

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS – ICS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA

*‘Você não sabe onde que fica a política, onde começa a ciência’*

Entrelaçamentos inevitáveis entre a ciência e a política climática para a pecuária  
brasileira

Thaís Rozas Teixeira

Brasília, 2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS – ICS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA

*‘Você não sabe onde que fica a política, onde começa a ciência’*

Entrelaçamentos inevitáveis entre a ciência e a política climática para a pecuária  
brasileira

Dissertação apresentada ao Departamento de  
Sociologia da Universidade de Brasília/UnB  
como parte dos requisitos para a obtenção do  
título de Mestre.

Thaís Rozas Teixeira

Brasília, 2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS – ICS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOLOGIA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

*‘Você não sabe onde que fica a política, onde começa a ciência’*

Entrelaçamentos inevitáveis entre a ciência e a política climática para a pecuária  
brasileira

Thaís Rozas Teixeira

Orientador: Prof. Dr. Tiago Ribeiro Duarte (UnB)

Banca: Prof. Dr. Fabrício Monteiro Neves (UnB)  
Prof. Dr. Paulo de Freitas Castro Fonseca (UFBA)  
Prof. Dr. Stefan Fornos Klein (UnB) - Suplente

À minha mãe Ana, e meu pai José, pelo apoio incondicional. Aos meus companheiros(as) não-humanos(as) pela inspiração.

## **AGRADECIMENTOS**

A escrita é, muitas vezes, solitária, mas tenho o prazer de afirmar que pude contar com pessoas incríveis nesta caminhada. Gostaria de agradecer aos meus pais, Ana Lúcia e José Washington, a quem dedico esta dissertação, pelo apoio emocional e financeiro durante todos esses anos de mestrado. Assim como muitos outros aspectos da vida desde 2020, esta dissertação foi atravessada e quase interrompida pela pandemia, o que tornou o apoio deles mais importante do que nunca. Também gostaria de agradecer à minha companheira Vitória pela leveza e otimismo, pelas longas horas me ouvindo falar sobre esse tema aparentemente tão estranho, pelos finais de semana de reclusão e imersão neste trabalho, e pelo suporte nesses anos que foram tão desafiadores. Aos colegas do Programa de Pós-graduação da UnB que acompanharam o desenrolar deste trabalho, seja em conversas amigáveis de corredor, seja em leituras parciais e atenciosas, seja em momentos de descontração presenciais ou virtuais. Em especial, à Larissa, Sarah e Carol. Ao grupo de pesquisa Ciência, Tecnologias e Públicos (CTP) que observou de perto e auxiliou o desenvolvimento desta dissertação à medida que ia tomando forma, desviando-se e voltando ao rumo. Ao meu orientador Tiago que me incentiva desde 2017 a perseguir temas tão importantes para mim, e ao mesmo tempo tão desafiadores. Aos professores e professoras do Programa de Pós-graduação da UnB que contribuíram de maneira direta ou indiretamente para o meu trabalho. Aos cientistas entrevistados, sem a ajuda de vocês esta dissertação não teria sido escrita. Este trabalho foi financiado pela CAPES, para a qual expresseo o meu profundo agradecimento por ter permitido financeiramente a sua realização. Por fim, às minhas verdadeiras inspirações, os(as) meus(as) companheiros(as) não-humanos(as) que já partiram ou que ainda me acompanham fisicamente.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a controvérsia em torno das remoções de carbono, a partir da adoção de tecnologias de manejo de pastagens degradadas, e entrelaçamentos com as dinâmicas sociais e políticas dessas estratégias para a pecuária brasileira. A adoção de tecnologias de recuperação de pastagens degradadas, ou integração com outros agrossistemas (como lavouras e florestas), parte da ideia de que, pelo manejo das pastagens, é possível fortalecer o mecanismo de estoque de carbono nos solos e, assim, reduzir as emissões pela remoção. Apesar do lugar de destaque ocupado nas políticas nacionais, isso não quer dizer que não existem controvérsias, ou que a ciência fala “a verdade” ao poder, em um movimento linear de aconselhamento. Dessa maneira, a noção de coprodução é mobilizada para investigar as complexidades e imbricamentos entre ciência e política, as quais são mutuamente coproduzidas nesse contexto. Para isso, investigamos dois grupos de cientistas que contribuem significativamente com pesquisas e disputam resultados conflitantes sobre o potencial de mitigação das tecnologias de manejo, que estão relacionados à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e ao Centro de Sensoriamento Remoto (CSR) da Universidade Federal de Minas Gerais. Em termos operacionais, foram realizadas sete entrevistas qualitativas em profundidade para acessar as narrativas dos cientistas de tais grupos, junto a leituras de trabalhos técnicos e participação em eventos da área, no intuito de entender os critérios em negociação e que tipo de concepções geopolíticas, epistemológicas e direcionamentos para a política os cientistas estão coproduzindo. De maneira geral, questionados sobre a controvérsia, os cientistas buscam critérios neutros e fronteiras objetivas para se referirem e justificarem os resultados considerados divergentes, como a quantidade de pesquisas, as escolhas metodológicas para lidar com dados diversos, e a forma de publicar seus resultados. Mais do que isso, apresenta-se que eles disputam os próprios termos das negociações, ou seja, partem e resultam de enquadramentos diversos do que seria ou é o mundo, colocando em discussão a geopolítica climática e concepções epistemológicas para o fazer científico. Assim, para além de negociações na esfera científica, argumenta-se que também há disputas nas formas de fazer ciência, tendo em vista que os debates tomam efeito de realidade e contribuem para constituir uma arena híbrida, na qual cientistas da Embrapa defendem a ideia de uma ciência preocupada e alinhada a interesses nacionais, enquanto cientistas do CSR argumentam em prol de uma ciência mais desinteressada. E que tais defesas e disputas também se relacionam a tentativas deliberadas de influenciar os rumos da política climática.

