae) na Serra da Capivara, em caatinga do Sul do Piauí. **Neotropical Entomology**, 2003.

LORENZONI, I.; NICHOLSON-COLE, S.; WHITMARSH, L. Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. **Global Environmental Change**, v. 17, n. 3, p. 445–459, 2007.

LUERS, A. L. The surface of vulnerability: An analytical framework for examining environmental change. **Global Environmental Change**, v. 15, n. 3, p. 214–223, 2005.

MACLELLAN, J. I. **Climate change adaptation literature**, Occasional Paper 14. Canada: Adaptation and Impacts Research, 2008 disponível em: <http://site.ebrary.com/id/10425675>, acesso em: 7 ago. 2012.

MACNEILL, D.; VERBURG, R.; BURSZTYN, M.; Institutional contexto for sustainable Development (In): MCNEILL, D.; NESHEIM, I.; BROUWER, F. (Eds); **Land use policies for sustainable development**: exploring integrated assessment approaches, Edwalrd Elgar, UK, 2012, p. 24-44

MAGALHÃES, A. R.; Alternativas para o semi-árido: desenvolvimento sustentável (In): FILHO, F. A. S.; MOURA, A. D.; **Memórias do Fórum Natureza e Sociedade nos Semiáridos**, Fortaleza, BNN; FUNCEME, 2006, p. 301-312

MAGALHÃES, A. R.; GLANTZ, M. H., **Socioeconomic impacts of climate variations and policy responses in Brazil**. Brasília: Esquel Brasil Foundation, 1992.

MANANDHAR S; VOGT D.S; PERRET S.R; KAZAMA F. Adapting cropping systems to climate change in Nepal: A cross-regional study of farmers' perception and practices. **Reg. Environ. Change Regional Environmental Change**, v. 11, n. 2, p. 335–348, 2011.

MARANDOLA, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, n. 2, p. 95–109, 2004.

MARENGO J., Mudanças Climáticas Globais e Seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definições das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI, **Biodiversidade 26**, 2a edição, Ministério do Meio Ambiente, 2007

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, Impactos e Adaptação à Mudança do Clima no Semi-Árido do Brasil. (In) CGEE, **Mudança do Clima no Brasil: Vulnerabilidade, impactos e adaptação**. Parcerias Estratégicas, 2008.

MARENGO J. A. JONES R. ALVES L. M. VALVERDE M. C., Future Change of Temperature and Precipitation Extremes in South America as Derived from PRECIS Regional Climate Modeling System, **Int. J. Climatol**, v. 29, n. 15, p. 2241-2255, 2009

MARENGO, J. A. *et al.* Future change of climate in South America in the late twenty-first century: intercomparison of scenarios from three regional climate models. **Climate Dynamics**, v. 35, n. 6, p. 1073–1097, 2010.

MARENGO, J. A., ALVES I. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F., Variabilidade e mudanças climáticas no Semiárido brasileiro, (In): MEDEIROS, S/ S.; GHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (Eds), **Recursos hídricos em regiões Áridas e Semiáridas**, Campina Grande: INSA, 2011, p.383-422

MARGULIS, S.; DUBEUX C. B. S. (Eds); **Economia da mudança do clima no Brasil: custos e oportunidades**. São Paulo: IBEP Gráfica, 2010. 79 pp

MARTINEZ-ALIER, J.; O ecologismo dos pobres, São Paulo, editora contexto, 2007.

MARTINEZ-ALIER, J.; PASCUAL, U.; VIVIEN, F. ; ZACCAI, E. Sustainable de-growth: Mapping the context, criticisms and future prospects of an emergent paradigm. **Ecological Economics**, v. 69, n. 9, p. 1741–1747, 2010.

MCCARTHY, J. J.; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. WORKING GROUP II. **Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability: contribution of Working Group II to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, UK; New York: Cambridge University Press, 2001.

MCINTOSH, R. J.; TAINTER, J. A.; MCINTOSH, S. K. **The way the wind blows climate, history, and human action**. New York: Columbia University Press, 2000

MEADOWS, D. H.; CLUB OF ROME. **The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind**. New York: Universe Books, 1972.

MEDEIROS, M. A. DE; DINIZ, A. S. A quebra do sistema produtivo do semi-árido: o caso do algodão em Cariré (CE). **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 6, n. 1, 2004.

MELO, L. J. V.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. H.; NETO, M. B.; FRANCO, C. F. O.; Crescimento e produção de fava em função de lâminas de irrigação e densidade de plantio, **Tecnol. & Ciên. Agropecu.**, v. 3, n.2, p. 37-41, 2009

MERTENS F. SAINT-CHARLES J. MERGLER D. Social Communication networks analysis of the role of participatory research in the adoption of new fish consumption behaviors, **Soc. Sci. Med** v. 75, n. 4: 643-50, 2012

MICOL, L.; ANDRADE, J.; BORNER, J.; **Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação (REDD)**: potencial de aplicação em Mato Grosso, ICV, 2008

MIGUEZ, J. G.; FILHO, H. M. O.; MOZZER, G. B.; MAGALHÃES, D. A.; Ações de mitigação das emissões no Brasil, **Plenarium**: desafios do clima, Câmara dos Deputados, n. 5, 2008

MITCHELL, T.; ANDERSON, S.; HUQ, S. **Principles for Delivering Adaptation Finance.**, Institute of Development Studies, 2008, disponível em: **Error! Hyperlink reference not valid.** acesso em: 6 ago. 2012

MONTPELLIER PANEL REPORT, Growth Resilience: Opportunities for African Agriculture, 2012, disponível em <http://www3.imperial.ac.uk/africanagriculturaldevelopment/themontpellierpanel/themontpellierpanelreport2012>, acesso em 17 de setembro de 2012

MORAIS, D. A.; VASCONCELOS, A. M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no Semi-árido brasileiro. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 01–24, 2007.

MORAN, E. **Human adaptability**: an introduction to ecological anthropology. Boulder Colo.: Westview Press, 2000.

MORGAN, M. G.; FISCHHOFF B.; BOSTROM, A.; ATMAN C. J.; **Risk communication**: a mental models approach. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2002.

MORRIS, D. F.; KRISHNAN, N. Mapping Adaptation Opportunities and Activities in an Interactive Atlas. **Ambio**, v. 41, n. Supplement, p. 90–99, 2012.

MORTON, J. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 50, p. 19680–19685, 2007.

MOSER S.C; EKSTROM J.A. A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 51, p. 22026–22031, 2010.

MOSER, S. C. Communicating climate change: history, challenges, process and future directions. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, v. 1, n. 1, p. 31–53, 2010.

MOSER, S. C. Whether our levers are long enough and the fulcrum strong? Exploring the soft underbelly of adaptation and actions. In: ADGER, W. NEIL; LORENZONI, I.; O'BRIEN, K. L. (Eds.). **Adapting to climate change**: thresholds, values, governance. Cambridge University Press, 2009.

MOSER, S. C.; DILLING, L. Making climate hot: communicating the urgency and challenge of global climate change. **Environment: an official publ. of Scientists' Institute for Public Information**, v. 46, p. 32–46, 2004.

MOSS, R. H.; EDMONDS, J. A.; HIBBARD, K. A. *et al.* The next generation of scenarios for climate change research and assessment. **Nature**, v. 463, n. 7282, p. 747–756, 2010.

MOTTA, R. S. DA. As metas do Acordo de Copenhague e as decisões de Cancún. (In): MOTTA, R. S.; HARGRAVE, J.; LUEDEMANN, G.; GUTIERREZ, M. B. S. (Eds.). **Mudança do Clima no Brasil: aspectos econômicos, sociais e regulatórios** IPEA p. 331–346, 2011.

MOURA, M. S. B.; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. L.; SOUZA, L. S. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F., Clima e Água de Chuva no Semiárido. (In): **Potencialidades da água da Chuva no Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA, 2007.

MOUTINHO, P.; STELLA, O.; LIMA, A.; ALENCAR, A.; CRISTOVAM, M.; CASTRO, I. NEPSTAD, D.; **REDD no Brasil: um enfoque amazônico**, IPAM; SAE, CGEE, 2010

MOUTINHO, P.; MARTINS, O. S.; CHRISTOVAM, M. *et al.* The emerging REDD+ regime of Brazil. **Carbon Management**, v. 2, n. 5, p. 587–602, 2011.

MORTON, J. F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 104, n. 50, p. 19680-19685, 2007.

NELSON, D. R.; FINAN, T. J. Praying for Drought: Persistent Vulnerability and the Politics of Patronage in Ceará, Northeast Brazil. **American Anthropologist**, v. 111, n. 3, p. 302–316, 2009.

NEPSTAD, D.; SOARES-FILHO, B. S.; MERRY, F. *et al.* The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, n. 5958, p. 1350–1351, 2009.

NESS, B.; URBEL-PIIRSALU, E.; ANDERBERG, S. OLSSON, L.; Categorising tools for sustainability assessment, **Ecological Economics** v. 60, p. 498-508, 2007

NEVES F. C. Curral dos Bárbaros: os campos de concentração no Ceará (1915 e 1932), **Revista Brasileira de História**, v. 15, n. 29, p. 93-122, 1995.

NEVES, F. C. Getúlio e a seca: políticas emergenciais na era Vargas, **Revista Brasileira de História**, v. 21, n. 40, p. 107-131, 2001

NEVES, F. C., A ideologia de uma natureza perversa: seca, trabalho, conflito social (In): FILHO, F. A. S.; MOURA, A. D.; **Memórias do Fórum Natureza e Sociedade nos Semiáridos**, Fortaleza, BNB; FUNCEME, 2006, p. 135-145

NEVES, D. P.; A Agricultura familiar e o claudicante quadro institucional. (In): LOPES, E. S. A.; MOTA, D. M.; SILVA, T. E. M. (Orgs.) **Ensaio: desenvolvimento rural e transformação na agricultura**. Aracaju: Embrapa tabuleiros Costeiros, Universidade Federal de Sergipe, 2002, p. 133-159

NOBRE C. A. SAMPAIO G. SALAZAR L. **Cenários de Mudança Climática para a América do Sul para o final do Século 21**, Parcerias Estratégicas, Brasília, nº 27, 2008

- NOBRE P. MELO A. B. C. Variabilidade Climática Intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000, **Revista Climanalise**, 2001
- NOBRE, P.; ALMEIDA, R. A. DE; MALAGUTTI, M.; GIAROLLA, E. Coupled Ocean–Atmosphere Variations over the South Atlantic Ocean. **Journal of Climate**, v. 25, n. 18, p. 6349–6358, 2012.
- NORBERG J. WILSON J. WLAKER B. OSTROM E. Diversity and Resilience of Social-Ecological Systems (In): NORBERG, J. CUMMING, G. S (Eds.) **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, p. 46-79, 2008.
- NORBERG, J. CUMMING, G. S (Ed.) **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, 2008a, 315 p.
- NORBERG, J.; CUMMING, G. S ; Introduction. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, p. 1–7, 2008b.
- NORDHAUS, W. **Can we control Carbon Dioxide?** . IIASA, 1975
- O'BRIEN, K; ERIKSEN, S; NYGAARD, L.; SCHJOLDEN, A. Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. **Climate Policy**, v. 7, n. 1, p. 73–88, 2007.
- O'BRIEN, K. L; ERIKSEN, SIRI; SYGNA, L.; NAESS, L. O. Questioning Complacency: Climate Change Impacts, Vulnerability, and Adaptation in Norway. **AMBIO**, v. 35, n. 2, p. 50–56, 2006.
- O'BRIEN, K. L.; LEICHENKO, R. M. Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. **Global Environmental Change**, v. 10, n. 3, p. 221–232, 2000
- O'BRIEN, K. L.; LEICHENKO, R. M.; KELKAR, U.; VENEMA, H.; AANDAHL, G.; TOMPINKS, H.; JAVED, A.; BHADWAL, S.; BARG, S.; NYGAARD, L.; WEST, J.; Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India. **Global Environmental Change**, v. 14, n. 4, p. 303–313, 2004.
- O'BRIEN, K. L.; WOLF, J. A values-based approach to vulnerability and adaptation to climate change. **WIREs**, n. 2, p. 232–242, 2010.
- O'HARE, G.; RIVAS, S. The landslide hazard and human vulnerability in La Paz City, Bolivia. **The Geographical Journal**, v. 171, n. 3, p. 239–258, 2005
- O'NEILL, D. W. Measuring progress in the degrowth transition to a steady state economy. **Ecological Economics**, v. 84. P. 221-231, 2011.
- O'NEILL, R. V. Is It Time to Bury the Ecosystem Concept? (With Full Military Honors, of Course!). **Ecology**, v. 82, n. 12, p. 3275–3284, 2001
- OLSSON, P.; GUNDERSON, L. H.; CARPENTER, STEVE R. *et al.* Shooting the Rapids: Navigating Transitions to Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. **Ecology & Society**, v. 11, n. 1, 2006.
- OPPENHEIMER, M. Defining Dangerous Anthropogenic Interference: The Role of Science, the Limits of Science. **Risk Analysis**, v. 25, n. 6, p. 1399–1407, 2005.

OSTROM E; BURGER J; FIELD CB; NORGAARD RB; POLICANSKY D. Revisiting the commons: local lessons, global challenges. **Science**, v. 284, n. 5412, p. 278–82, 1999.

OSTROM, E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems, **Science**, v. 325, n. 5939, p. 419–422, 2009

OSTROM, E. **Understanding institutional diversity**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

OTT, H. E.; STERK, W.; WATANABE, R. The Bali roadmap: new horizons for global climate policy. **Climate Policy**, v. 8, n. 1, p. 91–95, 2008.

OXFAM. **Adapting to climate change what's needed in poor countries, and who should pay**, 2007, disponível em: http://www.oxfamamerica.org/newsandpublications/publications/briefing_papers/adapting-to-climate-change/OA-bp104_adapting_to_climate_change.pdf . Acesso em: 29 ago. 2012.

OYAMA M. D. NOBRE C. A. A new Climate-vegetation equilibrium state for tropical South America, **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 23, 2003

PADOLFI, M. L. A. C. Movimento de trabalhadores rurais no Nordeste, **CES** v. 3, n. 2, 1987

PARENTE, H. N. et al. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de caatinga. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 411–421, 2012.

PARRY, M; LOWE J; HANSON C. Overshoot, adapt and recover. **Nature**, v. 458, n. 7242, p. 1102–1103, 2009.

PAULSON, S., GEZON, L.L. AND WATTS, M. Locating the political in political ecology: an introduction. **Human Organization** v. 62, p. 205–17, 2003

PAWLOWSKI, A.; How many dimensions does sustainable development have? **Sust. Dev.** v. 16, p. 81-90, 2008

PELLEGRINO, G. Q.; ASSAD, E. D.; MARIN, F. R., Mudanças climáticas globais e a agricultura no Brasil, *Revista Multiciência*, n.8, 2007

PELLING, M. **The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience**. Earthscan, 2003.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R. M.; ABREU, S. L.; RUTHER R., **Atlas brasileiro de energia solar**, São José dos Campos, INPE, 2006. 60 p.

PEREIRA, F.; FREITAS, B. M.; ALVES, J. E.; CAMARGO, R. C. R.; LOPES, M. T. R.; NETO J. M. V.; ROCHA, R. S., **Flora Apícola no Nordeste**, 2004.

PHILLIPS, N. A. The general circulation of the atmosphere: A numerical experiment. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 82, n. 354, p. 535–539, 1956.

PIDGEON, N.; FISCHHOFF, B. The role of social and decision sciences in communicating uncertain climate risks. **Nature Clim. Change**, v. 1, n. 1, p. 35–41, 2011.

PIELKE, R. A. Rethinking the role of adaptation in climate policy. **Global Environmental Change**, v. 8, n. 2, p. 159–170, 1998.

PIELKE, R.; PRINS, G.; RAYNER, S.; SAREWITZ, D. Climate change 2007: Lifting the taboo on adaptation. **Nature**, v. 445, n. 7128, p. 597–598, 2007.

PLASS, G. N. Infrared Radiation in the Atmosphere. **American Journal of Physics**, v. 24, n. 5, p. 303, 1956a

PLASS, G. N. Effect of Carbon Dioxide Variations on Climate. **American Journal of Physics**, v. 24, n. 5, p. 376, 1956b.

POPE, J.; ANNANDALE, D.; MORRISON-SAUNDERS, A.; Conceptualising sustainability assessment, **Environmental Impact Assessment Review**, n. 24, p. 595-616, 2004

PORTAL DA CIDADANIA, 2013a, disponível em www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/carirce/one-community?page_num=0, acesso em 17 de março de 2013

PORTAL DA CIDADANIA, 2013b, disponível em www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/carirce/one-community?page_num=0, acesso em 17 de março de 2013

PORTO, E. R. **Diagnóstico Agropecuário do Município de Petrolina**. Prefeitura Municipal de Petrolina, 2002. 55 p.

QUEIROZ, R. **O Quinze**, São Paulo, Siciliano, 1993, 149 p.

RAO, K. P. C; NDEGWA, W. G.; KIZITO, K.; OYOO, A. Climate variability and change: farmer perceptions and understanding of intra-seasonal variability in rainfall and associated risk in semi-arid Kenya. **Ex. Agric. Experimental Agriculture**, v. 47, n. 2, p. 267–291, 2011.

RIBEIRO, V. L. **Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé, submetidos à alimentação à vontade e restrita**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

ROCHA, J. D., Estratégias territoriais de desenvolvimento e sustentabilidade no semi-árido brasileiro, **Tese de doutorado** em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2008

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K. *et al.* Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. **Ecology & Society**, v. 14, n. 2, 2009.

RODOLFO, K. S.; SIRINGAN, F. P. Global sea-level rise is recognised, but flooding from anthropogenic land subsidence is ignored around northern Manila Bay, Philippines. **Disasters**, v. 30, n. 1, p. 118–139, 2006.

RODRIGUES-FILHO S.; SOUZA A. S, **Um Futuro Incerto: mudanças climáticas e a vida no planeta**, Rio de Janeiro, Garamond, 2011, 112 p.

RODRIGUES-FILHO, BERÇOT, M. LITRE G. TANIMOTO A. Aspectos Geopolíticos das Mudanças Climáticas, Plenarium, Camara dos Deputados, n. 5, 2008

RODRIGUES-FILHO, S., LINDOSO, DIEGO P; BURSZTYN, M., BROUWER, FLOOR, DEBORTOLI, NATHAN, DE CASTRO, VANESSA M. Regional sustainability contrasts in Brazil as indicated by the Compass of Sustainability – CompasSus. **Environmental Science & Policy**, v. 32, n. 3, p. 58–67, 2013.

RONCOLI, C., Ethnographic and participatory approaches to research on farmers responses to climate predictions. **Climate Research**, v. 33, p. 81–99, 2006.

SABOURIN, E.; CARON, P.; SILVA, P. G., O manejo dos “fundos de pasto” no nordeste baiano um exemplo de reforma agrária sustentável. **Revista Raízes**, Campina Grande, v. 18, n. 2, p. 90–102, 1999.

SALAZAR, L. F. NOBRE C. A. OYAMA, M. D. Climate Change consequences on the biome distribution in Tropical South America, **Geographical Reserach Letters**, v. 34 n. 9, 2007

SALVIANO, L. M. CAVALCANTE; SOARES, J. G. G. Feno de Maniçoba: forragem para enfrentar as secas, **Instruções Técnicas da Embrapa Semi-Árido nº 40**, Petrolina Embrapa Semiárido, 2000.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H., Regeneração da vegetação de caatinga apos corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 33, n. 5, p. 621–632, 1998.

SAMPAIO, J. L. F.; A história da ocupação e o processo de urbanização no semi-árido brasileiro, (In): FILHO, F. A. S.; MOURA, A. D.; **Memórias do Fórum Natureza e Sociedade nos Semiáridos**, Fortaleza, BNB; FUNCEME, 2006, p. 147-155

SANCHEZ-CORTES M. S; CHAVERO E.L. Indigenous perception of changes in climate variability and its relationship with agriculture in a Zoque community of Chiapas, Mexico. **Climatic Change**, v. 107, n. 3, p. 363–389, 2011

SANDOVAL, P (ORG). **Manual de Criação de Caprinos e Ovinos**. Brasília: Codevasf, 2011, 71 p.

SANTOS, F. C. B.; SOUZA, B. B.; ALFARO, C. E. P.; CÉZAR, M. F.; FILHO, E. C. P.; ACOSTA, A. A. A.; SANTOS, J. R. S., Adaptabilidade de caprinos exóticos e naturalizados ao clima Semi-Arido do nordeste brasileiro. **Ciênc. agrotec.** v. 29, n. 1, p. 142–149, 2005.

SANTOS, G.; Cálculo Amostral, 2013, disponível em <http://www.publicacoesdeturismo.com.br/calculoamostral/>, acesso em 26 de junho de 2011

SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Edusp, 2008. 118 p.

SCHEFFER M; CARPENTER S; FOLEY JA; FOLKE C; WALKER B. Catastrophic shifts in ecosystems. **Nature**, v. 413, n. 6856, p. 591–6, 2001

SCHEFFER, M.; WESTLEY, F.; BROCK, W. Slow response of societies to new problems: Causes and costs. **Ecosystems**, v. 6, n. 5, p. 493–502, 2003.

SCHIPPER, E. Conceptual History of Adaptation in the UNFCCC Process. **Review of European Community & International Environmental Law**, v. 15, n. 1, p. 82–92, 2006.

SCHMITZ, H.; MOTA D. M., Agricultura familiar: elementos teóricos e empíricos (In) SCHMITZ, H. (Org), **Agricultura familiar: extensão rural e pesquisa participativa**. São Paulo, SP, Brasil: Annablume, 2010a. p. 23-42

SCHMITZ, H.; MOTA D. M., Métodos participativos para interação entre agricultores familiares, extensionistas e pesquisadores (In) SCHMITZ, H. (Org), **Agricultura**

familiar: extensão rural e pesquisa participativa. São Paulo, SP, Brasil: Annablume, 2010b. p. 43-65

SCHNEIDER F; KALLIS G; MARTINEZ-ALIER J. Crisis or opportunity? Economic degrowth for social equity and ecological sustainability. Introduction to this special issue. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 6, p. 511–518, 2010.

SCHULTZ, K. H. Financing climate adaptation with a credit mechanism: initial considerations. **Climate Policy**, v. 12, n. 2, p. 187–197, 2012.

SEGHEZZO, L. The five dimensions of sustainability. **Environmental Politics**, v. 18, n. 4, p. 539–556, 2009.

SEN, A. **Resources, values, and development**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1984, 547 p.

SEN, A., In: FUKUDA-PARR, S.; KUMAR, S. (Eds.). **Desenvolvimento Humano: leituras Selecionadas**, Belo Horizonte PUC Minas Virtual: PNUD, 2007. p.43-61.

SHEPPARD, W. S. ; RINDERER T. E.; GARNERY, L.; SHIMANUKI, H; . Analysis of Africanized honey bee mitochondrial DNA reveals further diversity of origin. **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 1, p. 73–75, 1999.

SILVA A. S; MOURA, M. S. B.; BRITO, L. T. L., Irrigação de salvação em culturas de subsistência (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, p. 159-179, 2007.

SILVA J.S *et al.* Sinopse das espécies de Croton L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 441–453, 2010.

SILVA, A.; RESENDE, M.; SOUSA, A. R.; MARGOLIS, E. Mobilização do solo, erosão e produtividade de milho e feijão em um regossolo no agreste pernambucano **Pesq. agrop. bras.**, v. 34, n. 2, p. 299-307, 1999.

SILVA, C. M. M. S. Avaliação da Camaratuba no Semi-árido Nordeste, **Boletim de Pesquisa nº 43**, Embrapa Semiárido, 1992.

SILVA, C. M. M. S.; OLIVEIRA, MARTINIANO C.; SOARES, J. G. G. Avaliação de forrageiras nativas e exóticas para a região Semi-Árida do Nordeste, **Documentos nº 27**, Embrapa Semiárido, 1984.

SILVA, M. S. L.; MENDONÇA, C. E. S.; ANJOS, J. B.; HONÓRIO, A. P. M.; SILVA, A. S.; BRITO; L. T. L.; Barragem subterrânea: água para produção de alimentos, (In) BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. (Eds), **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**, Embrapa Semiárido, p. 121-137, 2007.

SILVA, R. M. A. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semi-Árido: políticas públicas e transição paradigmática, **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 3, p. 467-485, 2007

SIMÕES, A. F. KLIGERMAN D. C, LA ROVERE E. L., MAROUN M. R. BARATA M., OBERMAIER E. M. “Enhancing adaptive capacity to climate change: The case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region”. **Environmental Science & Policy** 13 (8) 801–808, 2010

SMAGORINSKY, J. The Beginnings of Numerical Weather Prediction and General Circulation Modeling: Early Recollections. **Advances in Geophysics**, v. 25, p. 3–37, 1983.

SMIT, B; BURTON, I; KLEIN, R. J.; STREET, R. The Science of Adaptation: A Framework for Assessment. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 4, n. 3/4, p. 199–213, 1999.

SMIT, B; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability, **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 282, 2006

SMIT, B. et al. Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity, **Climate Change 2001: Impacts, Vulnerability and Adaptation**, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Oxford, 2001

SMIT, B.; MCNABB, D.; SMITHERS, J. Agricultural adaptation to climatic variation. **Climatic Change**, v. 33, n. 1, p. 7–29, 1996.

SMIT, B.; SKINNER, M. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 7, n. 1, p. 85–114, 2002.

SMIT, B.; BURTON, I; KLEIN, R. J.; WANDEL, J. An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability. **Climatic Change**, v. 45, n. 1, p. 223–251, 2000.

SMIT, B.; WANDEL, J., Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global environmental change: human and policy dimensions**, v. 16, n. 3, p. 282–292, 2006.

SMITH, M. S; HORROCKS, L.; HARVEY, A.; HAMILTON, C. Rethinking adaptation for a 4 C world. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 369, n. 1934, p. 196–216, 2010.

SMITHERS, J.; SMIT, B. Human adaptation to climatic variability and change. **Global Environmental Change**, v. 7, n. 2, p. 129–146, 1997.

SNIS - **Serviço Nacional de Informações sobre Saneamento, Diagnóstico dos serviços de água e esgoto**, 2010, Ministério das Cidades, Brasília, 2012

SOARES-FILHO, B.; MOUTINHO, P; NEPSTAD, D; *et al.* Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 24, p. 10821–10826, 2010.

SOARES, M. Z, Estudo preliminar sobre o movimento migratório das famílias da área de Caatinga, alternando com as atividades agrícolas nas margens do lago sobradinho e seu contexto ambiental, **Monografia** apresentada à FACET, especialização em Engenharia de Produção Ambiental, Salvador - BA, 2003

SÖDERBAUM, P. Issues of paradigm, ideology and democracy in sustainability assessment. **Ecological Economics**, v. 60, n. 3, p. 613–626, 2007.

STEFFEN, W.; GLOBAL CHANGE OPEN SCIENCE CONFERENCE. **Challenges of a changing earth**: proceedings of the Global Change Open Science Conference, **Amsterdam**, The Netherlands, 10-13 Julho 2001. Berlin: Springer, 2002.

STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge University Press, 2007.

STREIMIKIENE, D.; GIRDJIAUSKAS, S. Assessment of post-Kyoto climate change mitigation regimes impact on sustainable development. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 13, n. 1, p. 129–141, 2009.

SUN, L., LI, H., WARD, M. NEIL, M., DAVID F et al. Climate Variability and Corn Yields in Semiarid Ceará, Brazil. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 46, n. 2, p. 226–240, 2007.

SUSMAN, P.; O'KEEFE, P.; WISNER, B. Global disasters: a radical interpretation. (In): HEWITT, K. (Ed.). **Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology**. Boston: Allen & Unwin, p. 264–83, 1984.

TEIXEIRA, J. C. **Nutrição de Ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

TELLA, R; MACCULLOCH, R.; Gross national happiness as an answer to the Easterlin paradox, **Journal of Development Economics**. v. 86. p. 22-42, 2008

TILLY, C. **Big structures, large processes, huge comparisons**. New York: Russell Sage Foundation, 1984. 176 pp

TIMMERMAN, P. **Vulnerability, resilience and the collapse of society**: a review of models and possible climatic applications. **Environment Monograph** n° 1, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, 1981.

TOL, R. S.; FANKHAUSER, S.; SMITH, J. B. The scope for adaptation to climate change: what can we learn from the impact literature? **Global Environmental Change**, v. 8, n. 2, p. 109–123, 1998.

TOMPKINS, E. L.; ADGER, W. NEIL. Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change? **Ecology & Society**, v. 9, n. 2, 2004.

TONI, F.; HOLANDA, E. The effects of land tenure on vulnerability to droughts in Northeastern Brazil. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 4, p. 575–582, 2008.

TURNER, B. L. Vulnerability and resilience: coalescing or paralleling approaches for sustainability science? **Global Environmental Change**, v. 20, n. 4, p. 570–576, 2010

TURNER, B.; KASPERSON, R.; MATSON, P.; MCCARTHY, J.; CORELL, R. A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 14, p. 8074–79, 2003.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, **Full Text of Convention**, 1992, disponível em http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1349.php, acesso em 9 de dezembro de 2011

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, **Parties and Observers**, 2013a disponível http://unfccc.int/parties_and_observers/items/2704.php, acesso em 12 de agosto de 2013

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, 2013b, acesso em 12 de agosto de 2013, disponível em <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/index.html>

- UNPGS - United Nations Secretary-General's high-level panel on Global sustainability, **Resilient People, Resilient Planet: a future worth choosing**. New York: United Nations, 2012
- VAYDA, A. P.; MACCAY, B. J. New directions in ecology and ecological anthropology. **Annual review of Anthropology**, v. 4, p. 293–306, 1975
- VEIGA, J. **Mundo em Transe: do aquecimento global ao ecodesenvolvimento**. Campinas: Armazém do Ipê, 2009.
- VILLA, M. **Vida e morte no sertão: história das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX**. São Paulo: Ática, 2000.
- VILLAS BÔAS, O. VILLAS BÔAS, C. **A marcha para o oeste**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.
- VOGEL, C. Vulnerability and global environmental change. **LUCC**. Newsletter 3, p. 15–19, 1998.
- VUCETICH, J. A.; NELSON, M. P. Sustainability: Virtuous or Vulgar? **BioScience**, v. 60, n. 7, p. 539–544, 2010.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W. E. **Our ecological footprint: reducing human impact on the earth**. Gabriola Island, BC; Philadelphia, PA: New Society Publishers, 1996.
- WALKER, B. H.; ANDERIES, J. M.; KINZIG, A. P.; RYAN, P. Exploring Resilience in Social-Ecological Systems Through Comparative Studies and Theory Development: Introduction to the Special Issue. **Ecology & Society**, v. 11, n. 1, 2006
- WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. P. Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. **Ecology & Society**, v. 9, n. 2, 2004
- WALKER, B.; MEYERS, J. A. Thresholds in Ecological and Social–Ecological Systems: a Developing Database. **Ecology & Society**, v. 9, n. 2, 2004.
- WALKER, P. A. Political ecology: where is the ecology? **Progress in Human Geography**, v. 29, n. 1, p. 73–82, 2005.
- WATTS, M. J.; BOHLE, H. G. The space of vulnerability: the causal structure of hunger and famine. **Progress in Human Geography**, v. 17, n. 1, p. 43–67, 1993.
- WEART, S. **The discovery of global warming**. Cambridge Mass.: Harvard University Press, 2003.
- WEB C. ; BODIN O. A Network Perspective on Modularity (In): NORBERG, J. CUMMING, G. S (Eds.) **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, p 85-118, 2008.
- WENDLAND, W. M.; BRYSON, R. A. Dating climatic episodes of the Holocene. **Quaternary Research**, v. 4, n. 1, p. 9–24, 1974.
- WETHERINGTON, R. K. **Readings in the history of evolutionary theory: selections from primary sources**. New York: Oxford University Press, 2012.

WHITE, G. F.; KATES, R. W; BURTON, I. Knowing better and losing even more : the use of knowledge in hazards management. **Environmental hazards**, v. 3, p. 81–92, 2001

WILBANKS, T. J. Scale and sustainability. **Climate Policy**, v. 7, n. 4, p. 278–287, 2007.

WOLF, J.; ADGER, W. NEIL; LORENZONI, I.; ABRAHAMSON, V.; RAINE, R. Social capital, individual responses to heat waves and climate change adaptation: An empirical study of two UK cities. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 44–52, 2010.

WORLD BANK, **Gini Index**, 2012, disponível em <http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI> _acesso em 17 de fevereiro de 2013

YAN, W. Q. Social-ecological systems theoretical framework review, International Conference on Materials for Renewable Energy Environment (ICMREE), 2011, Xangai, (In) **Materials for Renewable Energy Environment (ICMREE)**, I EEEexplorer, v. 1, p. 5-7, 2011.

YOHE, G.; LASCO, R. D.; AHMAD, Q. *et al.* Perspectives on climate change and sustainability. In: M. L PARRY; CANZIANI, O. F.; PALUTIKOF, J. P.; LIDEN, P. . J. VAN ER; HANSON, C. E. (Eds.). **Climate change 2007** : impacts, adaptation and vulnerability : contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2007.

YOUNG, O. R. ; BERKHOUT, F.; GALLOPIN, G. C. *et al.* The globalization of socio-ecological systems: An agenda for scientific research. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 304–316, 2006.