**Palavras-chave:** coprodução; controvérsia científica; interface ciência-política; pecuária e mudanças climáticas; remoção de carbono nos solos.

## ABSTRACT

This paper investigates the controversy around carbon removals, from adopting degraded pasture management technologies, and the entanglements with social and politics dynamics of these strategies for Brazilian ranching. The adoption of such strategies for recuperating degraded pasture, or integration with other agrosystems (such as crops and forests), are based on the idea that managing pasture allows for to strengthen of the carbon stock mechanism in soils and thus reduces emissions by removal. Despite the prominent place occupied in national policies, this does not mean that there are no controversies or that science speaks “the truth” to power in a linear movement of advice. Thus, the notion of co-production is mobilized to investigate the complexities and intertwining of science and politics, which are mutually co-produced in this context. To do so, two groups of scientists are investigated that contribute significantly with research and conflicted results regarding the mitigation potential of management technologies, and they are related to the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa) and the Remote Sensing Center of the Federal University of Minas Gerais (CSR). In terms of operationalization, seven qualitative in-depth interviews were conducted to access the narratives of the scientists of these groups, along with readings of technical papers and participation in events in the area, to understand the criteria under negotiation and what kind of geopolitical and epistemological conceptions and policy directions the scientists are co-producing. In general, questioned about the controversy, the scientists seek neutral criteria and objective boundaries to refer to and justify divergent results, such as the amount of research, methodological choices to deal with diverse data, and how they publish their results. Moreover, they also dispute the very terms of the negotiations, that is, each group of scientists starts from and results from diverse framings of what the world would be or is, putting into discussion climate geopolitics and epistemological conceptions for doing science. Thus, in addition to negotiations in the scientific sphere, it is argued that scientists also dispute the ways of doing science, given that the debates take effect of reality and contribute to constituting a hybrid arena of dispute, where Embrapa scientists defend the idea of science concerned and aligned with national interests, while CSR scientists argue for a more disinterested science steeped in interests. And those defenses and disputes are also related to deliberated attempts to influence the directions of climate policy.