ZEBROWSKI, E. **Global climate change**: the book of essential knowledge. New York: Imagine, 2011.

ZIMMERER, K. S. Human Geography and the “New Ecology”: The Prospect and Promise of Integration. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 84, n. 1, p. 108–125, 1994.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO NO ESTUDO DE CASO DA BAHIA

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

A DADOS DO QUESTIONÁRIO

1. Número	_____	6. Estado	_____
2. Data	____/____/____	7. Município	_____
3. Horário	____:____	8. Comunidade	_____
4. Entrevistador	_____	9. Aparelho GPS	_____
5. A entrevista foi realizada:		10. Ponto GPS	_____
1 <input type="checkbox"/> na sede da propriedade		11. Altitude	_____
2 <input type="checkbox"/> dentro da propriedade e fora da sede		12. Latitude	_____
3 <input type="checkbox"/> fora da propriedade		13. Longitude	_____

B DADOS GERAIS

1. Nome: _____

2. Sexo: 1 M 2 F

3. Naturalidade 3.1 _____ . Ano: _____
Município Cidade Rural Ano chegada Ano

4. Resid anterior 4.1 _____ 4.2 4.3 _____ 4.4 _____

5. Residência atual 5.1 _____ 5.2 5.3 _____

6. Escolaridade

1 <input type="checkbox"/> não alfabetizado	5 <input type="checkbox"/> médio incompleto
2 <input type="checkbox"/> somente lê e escreve	6 <input type="checkbox"/> médio completo
3 <input type="checkbox"/> até 4a série (fundamental incompleto)	7 <input type="checkbox"/> curso técnico
4 <input type="checkbox"/> até 8a série (fundamental completo)	8 <input type="checkbox"/> superior incompleto
	9 <input type="checkbox"/> superior completo

7. Família

	Quantid.	Frequenta escola	Trabalha no estab.
7.1 de 0 a 14	_____	_____	_____
7.2 de 15 a 20	_____	_____	_____
7.3 de 21 a 65	_____	_____	_____
7.4 mais de 65	_____	_____	_____

8. Mão de obra externa

1 <input type="checkbox"/> nenhuma
2 <input type="checkbox"/> diaristas ocasionais
3 <input type="checkbox"/> empregados
8.1 n° _____

9. Emigração de membros da família (núcleo familiar)

Parentesco*	Destino	Ano	Motivo
9.1 _____	_____	_____	_____
9.2 _____	_____	_____	_____
9.3 _____	_____	_____	_____

*tipo de parentesco entre o emigrante e o entrevistado

C ATIVIDADE PRODUTIVA

1. Condição do produtor rural:

- 1 proprietário
 2 posseiro
 3 arrendatário/parceria
 4 assentado INCRA
 5 assentado do Estado ou Município
 6 concessionário de Reserva
 7 ocupante
 8 outro: _____
 88 NA 99 NS/NR

2. Área total da propriedade _____ ha (outra medida: _____) 99 NS/I

3. Área de caatinga _____ ha (outra medida: _____) 99 NS/I

4. Atividade agropecuária familiar

4.1 Caprino-ovinos: _____ 4.2 Raça (s): _____

4.3 Bovinos: _____

4.4 Mercado: 1 atravessador 2 açogue local 3 abatedouro regional

4.5 Regime de criação: 1 extensivo 2 semi-intensivo 3 intensivo

4.6 Alimentação do rebanho na estação seca (verão):

- 1 caatinga 5 mandioca 9 pasto irrigado
 2 pasto sequeiro 6 palma 10 pasto vazante
 3 ração 7 mandacaru 11 pasto molhado do riacho
 4 milho 8 melancia de cavalo
 12 outro (s): _____

4.7 Práticas de manejo da alimentação do criatório

- 1 forragem 2 silagem 3 fenagem
 88 NA 99 NS/NR

Demais atividades produtivas

4.8 Natureza: 1 sequeiro 2 vazante 3 irrigada
 88 NA 99 NS/NR

4.10 Agricultura Irrigada

- 1 Uva 3 Melão 5 Melancia 7 Coco 9 Forrageira
 2 Manga 4 Mamão 6 Maracujá 8 Cebola 10 Banana
 _____ 88 NA 99 NS/NR

4.11 Mercado: 1 atravessador 2 Mercado local 3 Exportação
 88 NA 99 NS/NR

Atividade _____ quantidade/tempo _____ comercialização _____

4.12 _____ / _____
 detalhes: _____

4.13 _____ / _____

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

detalhes: _____

4.14 _____ / _____

detalhes: _____

4.15 _____ / _____

detalhes: _____

5. Atividade produtivas de subsistência

- | | | | | |
|---------------------------------------|---|--|---|---|
| 5.1 <input type="checkbox"/> milho | 5.5 <input type="checkbox"/> hortaliças | 5.9 <input type="checkbox"/> caça | 1 | s |
| 5.2 <input type="checkbox"/> feijão | 5.6 <input type="checkbox"/> frutíferas | 5.10 <input type="checkbox"/> umbu | 2 | n |
| 5.3 <input type="checkbox"/> mandioca | 5.7 <input type="checkbox"/> suínos | 5.11 <input type="checkbox"/> maracujá | | |
| 5.4 <input type="checkbox"/> galinhas | 5.8 <input type="checkbox"/> pesca | | | |

outros: _____

6. Principais dificuldades para produzir

- | | | |
|--|--|---|
| 6.1 <input type="checkbox"/> estradas | 6.6 <input type="checkbox"/> terras fracas ou degradadas | 1 |
| 6.2 <input type="checkbox"/> acesso à água | 6.7 <input type="checkbox"/> comercialização | 2 |
| 6.3 <input type="checkbox"/> clima | 6.8 <input type="checkbox"/> diminuição da produtividade | |
| 6.4 <input type="checkbox"/> assistência técnica | 6.9 <input type="checkbox"/> Acesso à energia elétrica | |
| 6.5 <input type="checkbox"/> crédito | 6.11 outros: _____ | |

7. Recebe algum tipo de assistência técnica?

- | | |
|--|---|
| 1 <input type="checkbox"/> nenhuma | 5 <input type="checkbox"/> familiares ou amigos |
| 2 <input type="checkbox"/> empresa privada | 6 <input type="checkbox"/> ONG |
| 3 <input type="checkbox"/> sindicato/cooperativa | 88 <input type="checkbox"/> NA |
| 4 <input type="checkbox"/> empresa pública | 99 <input type="checkbox"/> NS/NR |

↘ 7.1 nome da instituição: _____

8. Frequência das visitas

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|
| 1 <input type="checkbox"/> mensal | 3 <input type="checkbox"/> semestral | 5 <input type="checkbox"/> sem regularidade | 99 <input type="checkbox"/> NS/I |
| 2 <input type="checkbox"/> trimestral | 4 <input type="checkbox"/> anual | 88 <input type="checkbox"/> NA | |

9. A assistência técnica tem contribuído para a produção?

- | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 <input type="checkbox"/> sim | 2 <input type="checkbox"/> nao | 88 <input type="checkbox"/> NA | 99 <input type="checkbox"/> NS/NR |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|

↘ 9.1 Como?

- | |
|-----------------------------------|
| 88 <input type="checkbox"/> NA |
| 99 <input type="checkbox"/> NS/NR |

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

10. Faz uso:

- Inseticida herbicida produção orgânica 88 NA 1
 fungicida fertilizante 99 NS/NR 2

11. Fontes de água utilizada na produção agropecuária

- 11.1 açude 11.7 cisterna (P1+2) 1
11.2 barragem 11.8 irrigação de sulco 2
11.3 barreiro 11.9 irrigação por aspersão
11.4 poço artesiano 11.10 irrigação por microaspersão
11.5 cacimbão 11.11 irrigação por gotejamento
11.6 barragem subterrânea 11.12 Molhação
11.13 Outro: _____

12. Se faz irrigação:

12.1 Fonte de energia usada?

- 1 gravidade 3 elétrica 5 eólica 88 NA
2 combustível 4 solar 6 humana 99 NS/NR

12.1 Custo da energia no custo total da produção?

- 1 muito alto 2 alto 3 razoável 4 baixo 5 nenhum

12.1 Custo da água no custo total da produção?

- 1 muito alto 2 alto 3 razoável 4 baixo 5 nenhum

13. Nos últimos anos houveram mudanças nas fontes de água utilizadas?

- 1 sim 2 não 88 NA 99 NS/NR

13.1 detalhes

D ASPECTOS ECONÔMICOS

1. Tem fontes de renda externa à propriedade?

- 1 sim 2 não NA 99 NS/NR

- 1.1 pensão ou aposentadoria 1
1.2 prestação de serviço no campo 2
1.3 prestação de serviço na cidade 3
1.4 funcionário do Estado 4
1.5 Seguro Defeso 1 sim 5
1.6 Bolsa Família 2 não 6

1.7 Se houver mais de uma, assinale qual representa a principal renda externa:

2. A Bolsa Família permitiu melhorias?

- nenhuma 3 educação 5 bens duráveis 99 NS/NR

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

2 alimentação 4 saúde 88 NA

3. A renda gerada fora da propriedade é:

1 maior que a gerada dentro igual à gerada dentro 88 NA
2 menor que a gerada dentro varia 99 NS/NR

4. Fontes de financiamento usados nos últimos 5 anos:

4.1 nenhum 4.6 outro crédito público 1
4.2 banco privado 4.7 fornecedor da matéria-prima 2
4.3 cooperativa 4.8 comprador do produto 88
4.4 crédito informal 4.9 ONGs
4.5 Pronaf 4.10 **outro:** _____

4.11 **Detalhes:** _____

5. Quais são as dificuldades em se conseguir financiamento ou empréstimo?

1 nenhuma dificuldade 6 falta de pagamento de dívida anterior
2 falta de garantia pessoal/titularização da terra 7 medo de contrair dívidas
3 não sabe como acessar/créditos disponíveis 8 outro: _____
4 burocracia 88 NA
5 falta de AT para elaboração de projeto 99 NS/NR

E ASPECTOS SOCIAIS

1. Participa de algum grupo?

1 não 5 sindicato/colônia de pescadores
2 associação de moradores/mulheres 6 conselho municipal _____
3 associação de fundo de pasto 7 movimento social _____
4 cooperativa _____ 8 grupo religioso _____
99 NS/NR

Obs.: _____

1.1 É liderança em algum desses?

1 sim 2 não 88 99 NS/NR

2. Equipamentos

2.1 televisão 2.4 rádio
2.2 geladeira 2.5 telefone/cel
2.3 fogão 2.5 computador
1 sim 2 não 88 NA

3 Meios de transporte

3.1 moto 3.4 carruagem
3.2 barco/canoa 3.5 bicicleta
3.3 cavalo/jegue 3.6 coleteira

4 Quais as fontes de água para beber e cozinhar?

4.1 encanada 4.5 cacimba 1 sim
4.2 poço 4.6 rio 2 não

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

4.3 cisterna para captação de água da chuva

4.7 açude

4.4 carro pipa

outras: _____

5 Se tem cisterna para consumo humano:

4.1 Há quantos anos possui a cisterna? ____ anos ____ meses

4.2 A cisterna para consumo humano enche totalmente?

1 todos os anos 2 apenas alguns anos 3 nunca

Obs.: _____

4.3 Caso a cisterna não encha todos os anos, o que faz?

1 busca água em outras fontes locais

3 espera caminhão pipa do exército

2 contrata caminhão pipa

4 consegue caminhão pipa com conhecidos

Outro: _____

F ASPECTOS CLIMÁTICOS

1. Notou alguma mudança na estação chuvosa (inverno)?

1 sim 2 não 88 99 NS/NR

1.2 Quais? (deixar o entrevistado responder livremente)

1 chuvas mais fortes

5 mais concentradas no território

88 NA

2 chuvas mais fracas

6 mais distribuídas no território

99 NS/I

3 imprevisibilidade (descontrole)

7 veranicos mais longos

4 deslocamento (início e/ou fim)

8 veranicos mais curtos

1.3. detalhes

1.4 Frequência de anos secos

1 nenhuma

2 aumento

redução

99 NS/NR

88

2.1 Anos de chuva que marcaram a região: _____

2.2 Anos de seca que marcaram a região: _____

3. Notou alguma mudança de temperatura?

1 sim

2 não

88 NA

99 NS/NR

3.1 Quais?

1 mais amena

5 mais noites frias

2 mais quente

6 menos noites frias

3 mais dias quentes

88 NA

4 menos dias quentes

99 NS/NR

3.2 Notou alguma mudança no período dos meses frios e quentes

1 nenhuma

2 deslocamento

3 imprevisibilidade

99 NS/NR

88 NA

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

4. Você já teve prejuízos por causa do clima?

1 sim 2 não 88 99 NS/NR

↘ 4.1 perda de animais

4.4 perda de benfeitorias

4.2 perda de lavoura

4.5 perda pelo fogo

4.3 diminuição de produtividade

4.6 Outro _____

1 sim 2 não 88 NA

5. Estimativa do prejuízo: _____

6. Tipo de evento que provocou o prejuízo

6.1 seca

6.4 vento

1 sim

6.2 calor

6.5 inundação do rio

2 não

6.3 trovoadas/tempestades

6.6 pragas/doenas

88 NA

6.7 Ano(s) de preju o: _____

6.8 Doenas ou pragas: _____

7. Já fez modificaes em sua produo por causa do clima?

1 sim 2 não 88 99 NS/NR

8. Se sim, quais?

8.1 mudou a época do plantio

8.2 abandonou alguma cultura

8.3 forragem e/ou silagem

8.4 diversificou a produo

8.5 melhoramento genético

9. Se não, por que?

9.1 não   necessário

1 sim

9.2 não deseja

2 não

9.3 falta de informao

88 NA

9.4 falta de recursos

↘ detalhes

↘ detalhes

7. Notou mudana na época de florir ou de dar frutos de alguma planta?

1 sim 2 não 88 99 NS/NR

↘ 7.1 Quais?

8. Notou mudana nos produtos coletados (alimentao, medicinais, etc)?

↘ 8.2 quantidade

1 não

3 diminuiu

99 NS/NR

2 aumentou

88 NA

↘ 8.3 quais?

9. Notou mudança nos animais selvagens?

- ↘ 9.1 quantidade 1 não 2 diminuiu 3 aumentou 88 NA
99 NS/NR
- ↘ 9.2 tamanho 1 não 2 diminuiu 3 aumentou 88 NA
99 NS/NR

↘ 9.3 espécies

10. Notou mudança nos peixes?

- ↘ 10.1 quantidade 1 não 3 aumentou 99 NS/NR
2 diminuiu 88 NA
- ↘ 10.2 tamanho 1 não 3 aumentou 99 NS/NR
2 diminuiu 88 NA

↘ 10.3 espécies:

11. Notou mudança na intensidade das vazantes:

- 1 nenhuma 2 vazantes maiores 3 vazantes menores 88 NA
99 NS/NR

Ano(s) de vazante(s) marcante(s): _____

12. Notou mudança na intensidade das cheias:

- nenhuma sim, cheias maiores sim, cheias menores

Ano(s) de enchente(s) marcante(s): _____

13. Você acha que o clima (TEMPO) se mantém o mesmo desde quando você está na região?

- 1 sim 2 não NA 99 NS/NR

↘ 13.1 Melhorou ou piorou? melhorou 2 piorou 88 NA 99 NS/I

↘ 13.2 Se essas mudanças continuarem, que áreas serão mais afetadas?

- 1 saúde 4 99 NS/NR
2 alimentação 5 88 NA
3 escassez de água 6

14 Já ouviu falar em mudanças climáticas?

- 1 sim 2 não 88 99 NS/NR

15 Já ouviu falar em aquecimento global?

REDE CLIMA
Questionário - Produtores familiares

- 1 sim 2 não 88 99 NS/NR

16 Se sim, onde?

- 1 televisão 4 revista/jornal 7 igreja
2 rádio 5 amigos/familiares 8 associação/cooperativa/sindicato
3 internet 6 agentes do estado 9 ONGs 88 NA 99 NS/I

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO NO ESTUDO DE CASO DO CEARÁ

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Mudanças climáticas, produção e sustentabilidade: Vulnerabilidade e adaptação em territórios do semiárido

CDS/UnB - UFC Cariri

DADOS DO QUESTIONÁRIO						
1. Número do questionário	2. Data da entrevista	3. Nome do entrevistador				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
4. Município	<input type="checkbox"/> Altaneira	<input type="checkbox"/> Mauriti	<input type="checkbox"/> Missão Velha	<input type="checkbox"/> Salitre		
5. Comunidade de residência do entrevistado	<input type="text"/>					
6. Comunidade-polo	<input type="text"/>					
DADOS DO ENTREVISTADO						
7. Nome do entrevistado	<input type="text"/>					
8. Sexo do entrevistado	<input type="checkbox"/> masculino			<input type="checkbox"/> feminino		
9. Escolaridade	<input type="checkbox"/> não alfabetizado	<input type="checkbox"/> somente lê e escreve	<input type="checkbox"/> entre a 1ª e a 4ª série	<input type="checkbox"/> entre a 5ª e 8ª série	<input type="checkbox"/> médio incompleto	<input type="checkbox"/> médio completo
	<input type="checkbox"/> curso técnico	<input type="checkbox"/> superior incompleto	<input type="checkbox"/> superior completo			
Onde o senhor / a senhora nasceu?						
10. Comunidade de nascimento	<input type="text"/>	13. Ano de nascimento	<input type="text"/>			
11. Município de nascimento	<input type="text"/>	14. Há quanto tempo o senhor/ a senhora mora nesta residência?	<input type="text"/>			
12. Estado de nascimento	<input type="text"/>					
ATIVIDADE PRODUTIVA						
Cultivos						
15. Quais são as suas atividades produtivas?	<input type="checkbox"/> Agricultura	<input type="checkbox"/> Criatório bovino	<input type="checkbox"/> Criatório caprino e/ou ovino	<input type="checkbox"/> Apicultura	<input type="checkbox"/> Piscicultura	<input type="checkbox"/> NS/NR
	<input type="checkbox"/> Outro, detalhar	16. Outro, detalhar <input type="text"/>				
17. A sua atividade principal muda em função da época do ano?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> depende	<input type="checkbox"/> NA	<input type="checkbox"/> NS/NR	
18. Se sim, qual a sua atividade principal na estação seca (verão)?	<input type="text"/>					
19. Se sim, qual a sua atividade principal na estação chuvosa (inverno)?	<input type="text"/>					
20. O senhor/ a senhora emprega mão de obra externa?	<input type="checkbox"/> nunca	<input type="checkbox"/> diaristas ocasionais	<input type="checkbox"/> empregados permanentes	<input type="checkbox"/> familiares	<input type="checkbox"/> outros	<input type="checkbox"/> NS/NR
	<input type="checkbox"/> Outro, detalhar <input type="text"/>					
22. Se chama diaristas ocasionalmente, quando e porque?	<input type="text"/>					
23. Se tem empregados permanentes contratados, quantos?	<input type="text"/>					

1

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araribe" / CE

Quais são os cultivos que o senhor / a senhora tem?

	Sequeiro	Irrigado	Vazante	Meses plantio (indicar os meses)	Meses colheita (indicar os meses)
Mandioca	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Feijão	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Milho	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Arroz	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Algodão	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Cana	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Banana	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Mamona	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Capim	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Horta	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Palma	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Outras:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Outras:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Outras:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		

25. Quais cultivos são plantados em consórcio?

Nenhum
 Milho / feijão
 Mandioca / feijão
 Outro, detalhar

26. Outro, detalhar

O senhor / a senhora já teve algum tipo de perdas e/ou danos agrícolas?

	Área em 2012 <small>*Especificar unidade (arefa, ha, etc.)</small>		Rendimento (peso / área) <small>*Por ex: saco / tarefa **Especificar unidades adotadas (kg, saco, tarefa, ha, etc.)</small>		Anos com perdas semelhantes a 2012
	Plantadas	Colhidas	rendimento em 2012?	rendimento quando o inverno é bom?	
Mandioca					
Feijão					
Milho					
Arroz					
Algodão					
Cana					
Banana					
Mamona					
Capim					
Outras:					
Outras:					
Outras:					

28. Há algum cultivo que o senhor/a senhora fazia antigamente e não faz mais hoje?

sim
 não
 NS/NR

29. Se sim, por que abandonou?

30. Há algum cultivo que o senhor / a senhora não fazia antigamente e passou a fazer?

sim
 não
 NS/NR

31. Se sim, por que começou a plantar?

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

De onde vem as sementes e afins usadas no plantio?

Assinalar a(s) resposta(s) com x

	Estoque Próprio	Vizinhos	Comprado	Ematerce	Embrapa	Outro
Mandioca						
Feijão						
Milho						
Arroz						
Algodão						
Cana						
Banana (olho)						
Mamona						
Capim						
Palma						
Outras:						
Outras:						
Outras:						

33. O que o senhor/ a senhora faz para definir o que vai plantar no ano que vem?

34. Quando o senhor/ a senhora começa a planejar suas culturas?

35. É a mesma coisa para todas as culturas?

36. Tem alguma cultura que antigamente se plantava em uma época do ano e hoje começa a plantar em outra?
 Sim Não NS/NR

Se já mudou a época do plantio, qual cultivo e o que mudou na época de plantio?

37. Quais cultivos?

38. O que mudou na época de plantio?

39. O senhor/ a senhora faz broca ou coivara todos os anos?
 sim não NS/NR

40. Se sim, em que mês?

41. O senhor/ a senhora aduba o solo?
 nenhum adubo compra esterco esterco do criatório compra fertilizante químico NS/NR Outro, qual?

43. Como o senhor/ a senhora faz para evitar pragas e doenças na plantação?
 nada inseticida químico inseticida orgânico fungicida
 herbicida NS/NR Outro, detalhar

45. Quais são as suas principais dificuldades para produzir?
 nenhuma estradas comercialização/escoamento da produção
 acesso à água acesso à energia elétrica clima
 terras fracas ou degradadas pragas/doenças falta de mão de obra
 falta de assistência técnica recurso/acesso ao crédito legislação
 NA NS/NR Outras

42. Outro, qual?

44. Outro, detalhar

46. Outras

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Segurança hídrica da agricultura

47. Se faz plantio de sequeiro, qual é o tipo do solo?

Massapê (argiloso e fértil)
 Arisco / arenoso (arenoso e fraco)
 Piçarra (pedregoso)
 Baixio (áreas baixas, próximo a rios, férteis)
 Outro, detalhar

48. Outro, detalhar

49. Se faz plantio em área de vazante, qual tipo de corpo d'água está presente?

Riacho seco
 Margem de rio
 Açude / barragem
 Outro, detalhar

50. Outro, detalhar

Qual a fonte de água utilizada na produção agrícola?

	Usa?	A quem pertence?
Rio/riacho	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Açude	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Barreiro	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Barragem	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Caçimba	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Poço artesiano /semi-artesiano	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Poço tubular	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____
Caçimbão/poço amazonas	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não <input type="radio"/> NS/NR	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro: _____

52. Se usa irrigação, qual o modelo de irrigação?

nenhum
 irrigação de sulco
 irrigação por microaspersão
 irrigação de canhão
 irrigação por gotejamento
 NS/NR
 Molhação

53. Outro

54. Qual a fonte de energia usada na irrigação?

Gravidade
 Energia elétrica
 Energia eólica
 Combustível
 Outro

55. Outro

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

56. Se usa irrigação, qual o custo da irrigação no custo total da produção?

muito alto
 alto
 razoável
 baixo
 nenhum
 NA
 NS/NR

57. Se usa irrigação, o que é que torna a irrigação cara?

energia
 água
 equipamento
 NA
 NS/NR
 Outro

58. Outro

Criação animal

59. Quais animais o senhor / a senhora cria?

Bovino de corte
 Bovino de leite
 Caprino
 Ovino
 Aves
 Porcos
 Apicultura
 Piscicultura

Outros

60. Outros

Qual a raça dos animais criados?

61. Gado de corte

62. Gado de leite

63. Caprinos

64. Ovinos

Quais alimentos o rebanho (criatório) normalmente come no verão (estação seca)? (indicar o nome do alimento)

65. Nativo

66. Plantado

67. Comprado

Quais alimentos o rebanho (criatório) come no inverno (estação chuvosa)? (indicar o nome do alimento)

68. Nativo

69. Plantado

70. Comprado

71. Em função da estação, o senhor/ a senhora muda de pasto?

sim
 não
 depende
 NA
 NS/NR

Se sim, por que? vai para onde?

72. por que?

73. Qual tipo de área vc utiliza? (ex.: alugado, coletivo, emprestado, terra de parentes, etc.)

74. Onde é esta área? (indicar nome do município e estado)

75. O senhor / a senhora faz silagem ou forragem?

nenhum
 silagem
 forragem
 NS/NR

76. Se sim, há quanto tempo? como aprendeu?

77. Se não, por que?

Não conhece
 Muito trabalhoso
 Muito caro
 Não sabe fazer
 Não tem interesse
 Falta maquinário
 NA/NR

Outro

78. Outro

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Na estiagem de 2012, como o senhor/senhora alimentou o criatório?

		Quando começou a usar? (mês do ano)
Ração comprada (Qual?)	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Pasto pisoteio	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Pasto irrigado	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Bagaço de cana	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Espécies nativas (e.g. algaroba)	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Milho do lote	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Manaíba / maniva	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Palha de bananeira	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Mandacaru / Palma	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Outros:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Outros:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	
Outros:	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	

Qual foi o impacto da seca 2012 sobre o seu rebanho?

	N° Cabeças (início 2012)	Na estiagem de 2012		N° Cabeças (início 2013)
		Morreu (n°)	Vendeu / doou (n°)	
Gado de corte				
Gado leiteiro				
Caprinos				
Ovinos				
Galinhas				
Porcos				
Piscicultura				

Se produz leite, qual foi o impacto da seca na produção leiteira?

	Rendimento (L/dia ou L/cabeça/dia ou L/ano)	
	Em 2012	Inverno bom
Gado		
Cabra		

Se produz mel, qual foi o impacto da seca na produção?

N° de caixas de abelha:

	Produção em 2012	Produção em inverno bom
Principais floradas		
Rendimento mel (L/ano ou L/colmeia)		
Preço mel (R\$/L ou R\$/Kg)		
Preço cera (R\$/L ou R\$/Kg)		

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Segurança hídrica da pecuária

Qual a fonte de água utilizada para os animais?

	Distância do lote (indicar a unidade)	Costuma secar?	Se sim, normalmente quando (mês)?	E em 2012? (mês)
Rio		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Açude		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Barreiro		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Barragem		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Poço		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Cacimba/Cacimbão		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Pipa contratado		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Pipa exército		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Outro:		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		

84. Esse ano, para dar de beber ao gado, o senhor/ a senhora teve que utilizar alguma fonte de água ou fez alguma outra coisa que em outros anos não precisaria fazer?

Segurança hídrica da unidade doméstica

85. O senhor / a senhora tem água encanada?

sim não NS/NR

86. Se sim, de onde vem a água?

Se não, de onde vem a água que a família usa para beber e cozinhar?

	Distância da casa (indicar a unidade)	Costuma secar	Se sim, normalmente quando (mês)?	E em 2012? (mês)?
Chuva (armazenada em Cisterna)		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Açude		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Barreiro		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Pipa do exército (armazenada em cisterna)		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Pipa contratada (armazenada em cisterna)		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Poço artesiano		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Poço tubular		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Compra galão na cidade		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		
Outro:		<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não		

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

88. Costuma faltar água para beber e cozinhar?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> NS/NR
89. Se sim, o que faz?			
<input type="checkbox"/> busca água em outras fontes locais	<input type="checkbox"/> demanda carro-pipa à prefeitura	<input type="checkbox"/> contrata carro pipa	<input type="checkbox"/> espera carro pipa do exército
		<input type="checkbox"/> compra água	<input type="checkbox"/> NS/NR
		<input type="checkbox"/> Outro	
90. Outro	<input style="width: 100%;" type="text"/>		

Se tem uma dessas fontes, desde quando e como adquiriu?

	Desde que ano	Forma de aquisição	Uso
Encanada		<input type="radio"/> Privado <input type="radio"/> Governo <input type="radio"/> ONG <input type="radio"/> Associação Moradores <input type="radio"/> Outro:	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro:
Cisterna – Chuva		<input type="radio"/> Privado <input type="radio"/> Governo <input type="radio"/> ONG <input type="radio"/> Associação Moradores <input type="radio"/> Outro:	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro:
Poço artesiano		<input type="radio"/> Privado <input type="radio"/> Governo <input type="radio"/> ONG <input type="radio"/> Associação Moradores <input type="radio"/> Outro:	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro:
Poço tubular		<input type="radio"/> Privado <input type="radio"/> Governo <input type="radio"/> ONG <input type="radio"/> Associação Moradores <input type="radio"/> Outro:	<input type="radio"/> Individual <input type="radio"/> Coletivo (comunidade) <input type="radio"/> Coletivo (grupo familiar / vizinhos) <input type="radio"/> NS/NR <input type="radio"/> Outro:

92. O que mudou no seu dia-a-dia depois que passou a ter este equipamento?	<input style="width: 100%;" type="text"/>
93. Se beneficiário do pipa do exército, quantos litros de água sua família tem direito por semana? É suficiente?	<input style="width: 100%;" type="text"/>

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

ASPECTOS ECONÔMICOS

Renda agropecuária

Com quem o senhor / a senhora comercializa sua produção?

	NA	Não vende	Atravess.	Feira	Casa de farinha	PAA	PNAE	Outro
94. Mandioca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
95. Farinha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
96. Tapioca	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
97. Goma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
98. Feijão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
99. Milho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
100. Arroz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
101. Algodão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
102. Cana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
103. Mamona	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
104. Girassol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
105. Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

106. Com qual frequência você comercializa estes produtos?

Com quem o senhor / a senhora comercializa a produção animal?

	NA	Não vende	Atravess.	Abatedouro	Feira	Casa de mel	PAA	PNAE	Outro
107. Leite	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
108. Carne de gado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
109. Carne caprino / ovino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
110. Galinha / ovos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
111. Mel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
112. Porcos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
113. Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

114. Com qual frequência você comercializa estes produtos?

Tem outros produtos comercializados? com quem vende?

	Direto para o consumidor	Intermediário	Feira	Outro
115. Artesanato	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
116. Bolos / doces	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
117. Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
118. Outro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

119. Com qual frequência você comercializa estes produtos?

120. Este ano, deixaram de comprar algum produto seu por causa da seca?

sim não NS/NR NA

Se sim, qual(is) e em qual mês?

121. Qual (is) produto(s)?

122. Em qual mês?

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Renda externa ao estabelecimento agropecuário

Quantas pessoas da casa recebem uma renda regular?

123. aposentadoria?

124. Bolsa Família?

125. salário regular?

126. outra renda regular?

127. Se recebe salário regular, qual emprego?

128. Na sua casa, alguém costuma prestar serviço fora do estabelecimento? sim não NS/NR

Se sim, quando e onde?

Quem? (Indicar parentesco)	Qual serviço?	Onde?	Quando	Com qual frequência?
		<input type="radio"/> zona urbana <input type="radio"/> zona rural	<input type="radio"/> na estação seca <input type="radio"/> na estação chuvosa <input type="radio"/> de vez em quando	
		<input type="radio"/> zona urbana <input type="radio"/> zona rural	<input type="radio"/> na estação seca <input type="radio"/> na estação chuvosa <input type="radio"/> de vez em quando	
		<input type="radio"/> zona urbana <input type="radio"/> zona rural	<input type="radio"/> na estação seca <input type="radio"/> na estação chuvosa <input type="radio"/> de vez em quando	
		<input type="radio"/> zona urbana <input type="radio"/> zona rural	<input type="radio"/> na estação seca <input type="radio"/> na estação chuvosa <input type="radio"/> de vez em quando	
		<input type="radio"/> zona urbana <input type="radio"/> zona rural	<input type="radio"/> na estação seca <input type="radio"/> na estação chuvosa <input type="radio"/> de vez em quando	

130. Na sua casa, alguém costuma passar uma temporada em outras regiões do Ceará ou do Brasil (e voltar depois)? sim não NS/NR

131. Se sim, para onde vai? O que faz? Quanto tempo fica? É a primeira vez?

132. Tem algum parente que não mora na casa e ajuda a família do senhor/senhora?

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Inserção político-institucional do produtor

133. O senhor / a senhora tem acesso à um desses programas emergenciais?

Garantia Safra
 Bolsa Estiagem
 Compra de milho no Balcão (CONAB)
 Operação Pipa do exército
 Outro

134. Outro

135. O senhor / a senhora participa de um desses programas governamentais?

Brasil sem miséria
 PAA compra direta
 PAA leite
 PNAE
 Outro

136. Outro

Se participa do PAA

	Sim	Não	NS/NR
137. A produção total aumentou depois de entrar no PAA?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
138. A produção ficou mais variada (tipos diferente de alimentos)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
139. A família está se alimentando melhor depois do início do PAA?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

140. Fez algum empréstimo/financiamento nos últimos 5 anos? com quem?

nenhum
 banco do Nordeste
 banco privado
 cooperativa
 crédito informal
 Pronaf
 Agroamigo
 outro crédito público
 comprador do produto

ONGs
 NA
 NS/NR
 Outro
 141. Outro

142. De que forma usou este financiamento?

143. Quais são as dificuldades quando se faz um empréstimo?

nenhuma dificuldade
 falta de garantia pessoal/titularização da terra
 não sabe como acessar
 burocracia
 falta de assistência técnica para elaboração de projeto

falta de pagamento de dívida anterior
 pagar as mensalidades
 NS/NR
 NA
 Outra

144. Outra

Apoio ao produtor

145. Recebe assistência técnica?

nenhuma
 empresa privada
 sindicato
 cooperativa
 empresa pública
 familiares ou amigos
 OnG
 NA
 NS/NR

Outro

146. Outro

147. Nome da instituição

148. Frequência das visitas

mensal
 trimestral
 semestral
 anual
 sem regularidade
 NA
 NS/NR

149. De que forma a assistência técnica tem contribuído para a produção?

150. Recebe visita de outras instituições?
 sim
 não
 NS/NR

151. Se sim, quais?

Banco do Nordeste
 Igrejas
 OnG
 Universidade
 Sindicato
 EMATER
 ADAPI
 NS/NR

Outro
152. Outro

153. Qual o motivo das visitas?

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Associativismo

154. Participa de algum grupo / associação?

não
 associação de moradores
 associação de mulheres
 associação de produtores
 cooperativa
 sindicato
 colônia de pescadores
 movimento social

grupo religioso
 NS/NR
 Outro
 155. Outro

CARACTERIZAÇÃO DO DOMICILIO E DO ESTABELECIMENTO AGROPECUÁRIO

Composição da família e do domicílio

156. Quantas pessoas moram nessa casa?

Indiv.	Nome	Idade	Relação parentesco	Freq. escola atualmente?	Trabalha no estabelecimento?
1				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
2				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
3				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
4				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
5				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
6				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
7				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
8				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não
9				<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não	<input type="radio"/> sim <input type="radio"/> não

158. Quantos filhos o senhor/ a senhora tem?

Onde moram seus filhos?