**Keywords:** co-production, scientific controversy, science-policy interface, livestock and climate change, carbon removal in soils.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Publicação no <i>Twitter</i> do ex-ministro Ricardo Salles .....	17
Figura 2 – Distribuição do rebanho bovino em 2020 (cabeças) .....	51
Figura 3 – As principais fontes de emissão e remoção de gases de efeito estufa e processos em ecossistemas manejados .....	58
Figura 4 – Ciclo do carbono .....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Emissões por atividade econômica.....	18
Gráfico 2 – Representatividade das exportações da bovinocultura de corte no total exportado pelo Brasil em 2020 .....	48
Gráfico 3 – Emissões da Agropecuária por fonte no período 1990-2019.....	59
Gráfico 4 – Projeções das emissões futuras até 2030 sob diferentes cenários modelados.....	143

## LISTA DE SIGLAS

ABC	Agricultura de Baixo Carbono
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
AFOLU	Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo
COP	Conferência das Partes
COT	Carbono Orgânico Total
CPBMC	Contra-Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
CQNMUC	Convenção-Quadro das Nações Unidas Sobre Mudanças Climáticas
CSR	Centro de Sensoriamento Remoto
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
GEE	Gases de Efeito Estufa
GGAA	<i>Greenhouse Gas and Animal Agriculture</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ILP	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
Imaflora	Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação
MCTIC (antigo)	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NDC	Contribuições Nacionalmente Determinadas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMI	Organização Meteorológica Internacional
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
Pnuma	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PT	Partido dos Trabalhadores

SCC	Sociologia do Conhecimento Científico
SEEG	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa
SNPA	Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária
TAR	Teoria Ator-Rede
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1</b>	<b>CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS: ESTUDANDO CONTROVÉRSIAS E IMBRICAMENTOS ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....</b>	<b>26</b>
1.1	CTS E CONTROVÉRSIAS NA CIÊNCIA.....	27
1.2	COPRODUÇÃO E IMBRICAMENTOS ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA .....	32
1.3	INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	38
1.4	CONCLUSÕES: AS CONTROVÉRSIAS NA CIÊNCIA E OS IMBRICAMENTOS COM AS POLÍTICAS.....	44
<b>2</b>	<b>PANORAMAS DA PECUÁRIA .....</b>	<b>45</b>
2.1	ENTRE A IMPORTÂNCIA E A RESPONSABILIDADE .....	47
2.2	O QUE GADO TEM A VER COM O CLIMA? .....	55
2.3	POLÍTICAS CLIMÁTICAS.....	65
2.4	CONCLUSÕES: A PECUÁRIA BRASILEIRA, CARBONO NO SOLO E POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO .....	71
<b>3</b>	<b>NEGOCIAÇÕES DE VALIDADE E CREDIBILIDADE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>72</b>
3.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	74
3.2	PONTOS DE PARTIDA DA CONTROVÉRSIA .....	77
3.3	“ESTAMOS NO CAMINHO CERTO” .....	83
3.4	VARIÁVEIS E MEDIÇÕES COMPLEXAS .....	93
3.5	CONCLUSÕES: CONFRONTOS DE RESULTADOS, TENTATIVAS DE FECHAMENTO E CRITÉRIOS NEGOCIADOS .....	102
<b>4</b>	<b>DISPUTAS PELOS MODOS DE FAZER CIÊNCIA E SEUS EFEITOS DE REALIDADE.....</b>	<b>104</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	105
4.2	REPRESENTAÇÕES DA GEOPOLÍTICA CLIMÁTICA: INTERESSES ANTAGÔNICOS OU COMPLEMENTARES? .....	109
4.2.1	<b>Defesa da pecuária contra injustiças: especificidades brasileiras contra a “visão do hemisfério norte” .....</b>	<b>110</b>
4.2.2	<b>Desmatamento e sustentabilidade na questão das responsabilidades climáticas .....</b>	<b>115</b>