Indiv.	Zona urbana / rural	Nome da cidade / comunidade	Município	Estado
1	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
2	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
3	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
4	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
5	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
6	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
7	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
8	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			
9	<input type="radio"/> urbano <input type="radio"/> rural			

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Caracterização do domicílio

160. Qual tipo de energia é utilizado em casa?	<input type="checkbox"/> não tem <input type="checkbox"/> Rede elétrica <input type="checkbox"/> Gerador ou combustível <input type="checkbox"/> Energia solar <input type="checkbox"/> Energia eólica <input type="checkbox"/> NS/NR
161. Outro	<input style="width: 100%;" type="text"/>
162. Quais equipamentos estão presentes no domicílio?	<input type="checkbox"/> nenhum <input type="checkbox"/> televisão <input type="checkbox"/> parabólica <input type="checkbox"/> geladeira <input type="checkbox"/> fogão <input type="checkbox"/> telefone/cel <input type="checkbox"/> antena para celular <input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> Outros
163. Outros	<input style="width: 100%;" type="text"/>
164. Quais meios de transporte você usa?	<input type="checkbox"/> nenhum <input type="checkbox"/> bicicleta <input type="checkbox"/> moto <input type="checkbox"/> cavalo/mula <input type="checkbox"/> carro proprio <input type="checkbox"/> carro de linha <input type="checkbox"/> ônibus de linha <input type="checkbox"/> NS/NR 165. Outro
	<input style="width: 100%;" type="text"/>

Caracterização do estabelecimento agropecuário

166. Com relação à TERRA, o senhor/a senhora é?	<input type="checkbox"/> proprietário <input type="checkbox"/> comodatário <input type="checkbox"/> ocupante <input type="checkbox"/> terra de parente <input type="checkbox"/> assentado <input type="checkbox"/> arrendatário/parceria <input type="checkbox"/> NS/NR <input type="checkbox"/> NA
167. Outro	<input style="width: 100%;" type="text"/>
168. Área total da propriedade (indicar unidade - ha, tarefa, etc.)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
169. Dentro da sua propriedade, qual o tamanho da área ainda com mata/campo? (ha, tarefa, etc.)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
170. Parte desta área é utilizada como manga? Se sim, qual tamanho? (indicar unidade ha, tarefa, etc.)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
171. Tem uma parte da terra usada de forma coletiva?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> às vezes <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> NS/NR
172. Se sim, com quem e para que?	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>
173. O senhor/ a senhora costuma utilizar outra terra fora do seu estabelecimento?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> NS/NR
Se sim, detalhe	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
174. Tipo (ex.: alugado, coletivo, emprestado, terra de parentes, etc.)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
175. Onde fica? (indicar nome do município e estado)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
176. Tamanho (indicar unidade)	<input style="width: 100%;" type="text"/>
177. Uso	<input style="width: 100%;" type="text"/>

ASPECTOS CLIMÁTICOS

*Agora, vamos falar sobre os invernos na região.
Vamos comparar como é hoje e como era quando o senhor / a senhora tinha 20 anos.*

Percepção das chuvas

178. Com relação aos seus 20 anos, o senhor / a senhora percebeu mudanças nos invernos?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> NS/NR
--	--

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Comparando com quando o senhor/a senhora tinha 20 anos, quais mudanças percebeu ?

179. Acha que as chuvas estão começando mais cedo ou mais tarde? detalha

180. Quais mudanças nota no fim das chuvas? detalha

181. A quantidade de chuvas no inverno é a mesma?

182. Acha que as chuvas dos invernos estão continuando igual ou estão ficando mais fortes / mais fracas (intensidade)?

183. Com relação à distribuição geográfica, acha que as chuvas são mais / menos concentradas ou continua igual?

184. De uma forma geral, acha que as chuvas ficaram mais imprevisíveis?

185. Com relação aos veranicos, acha que eles são mais / menos frequentes ou continuam a mesma coisa de antigamente?

186. Com relação aos veranicos, acha que eles continuam a mesma coisa de antigamente ou duram mais / menos tempo?

Quais são os anos de chuva e de seca que marcaram a região?

187. Anos de chuva (de inverno muito chuvoso) que marcaram a região

188. Anos de seca que marcaram a região

189. Na sua opinião, está ficando mais seco mais chuvoso não esta mudando NS/NR

190. Se está mudando, quando começou a mudar?

191. Se está mudando, na sua opinião, por que está mudando?

Percepção das temperaturas

192. Com relação aos seus 20 anos, o senhor / a senhora percebeu mudanças nas temperaturas?
 sim não NS/NR

193. A época do calor está durando mais ou menos? Mais tempo Menos tempo Ficou igual NS Detalhar

194. Detalhar

195. A época do calor está começando mais cedo ou mais tarde? Mais cedo Mais tarde Ficou igual NS Detalhar

196. Detalhar

197. No geral, as temperaturas estão ficando mais quentes ou mais amenas? Mais quentes Menos quentes Ficou igual NS Detalhar

198. Detalhar

199. O senhor / a senhora acha que, para a produção no campo, estas mudanças foram positivas negativas não tiveram impacto NS/NR outro

200. outro

Percepção das mudanças gerais

201. Com relação aos seus 20 anos, tem notado mudança na época em que as árvores dão flor e frutos? sim não NS/NR Outro

202. Outro

203. Em quais espécies, qual mudança?

204. Notou mudança nos produtos coletados (na mata)? nenhuma aumento da quantidade diminuição da quantidade melhor qualidade diminuição da qualidade NS/NR

205. Em quais espécies, qual mudança, quando?

Notou mudança nos animais selvagens?	não	diminuiu	aumentou	NA	NS	
206. Notou mudança na quantidade de animais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	208. Outras mudanças? <input type="text"/>
207. Notou mudança no tamanho dos animais?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

14

Questionário MCDR - Região "Chapada do Araripe" / CE

Mudanças no sistema hídrológico

Aplicar esta parte somente se houver algum rio / riacho próximo do local de entrevista

Notou mudança nos peixes?	não	diminuiu	aumentou	NA	NS/NR	211. Outras mudanças?
209. Notou mudança na quantidade de peixes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
210. Notou mudança no tamanho dos peixes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Com relação ao rio, à descida das águas, acha que						
		sim	não	NA	NS/NR	
212. O rio está baixando mais cedo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
213. O rio está baixando mais rápido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
214. O rio está ficando mais seco?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
215. A seca do rio está ficando mais longa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mudança na descida das águas do rio	
216. Desde quando está mudando?	
217. Porque acha que está mudando?	
218. Desde que o senhor está aqui, qual foi a seca do rio mais marcante?	

Com relação à subida das águas, o senhor/ a senhora acha que					
		sim	não	NA	NS/NR
219. O rio está subindo mais tarde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
220. O rio está enchendo mais rápido? (ritmo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
221. O rio está ficando mais cheio?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
222. A cheia do rio está ficando mais curta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mudança na subida das águas do rio	
223. Desde quando está mudando?	
224. Por que está mudando?	
225. Desde que o senhor(a) está aqui, qual foi a cheia mais marcante?	

Percepção geral

226. De uma forma geral, desde os seus 20 anos, acha que o clima	<input type="checkbox"/> ficou igual?	<input type="checkbox"/> melhorou?	<input type="checkbox"/> piorou?	<input type="checkbox"/> NS/NR
227. Já ouviu falar em mudanças climáticas?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> NS/NR	
228. Se sim, pode definir o que é?				
229. Já ouviu falar em aquecimento global?	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não	<input type="checkbox"/> NS/NR	
230. Se sim, pode definir o que é?				
231. Onde ouviu falar esse termo?	<input type="checkbox"/> televisão/rádio <input type="checkbox"/> amigos/familiares <input type="checkbox"/> associação/cooperativas/sindicato <input type="checkbox"/> NS/NR		<input type="checkbox"/> revista/jornal <input type="checkbox"/> igreja <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> Outro	
232. Outro				

"Previsões de Chuva"

233. O senhor/a senhora conhece as "experiências de inverno" ou "previsões de chuva"?

sim

não

NS/NR

234. Quais experiências o senhor/a senhora observa? Como faz para saber se as chuvas vão ser boas? (Considerar aspectos ligados por exemplo a planta, animal, vento, lua, sol, estrelas, etc)

235. Com quem aprendeu essa experiências?

236. O senhor/a senhora usa este conhecimento para organizar o seu trabalho no campo? De qual forma?

237. Quando suas previsões apontam para seca, o senhor/a senhora faz alguma coisa para se prevenir? O que?

238. O senhor confia na previsão de chuva que sai no rádio e na televisão? Porque?

239. As suas previsões tinham previsto a seca de 2012?

240. O senhor/ a senhora observou algum sinal de como será este inverno? O que está prevendo para este ano?

QUESTIONÁRIO EBIA

- Em todas as perguntas deve-se lembrar do período: **ÚLTIMOS 3 MESES**;
- Em todas as perguntas sobre a frequência deve-se ler as opções disponíveis na resposta;
- Perguntas precedidas de asterisco (***) só devem ser feitas nos domicílios com moradores menores que 20 anos.

“Agora vou fazer perguntas sobre a alimentação da sua casa. Apesar de umas serem parecidas com as outras é importante que responda a todas e preste bastante atenção no que for responder. Lembrando que isso é somente uma pesquisa para um estudo universitário que vai avaliar a condição alimentar da comunidade.”

<p>1) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) teve a preocupação de que a comida na sua casa acabasse antes que tivesse condição de comprar, receber ou produzir mais comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 2)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/3)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/3)</p>	<p>2) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>3) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, a comida acabou antes que o(a) senhor(a) tivesse produção ou dinheiro para comprar mais comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 4)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/5)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/5)</p>	<p>4) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>5) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) ficou sem dinheiro (ou produção) para ter uma alimentação saudável e variada?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/6)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/7)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/7)</p>	<p>6) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>OBS: 7 e 8: somente para domicílios com moradores menores que 20 anos (crianças e/ou adolescentes)</p>	
<p>***7) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) teve que se arranjar com apenas alguns alimentos para alimentar algum morador com menos de 20 anos porque o dinheiro ou a produção acabou?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/8)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/9)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/9)</p>	<p>8) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>OBS: Caso a resposta tenha sido “NÃO” ou “NÃO SABE” em todas questões 1, 3, 5 e 7, a entrevista está encerrada. Caso “SIM” em qualquer um deles, siga para a questão 9.</p>	
<p>***9) NOS ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) não pode oferecer a algum morador com menos de 20 anos de idade uma alimentação saudável e variada porque não tinha dinheiro (ou produção)?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/10)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/11)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/11)</p>	<p>10) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>***11) NOS ÚLTIMOS 3 MESES, algum morador com menos de 20 anos de idade não comeu quantidade suficiente de comida porque não havia produção ou dinheiro para comprar mais comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 12)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/13)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/13)</p>	<p>12) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>13) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) ou algum adulto em sua casa diminuiu alguma vez a quantidade de alimentos nas refeições ou deixou de fazer refeições porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar a comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 14)</p> <p><input type="checkbox"/> Não(Pule p/15)</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/15)</p>	<p>14) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em alguns dias</p> <p><input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias</p> <p><input type="checkbox"/> Não sabe</p>

<p>15) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) alguma vez <i>comeu menos</i> do que achou que devia porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 16) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/17) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/17)</p>	<p>16) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>17) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) alguma vez <i>sentiu fome</i> mas não comeu porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/18) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/19) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/19)</p>	<p>18) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>19) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) <i>perdeu peso</i> porque não tinha produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/20) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/21) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/21)</p>	<p>20) A quantidade de peso que perdeu foi:</p> <p><input type="checkbox"/> Pequena <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Muita <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>21) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) ou qualquer outro adulto em sua casa ficou, alguma vez, <i>um dia inteiro sem comer</i> ou, <i>teve apenas uma refeição ao dia</i>, porque não tinha produção ou dinheiro para comprar a comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/22) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/23) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/23)</p>	<p>22) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p><i>Itens abaixo somente para domicílios COM MORADORES MENORES que 20 ANOS. Caso não haja, entrevista está encerrada.</i></p>	
<p>***23) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, o(a) senhor(a) alguma vez <i>diminuiu a quantidade de alimentos das refeições</i> de algum morador com menos de 20 anos, porque não havia produção ou dinheiro suficiente para comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/ 24) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/25) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/25)</p>	<p>24) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>***25) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, algum vez o(a) senhor(a) <i>teve que deixar de fazer uma refeição para algum morador</i> com menos de 20 anos porque não havia produção ou dinheiro para comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/26) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/27) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/27)</p>	<p>26) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>***27) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, algum morador com menos de 20 anos <i>teve fome</i> mas o(a) senhor(a) simplesmente não podia comprar comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/28) <input type="checkbox"/> Não(Pule p/29) <input type="checkbox"/> Não sabe.....(Pule p/29)</p>	<p>28) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>
<p>***29) Nos ÚLTIMOS 3 MESES, algum morador com menos de 20 anos <i>ficou sem comer por um dia inteiro</i> porque não havia dinheiro para comprar a comida?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim.....(Vá p/30) <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sabe.....</p>	<p>30) Com que frequência?</p> <p><input type="checkbox"/> Em quase todos os dias <input type="checkbox"/> Em alguns dias <input type="checkbox"/> Em apenas 1 ou 2 dias <input type="checkbox"/> Não sabe</p>

APÊNDICE C– ROTEIROS INSTITUCIONAIS

Roteiro de Entrevista - EMATERCE

1. Caracterização da Produção familiar no município:

- Quais atividades agrícolas predominam?
- Qual o tamanho médio das propriedades?
- Qual o tamanho médio dos rebanhos?

Bovinos:

Caprino-ovino:

	Independentes	Consoiciadas	Principal cultura do município
Culturas de inverno			
Culturas de irrigação			
Culturas predominantes de chapada			
Culturas predominantes de Sertão			

Calendário Agrícola

	Jan	Fev.	Mar	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Out	Nov.	Dez
Chuvas												
Verão												
Plantio												
Colheita												
Crítico para pecuária												
Queimadas												

X = importante

XX = muito importante

2. Ações

2.1. Distribuição de sementes selecionadas

- a. Qual a origem da semente?
- b. A partir de que mês ela é distribuída?
- c. Como a EMATERCE participa dessa ação? (distribuição, capacitação)
- d. Quantos produtores são beneficiados pelo programa?
- c. Dificuldades de implementar a ação

2.2. Garantia Safra

- a. Qual o papel da EMATERCE nessa ação?
- b. Quantos produtores foram beneficiados?
- c. Pedir os dados da quebra de safra, caso eles tenham disponível
- d. Dificuldades para implementar a ação

2.3. Venda subsidiada de ração

- a. Qual o papel da EMATERCE nessa ação?

- b. De onde vem a ração vendida?
- c. Dificuldades para implementar a ação

2.4. Projeto São José

- a. Quais projetos estão sendo implementados?
- b. Quantas comunidades foram beneficiadas?
- c. Qual o papel da Ematerce na implementação?
- d. Dificuldades de implementar a ação?

2.5. Pronaf

- a. Quais os tipos e o principal tipo de Pronaf no município?
- b. Qual o principal uso dado aos recursos do Pronaf pelo produtor?
- c. Dificuldades de exercer o papel da EMATERCE (elaborar projetos e emitir a Declaração de Aptidão ao Pronaf - DAP)?
- d. Projetistas privados também exercem essa função no município?

2.6. Agente Rural

- a. Quantos técnicos do quadro pertencem a esse programa?
- b. Como você avalia esse programa?

2.7. Serviço de assistência técnica e outras ações (noemar)

- a. Quantos produtores são atendidos pela empresa no município?
- b. Quais os serviços de assistência técnica da EMATERCE?
- c. Há alguma ação/programa especial desenvolvida pela empresa nas comunidades?
- d. Quais os principais resultados alcançados?
- e. Quais as principais dificuldades para desenvolvê-las?

3. Infraestrutura da EMATERCE

- 3.1. O tamanho do efetivo é adequado as necessidades?
- 3.2. Se não, há um tamanho de efetivo ideal?
- 3.3. A qualificação do efetivo é adequada?
- 3.3. Qual a rotatividade do corpo técnico da EMATERCE?
- 3.3. Infraestrutura de campo é adequada (carro, moto, etc)?
- 3.4. Qual a principal dificuldade pela EMATERCE para exercer suas funções?

4. Cooperação interinstitucional

Se realizam ações conjuntas/em parceria com outras instituições

5. Clima e Convivência com o Semiárido

- 4.1. Quais as principais estratégias de convivência do produtor com a estiagem?

Atividade	Estratégia de Convivência com a seca
Lavoura (ex.: variedades precoces)	
Pecuária (ex.: reserva estratégica, silagem)	

Água (ex.: compra carrada de pipa, ração)	
---	--

- 4.2. Quais os principais prejuízos enfrentados pelo produtor esse ano?
- 4.3. Quais as comunidades do município mais afetadas pela estiagem desse ano ou que costumam ser mãos afetadas? (buscar sugestões e contatos de lideranças; ter a preocupação de pegar comunidades heterogêneas para amostrar a diversidade de tipologias de produção familiar no município)

Comunidade	Por que é interessante	Contatos na comunidade

- 4.4. Na sua experiência como extensionista, a estiagem de 2012 é uma que se destaca? Você se lembra de outros anos de estiagem semelhante?

Roteiro - Defesa Civil Municipal

Coordenador:

Município:

Secretaria vinculada:

3. Caracterização da Produção familiar no município:

- Quais atividades agrícolas predominam?
- Qual o tamanho médio das propriedades?
- Qual o tamanho médio dos rebanhos?

Bovinos:

Caprino-ovino:

	Independentes	Consoiciadas	Principal cultura do município
Culturas de inverno			
Culturas de irrigação			
Culturas predominantes de chapada			
Culturas predominantes de Sertão			

Calendário Agrícola

	Jan	Fev.	Mar	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set	Out	Nov.	Dez
Chuvas												
Verão												
Plantio												
Colheita												
Crítico para pecuária												
Queimadas												

X = importante

XX = muito importante

1. Caracterização da Comdec

1.1. Governança

1.2. Quanto tempo na coordenação

1.3. Quantos funcionários?

2. Operação Pipa

2.1. Quando geralmente começa a operação pipa?

2.2. Quando começou esse ano?

2.3. Quantos caminhões e rotas?

2.4. Qual a capacidade de cada caminhão?

2.5. Quanto custa cada pipa/mês?

2.6. Qual a capacidade de cada caminhão?

2.7. Qual a ração de água por pessoa?

2.8. Quantas pessoas são beneficiadas por mês?

2.9. Se um caminhão quebrar, como faz?

2.10. Se um caminhão quebrar, como faz?

2.11. Qual a fonte da água?

2.12. Onde a água é colocada? (cisternas)

2.13. Como faz com aqueles que não tem cisterna?

2.14. Como é feita a seleção?

2.15. Há alguma dificuldade no desenvolvimento da ação?

3. Queimadas

3.1. Queimadas são um problema no município?

3.2. Como a defesa civil atua no caso de incêndios?

3.3. Qual o período crítico?

4. Há outras ações da defesa civil na zona rural?

5. Clima

5.1. O clima tem mudado nos últimos anos?

5.2. Na sua experiência, a estiagem de 2012 é uma que se destaca? Você se lembra de outros anos de estiagem semelhante?

5.3. Como a estiagem desse ano tem afetado os produtores?

5.4. Quais as principais estratégias de convivência do produtor com a estiagem?

Atividade	Estratégia de Convivência com a seca
Lavoura (ex.: variedades)	

precoces)	
Pecuária (ex.: reserva estratégica, silagem)	
Água (ex.: compra carrada de pipa, ração)	

5.5. Quais as comunidades do município mais afetadas pela estiagem desse ano ou que costumam ser mãos afetadas?

Comunidade	Por que é interessante	Contatos na comunidade

6. Outros

7. *Reflexões/Sugestões*

APÊNDICE D – FORMULÁRIO DE INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO

Formulário de Informação e Consentimento

Título do Projeto: Mudanças Climáticas, Produção e Sustentabilidade:
vulnerabilidade e adaptação em territórios do Semiárido

Pesquisador responsável:

Foi apresentado uma síntese da natureza desse projeto de pesquisa e tive a oportunidade de discutir com a equipe de pesquisa. Todas as minhas perguntas sobre o projeto foram satisfatoriamente respondidas.

Eu estou ciente de que:

1. Informações obtidas pelas entrevistas serão usadas apenas para os propósitos do projeto;
 2. Minha participação no projeto é voluntária;
 3. Se eu me sentir desconfortável com a entrevista a qualquer momento eu posso declinar responder qualquer pergunta;
 4. Eu posso terminar a entrevista a qualquer momento e/ou retirar-me do projeto sem qualquer prejuízo de qualquer natureza;
 5. Informações sobre a entrevista pode ser usada nos relatórios da pesquisa. Eu desejo que minha identidade seja registrada como (por favor, marque o box apropriado):
 - Eu desejo permanecer totalmente anônimo;
 - Eu concordo em ter apenas meu cargo na instituição registrado no relatório;
 - Eu concordo em ter meu cargo na instituição e nome registrados;
-

Assinatura do pesquisador responsável

Data

Assinatura do entrevistado

Instituição

Obrigado pela sua participação

Coordenadores do projeto:

Dra. Suely Chacon, Universidade Federal do Ceará - Campus Cariri

Dr. Saulo Rodrigues Filho, Centro de Desenvolvimento Sustentável - Universidade de Brasília

Dr. Marcel Bursztyn, Centro de Desenvolvimento Sustentável – Universidade de Brasília

Endereço: Centro de Excelência em Turismo - CET, Módulo “C”, Campus Darcy Ribeiro - Gleba A - Asa Norte – Brasília-DF CEP 70904-970 –

Contatos: Fones: (61) 3107-6000 – Fax: (61) 3107-5972

APÊNDICE E – TIPOLOGIAS DE ADAPTAÇÃO OBSERVADAS NOS ESTUDOS DE CASO

SISTEMA APÍCOLA						
Adaptação	Adaptação ao que?		Momento	Mecanismo	Natureza	Objetivo
	Vetor climático	Contexto de vulnerabilidade/impacto				
Transporte sazonal dos apiários para as áreas de Serra	Sazonalidade	Estresse alimentar	Ex-ante	Deslocamento	Ambiental	Evitar riscos
Transporte dos apiários para o Maranhão	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Deslocamento	Ambiental	Acomodar impactos
Distribuição dos apiários em diferentes agroambientes	Irregularidade espacial (chuvas)	Estresse alimentar	Ex-ante	Diversificação	Ambiental	Diluir riscos
Fornecimento de ração	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Importação de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Redução da extração de mel	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Racionamento de recursos	Gerencial	Reduzir riscos
SISTEMA AGRÍCOLA						
Implementação de esquemas de irrigação	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Regulação de fluxos	Técnico/ Tecnológica	Reduzir riscos
Plantio em área de vazante	Sazonalidade	Estresse hídrico	Coetânea preventiva	Deslocamento	Ambiental	Evitar riscos
Cobertura do solo com matéria orgânica	Elevada taxa de Evaporação	Estresse hídrico	Ex-ante	Regulação de fluxos	Técnico/ Tecnológico	Reduzir riscos
Adoção de técnicas de captação de água <i>in situ</i>	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Regulação de fluxos	Técnico/ Tecnológico	Reduzir riscos
Captação de água da chuva em reservatórios	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Estoque de recursos	Técnico/ Tecnológico	Aumentar CA
Adoção de variedades de ciclo curto	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Reduzir tempo de exposição	Genética	Reduzir riscos
Adoção de variedades tolerantes ao estresse hídrico	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Aumentar resistência	Genética	Reduzir riscos
Adoção de variedades	Elevação da	Estresse térmico	Ex-ante	Aumentar	Genética	Reduzir riscos

tolerantes à elevação das temperaturas	temperatura			resistência		
Abandono de uma cultura ou variedade	Sequência de anos de seca extrema	Quebra de safras consecutivas	Ex-post	Abandono	Comportamental	Anular risco
Seleção e estoque de sementes para safra seguinte	Variabilidade ambiental	Estresses ambientais	Ex-ante Ex-post	Seleção artificial	Genética	Aumentar CA
Mistura de variedades no coquetel de sementes	Variabilidade ambiental	Estresses ambientais	Ex-ante	Diversificação	Genética	Diluir riscos
Obtenção de sementes no mercado/Ematerce	Evento extrema de seca	Perda de CA	Ex-post	Importação de recursos	Genética	Recuperar de impactos
Atraso da colheita da mandioca	Evento extrema de seca	Queda na produtividade	Coetânea reativa	Deslocamento	Temporal	Reduzir riscos
Ajuste no calendário de plantio	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Coetânea reativa	Deslocamento	Temporal	Reduzir risco
Distribuição do plantio ao longo da quadra chuvosa	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Coetânea reativa	Diversificação	Gerencial	Diluir riscos
Uso de experiências de inverno	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Previsão	Informacional	Evitar riscos
Uso de boletim meteorológicas	Irregularidade temporal (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Previsão	Informacional	Evitar riscos
SISTEMA PECUÁRIO						
Miscigenação de animais SRD e de raça	Variabilidade ambiental	Estresse hídrico Estresse alimentar	Ex-ante	Aumentar resistência	Genético	Reduzir riscos
Manejo reprodutivo do rebanho	Sazonalidade	Estresse hídrico Estresse alimentar	Ex-ante	Deslocamento	Temporal	Evitar riscos
Racionamento no fornecimento de forragem	Sazonalidade	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Racionamento de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
	Evento extrema de seca					

Fornecimento de ração comprada	Sazonalidade	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Importação de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
	Evento extremo de seca					
Participação da venda subsidiada de ração	Evento extremo de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Importação de recursos	Política	Acomodar impactos
Diversificação de fontes de forragens	Sazonalidade	Estresse alimentar	Ex-ante	Diversificação	Técnica/Tecnológica	Diluir riscos
	Evento extremo de seca					
Abandono da pecuária	Sequencia de anos secos	Morte de animais	Ex-post	Abandono	Comportamental	Anular risco
Contratos de meia	Evento extrema de seca	Elevação dos custos operacionais	Coetânea reativa	Compartilhar custos	Gerencial	Acomodar impactos
Venda de animais	Evento extrema de seca	Aumento dos custos operacionais	Coetânea reativa	Redução de demanda	Gerencial	Reduzir riscos
Doação de animais	Evento extrema de seca	Aumento dos custos operacionais	Coetânea reativa	Abandono	Comportamental	Reduzir riscos
Aluguel de pastagens	Sazonalidade	Estresse alimentar	Coetânea preventiva	Deslocamento	Ambiental	Reduzir riscos
	Evento extrema de seca		Coetânea reativa			Acomodar impactos
Deslocamento dos animais para áreas de vazante	Sazonalidade	Estresse alimentar	Coetânea preventiva	Deslocamento	Ambiental	Aproveitar oportunidade
	Evento extrema de seca		Coetânea Reativa			Acomodar impactos
Reserva estratégica (fenos/silos/palma forrageira)	Sazonalidade	Estresse alimentar	Ex-ante	Estoque de recursos	Técnico/Tecnológico	Aumentar CA
Fornecimento de cactáceas nativas	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea Reativa	Uso recursos marginais	Gerencial	Acomodar impactos
Atraso da colheita da mandioca	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Estoque de recursos	Gerencial	Aumentar CA

Fornecimento de forragens agrícolas de baixa qualidade	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Uso recursos marginais	Gerencial	Acomodar impactos
Contratar Pipa	Evento extrema de seca	Estresse hídrico	Coetânea reativa	Importação de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Recuperação de barragens, barreiros e açudes	Irregularidade quant. (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Manutenção de estoque	Técnico/Tecnológico	Aumentar CA
Construção de reservatórios superficiais ou subterrâneos	Irregularidade quant. (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Estoque de recursos	Técnico/Tecnológico	Aumentar CA
Diversificação de fontes de água	Irregularidade quant. (chuvas)	Estresse Hídrico	Ex-ante	Diversificação	Técnico/Tecnológico	Diluir riscos
Construção de cacimbas e cacimbões	Evento extrema de seca	Estresse hídrico	Coetânea reativa	Uso recursos marginais	Técnico/Tecnológico	Acomodar impactos
SISTEMA RENDA FAMILIAR						
Multifuncionalidade	Sazonalidade	Estresse econômico	Ex-ante	Diversificação	Funcional	Diluir riscos
Pluriatividade	Sazonalidade	Estresse econômico	Ex-ante	Diversificação	Financeira	Diluir riscos
Garantia Safra	Irregularidade temporal (chuvas)	Quebra de safra	Ex-post	Contratação de seguro	Política	Acomodar Impactos
Bolsa Estiagem	Evento extremo de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa	Importação de recursos	Política	Acomodar Impactos
Migração em busca de trabalho	Evento extrema de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa Ex-post	Importação de recursos	Comportamental	Aumentar CA
Acessar empréstimos privados	Sazonalidade Evento extrema de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa	Importação de recursos	Financeira	Aumentar CA
Acessar linhas Pronaf custeio/Seca 2012/Semiárido	Sazonalidade Evento extrema de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa	Importação de recursos	Política	Aumentar CA
Reduzir gastos e investimentos	Evento extrema de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa	Racionamento de recursos de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Venda de animais	Evento extrema de seca	Estresse econômico	Coetânea reativa	Venda de ativos	Financeira	Aumentar CA

Venda de excedente estocado	Evento extrema de seca	Elevação dos preços de mercado	Coetânea reativa	Venda de ativos	Financeira	Aproveitar oportunidade
Atraso da colheita da mandioca	Evento extrema de seca	Elevação dos preços de mercado	Coetânea reativa	Deslocamento	Temporal	Aproveitar oportunidade
SISTEMA ALIMENTAR FAMILIAR						
Restrição na ingestão de alimentos	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Racionamento de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Multifuncionalidade	Sazonalidade	Estresse alimentar	Ex-ante	Diversificação	Funcional	Diluir riscos
Aumento da participação de alimento comprado na dieta	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Importação de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Comprar Fiado	Evento extrema de seca	Estresse alimentar	Coetânea reativa	Importação de recursos	Comportamental	Acomodar impactos
Saques em armazéns locais	Evento extrema de seca	Fome	Coetânea reativa	Importação de recursos	Comportamental	Acomodar impactos
Uso de alimentos silvestres de baixa qualidade nutricional	Evento extrema de seca	Estresse alimentar/Fome	Coetânea reativa	Uso recursos marginais	Comportamental	Acomodar impactos
Armazenamento de alimento de safras anteriores	Sazonalidade	Estresse alimentar	Ex-ante	Estoque de recursos	Técnico/tecnológico	Aumentar CA
SISTEMA HÍDRICO FAMILIAR						
Construção de reservatórios hídricos	Irregularidade quant. (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante	Estoque de recursos	Técnico/Tecnológico	Aumentar CA
Diversificação dos reservatórios hídricos	Irregularidade quant. (chuvas)	Estresse hídrico	Ex-ante Coetânea reativa	Diversificação	Técnico/Tecnológico	Diluir riscos
Contratação de carro pipa	Evento extrema de seca	Estresse hídrico	Coetâneo reativa	Importação de recursos	Gerencial	Acomodar impactos
Acesso à Operação Pipa do Exército	Sazonalidade Evento extremo de seca	Estresse hídrico	Coetâneo reativa	Importação de recursos	Política	Acomodar impactos
Restrição no consumo de água	Evento extrema de seca	Estresse hídrico	Coetânea reativa	Racionamento de recursos	Gerencial	Acomodar impactos

APÊNDICE F – RADAR DA VULNERABILIDADE APLICADA À APICULTURA

Vulnerabilidade do sistema apícola: indicadores

O Radar da vulnerabilidade foi aplicado à apicultura familiar. Um primeiro aspecto a ser considerado é a perspectiva de que a vulnerabilidade é hierarquizada, ou seja, é composta por vulnerabilidades independentes em escalas mais restritas que se somam para compor a vulnerabilidade do sistema apícola em um determinado ano. Os relatos de campo associados à análise dos dados mostrou que existem três naturezas de vulnerabilidades que podem ser analisadas de forma independente, apesar de interligadas, dentro da apicultura familiar. Essa distinção será importante na hora de discriminar quando e em quais aspectos a intervenção adaptativa deve se executada. São elas:

- Vulnerabilidade produtiva do sistema apícola
- vulnerabilidade de inverno;
- vulnerabilidade de verão;

1. Vulnerabilidade do sistema apícola

Para avaliar a vulnerabilidade do sistema apícola, três indicadores foram selecionados: número de apiários, capacidade suporte e número de safras apícolas/ano. Eles são discutidos abaixo

1.1. **Sensibilidade:** Número de apiários

A pesquisa de campo revelou que sistemas apícolas com um número maior de enxames tendem a sofrer, proporcionalmente, mais do que os menores. Isso se deve a uma demandam maior por recursos ambientais e financeiros na manutenção, especialmente em contextos ambientais desfavoráveis. O custo elevado de adaptação e a queda de produtividade acentuada sofrida pelas colmeias deixaram os apicultores de grande porte em uma janela adaptativa estreita em 2012. Apenas uma pequena parte do enxames puderam ser mantidos com uma qualidade mínima no que tange a produção de mel. O abandono de enxames proporcionalmente maior nessa categoria de apicultor é um reflexo direto deste contexto de vulnerabilidade. Assim, o número de apiários foi escolhido como um indicador de *sensibilidade estrutural* da apicultura. Considerando que cada apiário (60 colmeias) é uma unidade adaptativa autônoma e que, para cada apiário extra, é exigido um sistema de manejo independente, o seguinte gradiente de sensibilidade foi utilizado no Radar da vulnerabilidade (Tabela 1).