4.3	NACIONALISMO E COSMOPOLITISMO EPISTEMOLÓGICOS?.....	120
4.3.1	<b>Ciência aberta a debates e incertezas, mas eivada de interesses.....</b>	<b>123</b>
4.3.2	<b>Nacionalismo metodológico e ciência “proativa e preocupada” com interesses nacionais .....</b>	<b>126</b>
4.3.3	<b>“A gente vai em cima dos resultados”: cosmopolitismo epistemológico por uma ciência séria e robusta .....</b>	<b>129</b>
4.4	DIMENSÕES INSTITUCIONAIS E TENTATIVAS DELIBERADAS DE DISPUTAR POLÍTICAS .....	132
4.4.1	<b>Embrapa e estratégias políticas para uma pecuária eficiente, sustentável e brasileira .....</b>	<b>134</b>
4.4.2	<b>Poderia ter sido diferente: políticas diversificadas.....</b>	<b>141</b>
4.5	CONCLUSÕES: DISPUTAS HÍBRIDAS DA CIÊNCIA E DA POLÍTICA.....	147
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>149</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>152</b>

## INTRODUÇÃO

Durante o Fórum Brasil Pró-Clima, em 2021, a então ministra da Agricultura, Tereza Cristina, proferiu as seguintes palavras: “todos aqui sabemos das características da nossa agricultura tropical, que se singulariza como uma das mais produtivas, inovadoras e descarbonizantes do mundo” (CARRANÇA, 2021). Ao contrário das falas de líderes internacionais sobre a negligência do Brasil e de sua produção agropecuária com relação às consequências climáticas (G1, 2019a), a ministra sustentou que existia um desconhecimento tanto sobre a agropecuária quanto sobre as florestas brasileiras, e que isso trazia uma ideia equivocada acerca do setor. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a pecuária brasileira seria capaz de gerar créditos de carbono, mesmo com média lotação no pasto (MAIO, 2021). Porém, para Ciniro Costa Junior, pesquisador do Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), em entrevista ao Clima Info, “a agropecuária brasileira continua sendo pautada por mecanismos de baixa eficiência, que afetam o clima e a produtividade no campo”. *“O que sabemos, e não sabemos, sobre a carne e o aquecimento global”* é o título de uma reportagem desse mesmo jornal eletrônico, na qual são apresentados argumentos de diferentes cientistas sobre as evidências da relação entre consumo de carne e mudanças climáticas (PLUMER, 2019). Apesar dos dados sólidos, como apontam alguns dos cientistas, o referido texto afirma que “existem algumas perguntas sem resposta”, por exemplo, as vantagens de diferentes formas de criação de gado, alimentado com capim ou em confinamento. Isso porque dependem de perguntas mais complexas, como se as pastagens podem remover carbono liberado. *Em um cenário de debates e “perguntas sem respostas”, qual a capacidade dos solos recuperados e integrados de remover carbono emitido pelas atividades da pecuária? Tendo em mente as metas climáticas nacionais, as contribuições de tais estratégias seriam suficientes?* Esses são alguns dos questionamentos que caracterizam a controvérsia e a interface ciência-política estudada na presente dissertação.

Se poucas décadas atrás as mudanças climáticas e o aquecimento global antropogênico ainda eram tópicos de discussão no que se refere à extensão de seus impactos e ao papel das atividades humanas nessas alterações ambientais, atualmente, pode-se dizer que são aceitos como legítimos, que existe um consenso científico sobre essa realidade (ORESQUES, 2004). Em outras palavras, o fato de que as sociedades humanas impactam de forma determinante o clima e de que há necessidade de tomar ações para limitar essa influência e propor mecanismos de mitigação adaptação está bem consolidado, especialmente na comunidade científica. Apesar de ainda existirem determinados grupos, indivíduos e narrativas que questionam tal consenso, seja

desconfiando da ciência ou fabricando “*falsas controvérsias*” para fomentar o afastamento dessas discussões na esfera pública, a legitimidade das afirmações sobre a gravidade das mudanças climáticas não é abalada (RAJÃO *et al.*, 2022). Na última década, inclusive, 99,9% dos artigos publicados consideraram a causalidade das ações humanas relacionadas às mudanças climáticas contemporâneas (LYNAS; HOULTON; PERRY, 2021) – o não quer dizer, no entanto, que as controvérsias não existem.