Tabela 1. Avaliação (quantitativa e qualitativa) do indicador de sensibilidade *número de apiários* utilizado no Radar da vulnerabilidade apícola. O valor máximo de 600 enxames (10 apiários) equivale ao maior apiário observado em Salitre. A gradação pode ser ajustada para cada realidade municipal.

Indicador de sensibilidade (n° de enxames)	Vulnerabilidade (Quantitativa)	Vulnerabilidade (Qualitativa)
até 60 enxames (1 apiário)	0,3	Baixa (0,0-1,0)
61-120 enxames (2 apiário)	0,6	
121-180 enxames (3 apiário)	0,9	
181-240 enxames (4 apiário)	1,2	Moderada (1,0-2,0)
241-300 enxames (5 apiário)	1,5	
301-360 enxames (6 apiário)	1,8	
361-420 enxames (7 apiário)	2,1	Alta (2,0-3,0)
421-480 enxames (8 apiário)	2,4	
481-549 enxames (9 apiário)	2,7	
541-600 enxames (10 apiários)	3,0	

Fonte: elaborado pelo autor

1.2. **Sensibilidade:** Capacidade suporte

Sabe-se que as abelhas se deslocam em um raio máximo de 3Km em torno da colmeia na busca de néctar e pólen. Isso representa 1.400 ha de pastagem apícola em potencial, apesar das abelhas concentrarem a busca em áreas próximas as colmeias.

A pesquisa de campo revelou uma zona rural diversa em paisagens antrópicas e naturais, um mosaico de áreas agrícolas e de caatinga/carrasco de relevância para apicultura. Por um lado, há ampla disponibilidade de pastagens e roçados para que o belote e outras floradas agrícolas cresçam. Por outro, as áreas nativas encontram-se distribuídas em pequenos fragmentos, frequentemente degradados ou em processo de regeneração. Neles, a oferta de floradas nativas é diretamente proporcional ao tamanho do fragmento e à densidade média da flora apícola. Quanto maior o número de caixas, mais exigida será a flora apícola. Assim, fragmentos muito pequenos podem conter um número de flores insuficiente para fornecer matéria prima para as safras apícolas ou mesmo sustentar um apiário durante a estação seca, especialmente em anos de chuvas abaixo da média.

É o balanço entre a população da flora apícolas e o tamanho dos apiários que determina-se a **capacidade suporte** do sistema apícola. Em Salitre, foi estimado pelos produtores que cada apiário (60 colmeias) necessita de 3 a 5 ha de caatinga para forragear, o que dá uma densidade recomendada de 12 colmeias/ha. Densidades maiores que essa, sobrecarregam o sistema apícola, tornando-o mais sensível a distúrbios ambientais que reduzam a disponibilidade de floradas. Em contrapartida, densidades menores aumentam o espectro de distúrbio que o sistema consegue absorver antes de sofrer impactos significativos. Esta será a referencia utilizada para avaliar o índice de capacidade suporte da apicultura.

Tabela 2. Classificação do índice de sensibilidade capacidade suporte segundo densidade de colmeias por ha

Indicador de sensibilidade (Colmeias/ha)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
Igual ou menor que 12	1	Baixa
Entre 12 e 24	2	Moderada
Igual ou maior que 24	3	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Cabe destacar que a referência de 12 colmeias/ha é uma estimativa fornecida pelos apicultores com base na experiência empírica, o que torna o indicador altamente relevante. Todavia, a literatura carece de pesquisas mais aprofundadas sobre o assunto. Recomenda-se que mais estudos técnicos sejam empreendidos para que a capacidade suporte apícola das principais fitofisionomias de Salitre (e do Semiárido) sejam identificados e sirvam de subsídios a avaliações mais sintonizada com as realidades específicas.

1.2. **Sensibilidade:** número de safras apícolas

O número de safras apícolas é um índice de sensibilidade relevante. Mais safras implicam uma janela de produção mais ampla, reduzindo assim o risco de perdas totais devido a déficits hídricos pontuais na estação chuvosa ou outros problemas eventuais em uma das safras. Como no estudo de caso de Salitre há no máximo 3 safras por ano, este valor será usado como referência no Radar da vulnerabilidade (Tabela 3). Contudo, o gradiente pode ser adaptado a cada realidade regional.

Tabela 3. Classificação do indicador de sensibilidade número de safras/ano segundo suas implicações para vulnerabilidade do sistema.

Indicador de sensibilidade (n° de safras/ano)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
3 safras	1	Baixo
2 safras	2	Moderado
1 safra	3	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

2. **Vulnerabilidade de Inverno**

O inverno é o principal período de produção de mel. Impactos na floradas nessa estação comprometem a produção e produtividade dos apiários.

2.1. **Capacidade adaptativa:** Diversidade Ambiental

Alguns apicultores apresentaram a diversificação ambiental como estratégia adaptativa à variabilidade climática e ecológica, localizando seus apiários em diferentes áreas do município. Quanto mais apiários dispersos no território, menor o risco de perda total da

produção de mel. Naturalmente, essa é uma estratégia presente apenas entre os apicultores de porte médio ou grande, que possuem um número de caixas superior ao de um apiário (60 colmeias).

No Radar da vulnerabilidade, o grau de diversificação será baseado no número de apiários que se encontram em comunidades diferentes. Um produtor com apenas um apiário terá índice de diversificação 1 (Tabela 4). Se um apicultor aluga terra do vizinho para alocar um ou mais de seus apiários ou posiciona os apiários em duas áreas dentro do seu estabelecimento, considerar-se-á como um único ambiente apícola. Esta escolha deve-se ao fato de que áreas próximas tendem a ter características ambientais muito semelhantes e, portanto, não implicam em diversificação.

Tabela 4. Classificação do índice de diversidade da estrutura de produção segundo o número de safras

Indicador de Diversidade Ambiental (número de ambientes distintos)	Vulnerabilidade (Qualitativo)	Vulnerabilidade (Quantitativo)
3 ou mais	1	Baixo
2	2	Moderado
1	3	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Em certa medida, o indicador de diversidade ambiental é um contraponto a sensibilidade representada pelo grande número de enxames discutida acima. Esse é mais um exemplo de como a adaptação (diversificação de ambientais) pode moderar sensibilidades estruturais do sistema apícola (número grande de enxames).

2.2. **Sensibilidade:** Média de batidas/safra

A duração da floração de cada espécie da flora apícola determina o tempo em que néctar e pólen estão disponíveis para as abelhas realizarem seu trabalho. Floradas de curta duração, como a do marmeleiro (20-30 dias), precisam coincidir com condições climáticas propícias. Caso haja um veranico prolongado nesse período, a safra é quase inteiramente afetada. Já floradas mais longas, como a do belote, podem até sofrer perdas pontuais com déficits de chuva durante parte da floração, mas as chances de que haja aporte hídrico adequado em outra parte do seu ciclo as tornam menos sensíveis ao clima quando comparadas ao marmeleiro. O número médio de batidas de mel por safra será usado como *proxy* desse indicador, uma vez que ele reflete a duração das floradas. Quanto maior o número de batidas, menor a sensibilidade (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação do índice de diversidade da estrutura de produção segundo o número de safras

Indicador de Sensibilidade fenológica (batidas/safra)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
5 ou mais	1	Baixo
3-4	2	Moderado
1-2	3	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

2.3. Capacidade Adaptativa: diversidade de floradas

A diversidade de floradas disponíveis para as abelhas em cada safra aumenta o repertório de possibilidades de fonte alimentar. Essa afirmação se baseia no fato de que cada espécie botânica tem sensibilidades e capacidades adaptativas específicas às variações em seu ambiente. Um repertório amplo de floradas/safra significa maior capacidade adaptativa fenológica.

Na safra do marmeleiro (1^a safra), verificou-se que regiões de *Serra* contam outras espécies-chave, como velame, canelinha e jequiri, enquanto no Sertão e na Chapada, é basicamente o marmeleiro. Em contrapartida, durante a safra do *belote* (2^a safra), os apicultores do *Sertão* relataram o belote e o bamburral, enquanto os apicultores de *Serra* não possuem nem uma das duas floradas (Tabela 6).

Tabela 6. Diversidade das principais floradas entre Serra e Sertão na 1^a e 2^a safra

	Serra	Sertão	Período
1^a safra	Marmeleiro, velame, canelinha, jequiri	Marmeleiro	Jan-março
2^a safra	-	Belote, bamburral	Março-junho

Fonte: Pesquisa de campo, 2013

Isso significa que sistemas apícolas localizados nas diferentes tipologias possuem vulnerabilidades opostas dependendo da safra considerada. Todavia, essa diversidade varia bastante de região para região, mesmo dentro de uma mesma tipologia ambiental. A participação do produtor na elaboração do Radar permite que essas nuances sejam detectadas para cada uma das safras. Para fins de avaliação, a seguinte gradação foi estabelecida (Tabela 7):

Tabela 7. Classificação do índice de diversidade da estrutura de produção segundo o número de safras

Indicador de diversidade fenológica (nº de floradas/safra)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
3 ou mais	1	Baixo
2	2	Moderado
0-1	3	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

3. Vulnerabilidade de verão

A estação seca no Semiárido pode durar até 9 meses. Neste período, o desafio para o apicultor é manter as reservas de mel em patamares mínimos para a manutenção das colmeias. Do contrário, os enxames enfraquecem, reduz-se a postura de crias pelas rainhas e, no extremo, leva aos enxames abandonarem as colmeias. Tendo isto em vista, a vulnerabilidade de verão é avaliada a partir de três indicadores: repertório adaptativo, diversidade de floradas e disponibilidade temporal da flora apícola.

3.1. Sensibilidade e capacidade adaptativa: Janela de floração e diversidade da flora apícola

A tabela 8 mostra a duração de algumas das principais floradas de *verão* observadas *in loco* ou mencionadas pelos apicultores em Salitre. Verifica-se que algumas, como a Aroeira, tem uma janela temporal de floração mais ampla (3-4 meses) do que outras, como o Juazeiro e a Algaroba, que concentram a floração em 2 meses do ano. Quanto maior o número de meses da estiagem com disponibilidade de floração, menor a sensibilidade do sistema apícola durante esse período.

Tabela 8. Janela temporal das principais floradas de verão

Espécie	Floração											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aroeira												
Umbuzeiro												
Angico												
Juazeiro												
Algaroba												

Fonte: elaborado pelo autor a partir da literatura e pesquisa de campo

De importância vital nesse contexto, é a disponibilidade de floradas imediatamente antes da primeira safra de *inverno* (novembro, dezembro). Nesse período, o acesso ao néctar e ao pólen permite o fortalecimento dos enxames para as safras de *inverno*. Caso contrário, os enxames passarão o início da safra de *inverno* se restabelecendo primeiro antes de iniciar a reserva das melgueiras, atrasando a produção de mel e comprometendo a produtividade da safra.

O número de meses de estiagem nos quais há disponibilidade de floradas vai depender da diversidade da flora apícola (determinada por características do solo, clima e degradação ambiental), das chuvas no inverno anterior e de eventuais precipitações durante a própria estação seca. O diagnóstico participativo é fundamental nesta etapa, pois uma investigação científica leva relativamente muito mais tempo para fazer esse levantamento.

Nesse sentido, a primeira etapa é fazer um inventário - junto ao produtor - das floradas de verão disponíveis na região. Em seguida, montar um calendário de floração de cada espécie segundo as observações do produtor. O calendário irá apontar a amplitude temporal média da floração, mas é importante ter em vista que sua duração tem grande variabilidade interanual. Essas duas informações permitem avaliar dois indicadores de vulnerabilidade: sensibilidade fenológica (% dos meses de verão com disponibilidade de floradas – Tabela 9) e diversidade de floradas (nº de floradas disponível durante o verão – Tabela 10)

Tabela 9. Gradiente de avaliação para indicador de janela de floração usado no Radar. Considera-se uma duração de 6 meses (junho-dezembro) o período crítico da estação seca em Salitre.

Indicador de sensibilidade fenológica (meses da estação seca com disponibilidade de floradas)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
6 meses	0,6	Baixa
3-5 meses concentrados no final da estação	1,2	Moderada
3-5 meses concentrados no início da estação	1,8	
2 meses ou menos no final da estação	2,4	Alta
2 meses ou menos no início da estação	3,0	

Fonte: elaborado pelo autor

Tabela 10. Gradiente de avaliação para indicador diversidade Radar. Considera-se uma duração de 6 meses (junho-dezembro) o período crítico da estação seca em Salitre.

Indicador de diversidade de floradas (nº de floradas)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
5 ou mais	1	Baixa
3-4	2	Moderada
0-2	3	Alta

Fonte: elaborado pelo autor

3.2. Capacidade adaptativa: diversidade do repertório adaptativo

Diante das limitações ecológicas impostas pelo verão aos sistemas apícolas, alguns apicultores empreendem adaptações sazonais durante a estação: migração e uso de ração. Em eventos extremos, como a seca de 2012, a redução no volume de mel colhido das melgueiras também foi relatado como estratégia adaptativa (Tabela 11).

Tabela 11. Adaptações mais frequentes relatadas por apicultores de Salitre, o período em que são empreendidas, o vetor de distúrbio e os objetivos almejados.

Adaptação	Quando	Adaptação ao que?	Objetivos
Migração dos Apiários	<i>Estação Seca</i>	Escassez sazonal: floradas de verão	- 3ª safra - Reduzir custos - Evitar fuga dos enxames
Redução da extração de mel	<i>Estação Chuvosa</i> (2012)	Escassez extrema: floradas de inverno	- Evitar fuga dos enxames
Uso de ração	<i>Estação Seca</i>	Escassez sazonal: floradas de verão	- Nutrição dos enxames - Evitar fuga dos enxames

Fonte: elaborado pelo autor

Cada estratégia adotada tem um potencial adaptativo diferente, sendo a migração dos apiários a mais efetiva, seguida do uso de ração (Tabela 12). A redução da extração de mel é uma adaptação extrema que gera algum benefício, mas com um grande custo (redução da produção comercial de mel), de modo que foi considerada a de menor potencial adaptativo. O pior cenário é a da inação.

Tabela 12. Indicador de capacidade adaptativa (estratégia adaptativa) segundo o gradiente de vulnerabilidade adotado no Radar.

Indicador de capacidade adaptativa (estratégia adaptativa)	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
Migração sazonal	0,75	Baixa
Fornecimento de ração	1,5	Moderada
Redução da extração de mel	2,25	Alta
Nenhuma medida	3,0	

Fonte: elaborado pelo autor

As estratégias não são excludentes, de modo que o apicultor pode fazer uma combinação entre elas. Quanto mais diversificado o repertório, maior a capacidade adaptativa. Assim, o indicador de repertório adaptativo será calculado da seguinte forma:

1. Indicador *estratégia adaptativa (IEA)*: média simples do potencial adaptativo de cada uma das estratégias adaptativas
2. *Fator de diversidade (FD)*: número de estratégias adaptativas
3. O IEA é dividido pelo FD

$$\text{Índice de repertório adaptativo} = \frac{IEAFD}{FD}$$

Realizando todas as combinações possíveis na fórmula acima, verifica-se que a diversificação de estratégias com potenciais adaptativos extremos é equivalente ao valor da estratégia de maior potencial (tabela 13). Apesar desse ser um artefato da fórmula, trabalha-se com a hipótese de que uma combinação como essa dificilmente seria adotada por um apicultor sem que uma estratégia de potencial intermediário seja também empreendida (compra de ração).