Cabe ressaltar, nesse contexto, que o consenso das mudanças climáticas antropogênicas não é restrito à comunidade científica, na medida em que acordos também são consensuados entre países, instituições de governança criadas e propostas de redução das emissões compartilhadas. Isso não significa que não existem disputas ou controvérsias, mas que, de alguma forma, foram ou estão sendo feitas negociações na tentativa de estabelecer consensos. Sobre acordos, instituições e propostas a nível global, a Agenda 2030, elaborada pela Organização das Nações Unidas (ONU), estabelece objetivos a serem atingidos coletivamente para promoção do desenvolvimento sustentável, dentre os quais se insere a questão climática. A ONU foi responsável por uma gama de conferências internacionais para debater as mudanças climáticas e a sustentabilidade, sendo que, em uma delas, foi criada a Convenção-Quadro das Nações Unidas para as Mudanças Climáticas (CQNUMC). Tal instituição desempenha um papel central na organização de conferências regulares entre os países signatários dessa convenção (Conferências das Partes, ou COPs), no intuito de discutir o andamento das políticas, as metas propostas, entre outras questões. Assim, os países integram essas discussões (ou não, dependendo de sua posição política com relação aos acordos), e estabelecem metas no âmbito global para serem cumpridas nacional e localmente, a partir de propostas e ações mais localizadas. No caso brasileiro, além dos compromissos nacionalmente determinados (NDC) para a redução das emissões, a Política Nacional de Combate às Mudanças Climáticas (PNMC) sumariza os esforços estabelecidos para atingir tais objetivos, e estabelece áreas e projetos prioritários de atuação (BRASIL, 2009). Portanto, pode-se afirmar que existem diversos níveis de governança das mudanças climáticas, e que países, instituições e tomadores de decisão se organizam para debater e propor estratégias. Porém, mesmo considerando as políticas estabelecidas, os acordos firmados e as instituições criadas local e globalmente, as controvérsias não desaparecem, o que implica dizer que os arranjos políticos não dependem de consensos anteriores para serem construídos (JASANOFF, 1987; NELKIN, 1975). Mais ainda, os próprios acordos, políticas e instituições não estão fora das controvérsias, uma vez que as decisões são tomadas em um emaranhado de influências políticas, sociais e científicas, as quais incidem não

apenas em concepções sobre as mudanças climáticas, mas sobre a ciência, a política e a sociedade.