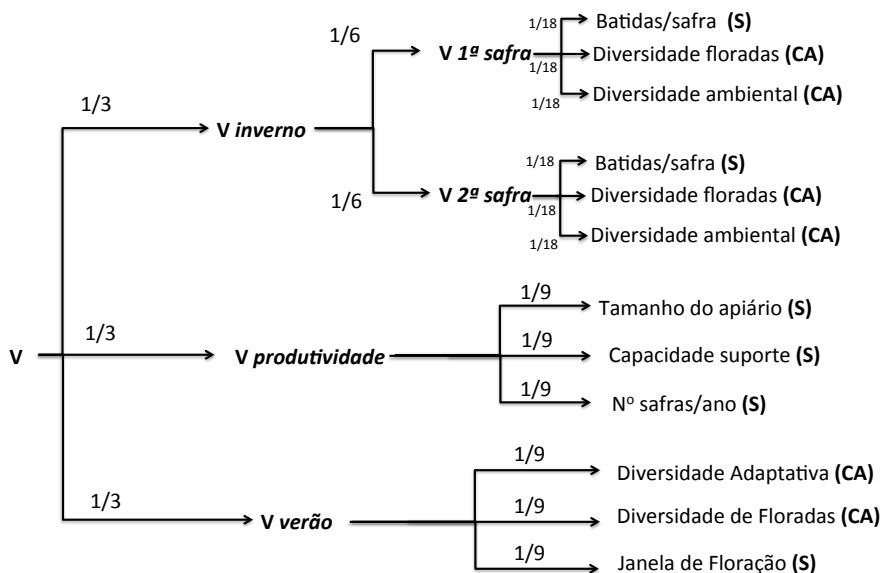
Tabela 13. Índice de diversidade adaptativa segundo o gradiente de vulnerabilidade adotado no Radar.

Diversidade Adaptativa no verão	Vulnerabilidade (Quantitativo)	Vulnerabilidade (Qualitativo)
Migração + ração + redução da extração	0,5	Baixa
Migração + Ração	0,56	
Apenas migração	0,75	
Migração + redução da extração	0,75	
Ração + redução da extração	0,94	Moderada
Apenas fornecimento de ração	1,5	
Apenas redução da extração de mel	2,25	Alta
Nenhuma medida	3,0	

Fonte: elaborado pelo autor

4. Construindo o Radar da Vulnerabilidade

O *Radar* entende a vulnerabilidade do sistema apícola como um contexto complexo, formado pela interação espaço-temporal e hierarquizada da vulnerabilidade dos seus subsistemas. A integração foi feita por meio de médias simples segundo a hierarquia estabelecida (Organograma 1). Não foram atribuídos pesos deliberados para cada indicador, mas a relação hierárquica implica em pesos implícitos como mostrado na figura 2.



Organograma. Cálculo do índice de vulnerabilidade segundo a hierarquia da vulnerabilidade utilizado e respectivos indicadores. Os pesos dos indicadores são mostrados como frações. **V**: vulnerabilidade; **S**: sensibilidade; **CA**: capacidade adaptativa

Fonte: elaborado pelo autor

O Radar da vulnerabilidade da apicultura foi aplicado ao contexto de um grande apicultor de Salitre e a um apicultor de pequeno porte (Figuras 1 e 2). Cada uma das 12 divisões do Radar da vulnerabilidade refere-se a um dos indicadores discutidos na secções 1, 2 e 3. Na base de cada divisão, encontra-se o valor do indicador, o qual varia de 1 (baixa vulnerabilidade) até 3 (alta vulnerabilidade). Essa gradação da vulnerabilidade também é apresentada por meio de cores: **verde** (baixa); **laranja** (moderada); **vermelha** (alta). Estas estão dispostas em ordem crescente de vulnerabilidade do centro para a periferia do círculo. Abaixo do valor dos indicadores, encontra o valor dos respectivos sub-índices: *vulnerabilidade da 1ª safra e vulnerabilidade da segunda safra, que juntas compõe o sub-índice da vulnerabilidade de inverno; vulnerabilidade de verão; e vulnerabilidade produtiva*. Esses sub-índices são sintetizados no índice de vulnerabilidade mostrado no centro do Radar. A coloração do círculo central indica o grau de vulnerabilidade segundo a gradação de cores mencionada acima.

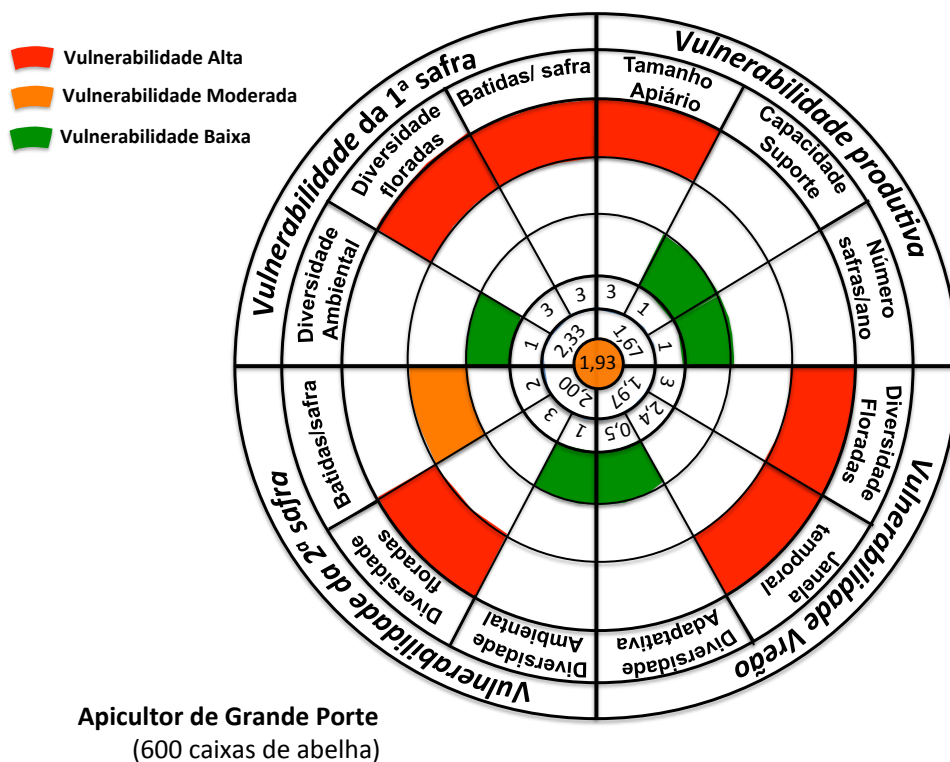


Figura 1. Radar da Vulnerabilidade de um apicultor de grande porte (600 colmeias) (fonte: elaborado pelo autor)

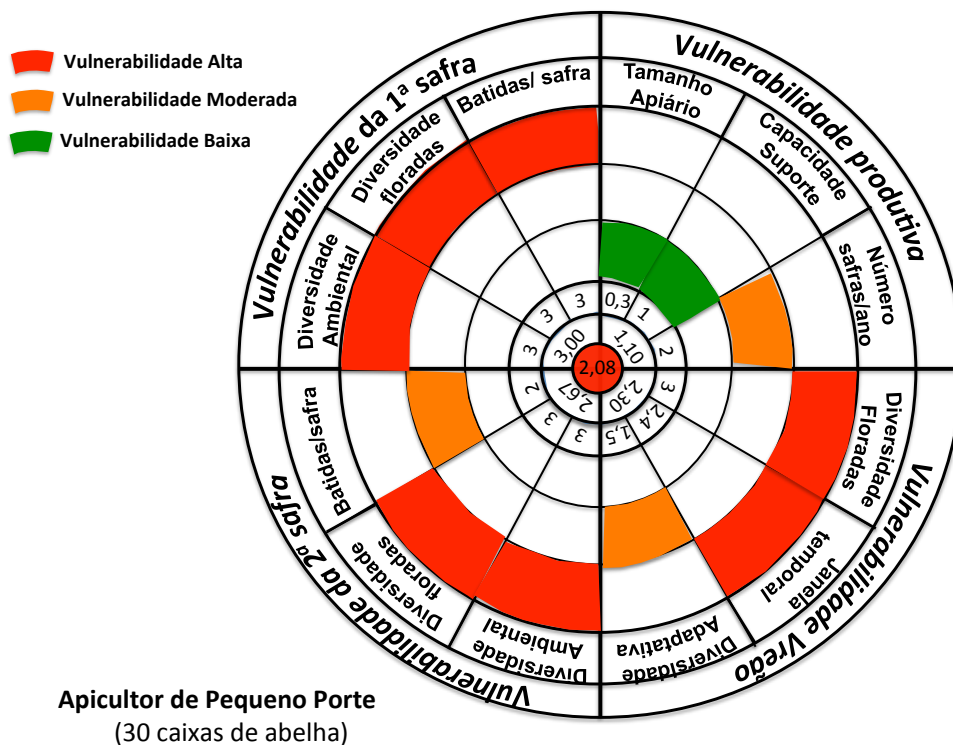


Figura 2. Radar da Vulnerabilidade de um apicultor de pequeno porte (30 colmeias) (fonte: elaborado pelo autor)

Comparando os Radares, observa-se que o apicultor de grande porte apresenta índice de vulnerabilidade (1,93) menor do que o apicultor de pequeno porte (2,08). Este comportamento é explicado pelo melhor desempenho daquele nos sub-índices de vulnerabilidade de inverno e verão em relação a este. Apenas no que diz respeito ao sub-índice de vulnerabilidade produtiva, verifica-se um contexto melhor do pequeno apicultor. A comparação é complementada quando observa-se os valores dos indicadores e suas gradações de cores. Nesta análise é possível verificar que o produtor de grande porte tem bom desempenho nos indicadores de diversificação (ambiental e adaptativo), contrabalanceando a alta sensibilidade conferida pelo tamanho do apiário. É exatamente nesses aspectos que o apicultor de pequeno porte possui desvantagem, reduzindo sua capacidade adaptativa à variabilidade climática e anos de eventos extremos.

Os resultados do Radar permite não só identificar diferenças quanto a vulnerabilidade, como também identificar pontos de intervenção adaptativa. Por exemplo, verifica-se que tanto o apicultor de grande porte quanto o de pequeno porte possuem elevada vulnerabilidade no que tange à diversidade de floradas de inverno e de verão. A partir dessa avaliação, uma medida de adaptação seria o fomento do plantio de espécies nativas melíferas para aumentar o repertório de floradas, como a Aroeira, a Algaroba e o Angico no *verão* e o plantio do Sabiá, nas floradas de *inverno*.

É possível também comparar apicultores em contextos agroambientais distintos. As figuras 3 e 4 comparam dois produtores de pequeno porte da *Serra* e do *Sertão* de Salitre. O índice de vulnerabilidade do produtor de *Serra* é substancialmente menor do que o do *Sertão*. Mesmo tendo um número de safras menor (apenas uma), o produtor da *Serra* possui maior diversidade de floradas tanto durante o verão quanto na 1ª safra de inverno. Apresenta também uma janela temporal de floradas mais ampla no verão quando comparado ao apicultor de *Sertão*. Essas características aumentam a resistência e a capacidade adaptativa durante esses períodos e, portanto, o tornam menos vulnerável à variabilidade climática e aos eventos extremos.

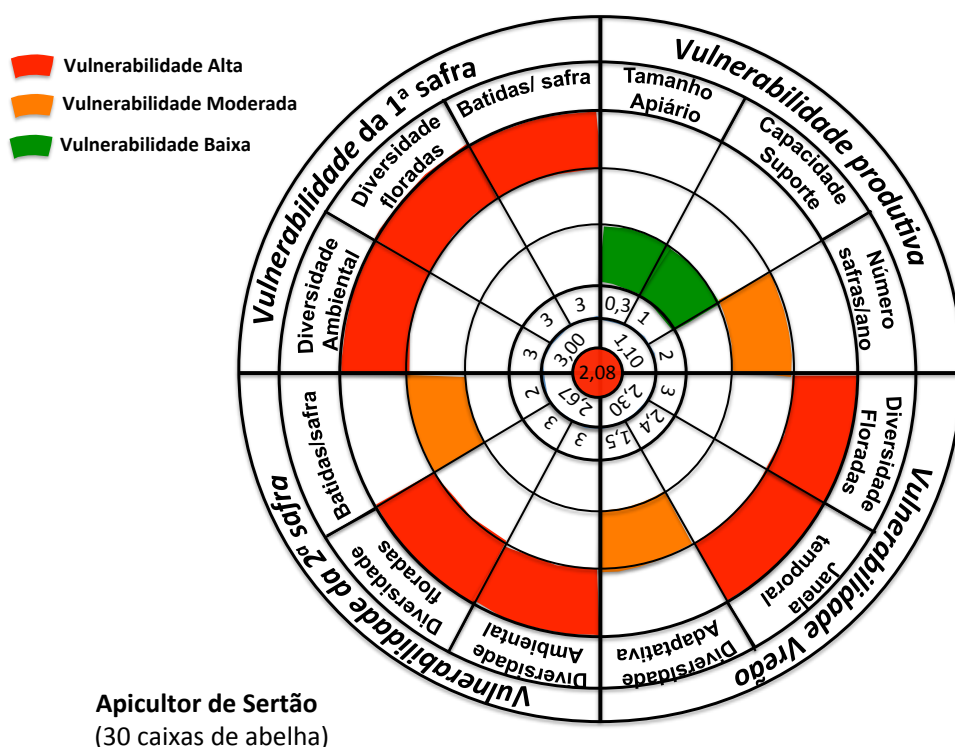


Figura 3. Radar da vulnerabilidade de um pequeno apicultor do *Sertão* de Salitre
 Fonte: elaborado pelo autor

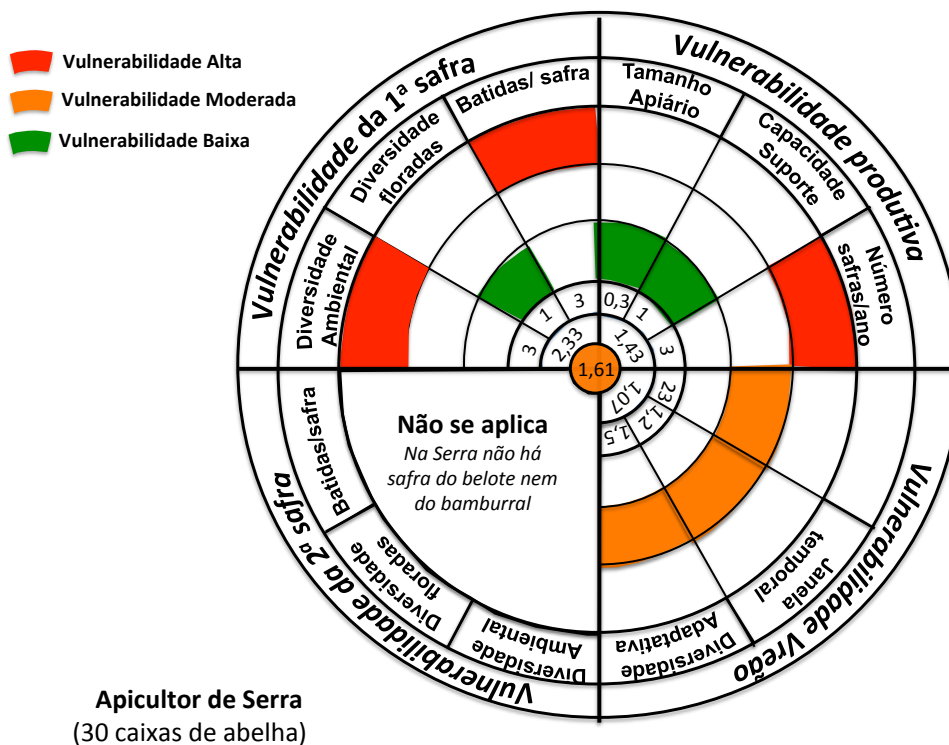


Figura 4. Radar da vulnerabilidade de um pequeno apicultor da Serra de Salitre
 Fonte: elaborado pelo autor

Os exemplos acima foram usados apenas para ilustrar o conceito do Radar. Os próximos passos da pesquisa constituem em aprimorar o gradiente de avaliação dentro da lógica *fuzzy*, aplicar aos demais sistemas e subsistemas da produção rural familiar e aprimorar o papel da diversificação no cálculo dos índices