Assim, apesar do consenso na comunidade científica sobre o aquecimento global antropogênico, ou das políticas implementadas e das instituições desenhadas especificamente para elaborar acordos, propor metas coletivas e organizar os debates entre os países, nem tudo é consensual. Isso quer dizer que as decisões sobre quais ações devem ser tomadas para frear a expansão das alterações climáticas e sobre como devem ser ordenadas as políticas, os acordos, as metas, as estratégias e as instituições responsáveis, foram elaboradas em contextos de controvérsia. Porque, na interface entre ciência e políticas públicas, essas esferas não se constituem em uma relação linear e progressiva, na qual supostamente deveria haver um consenso científico anterior às propostas políticas. Ao contrário de um modelo linear do conhecimento que fundamenta políticas, tem-se um emaranhado de relações, com nuances nas relações entre ciência e política, entre cientistas e tomadores de decisão (LAHSEN, 2004, 2007, 2009; MIGUEL; MAHONY; MONTEIRO, 2019). Por exemplo, no dia 15 de dezembro de 2019, último dia da Conferência do Clima em Madri, a Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas de 2019, denominada COP25, o então ministro do Meio Ambiente, Ricardo Salles, publicou em seu *Twitter* a foto de um churrasco bovino com a seguinte legenda: “*Para compensar nossas emissões na COP, um almoço veggie*” (Figura 1). Tal conferência contava com diversos representantes para discutir e elaborar estratégias para acelerar o combate às mudanças climáticas. Além de pressões da sociedade civil, como grupos de jovens ativistas e populações tradicionais, os debates em tal conferência ocorreram sob o pano de fundo de “impactos cada vez mais visíveis” das alterações do clima, que iam desde incêndios florestais até eventos climáticos extremos, como furacões atingindo especialmente regiões tropicais (G1, 2019b, 2019c). Assim, no contexto cada vez mais urgente de limitar e controlar os impactos dos aumentos da temperatura global, Ricardo Salles levantou um ponto central: a produção e o consumo de alimentos de origem animal, pelas atividades pecuárias, e suas conexões com a emissão de gases de efeito estufa (GEE), especialmente com relação à “compensação”. No cenário brasileiro, tal ponto está intimamente ligado aos mecanismos dos solos capazes de remover carbono liberado na atmosfera.

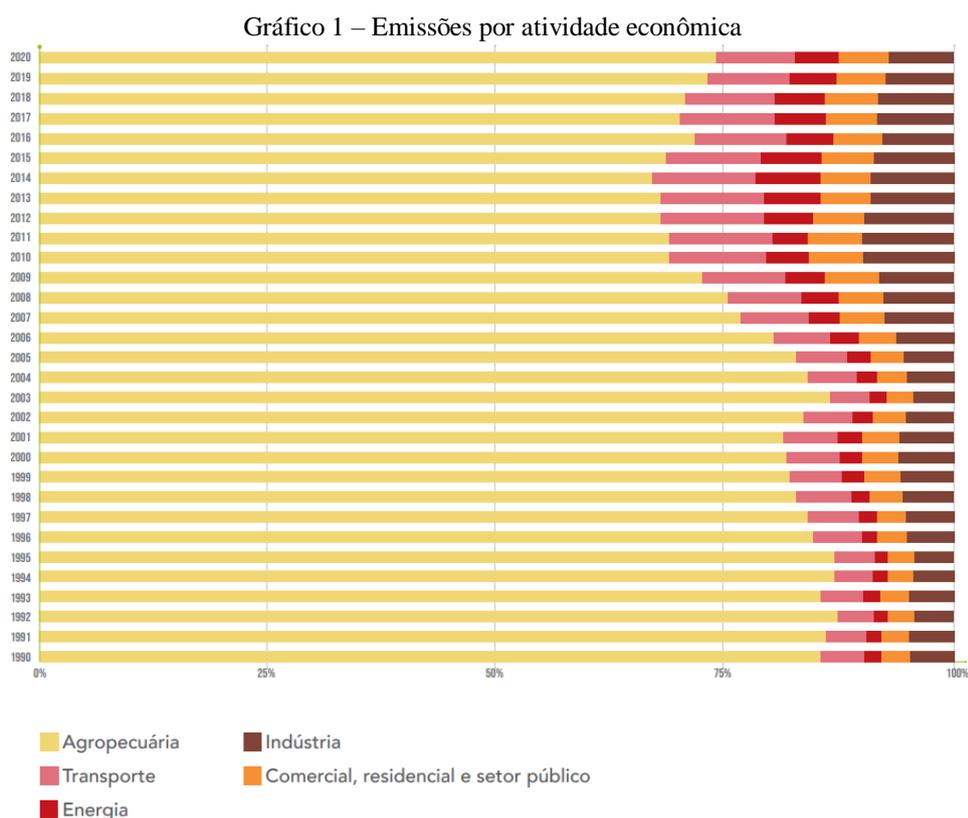
Figura 1 – Publicação no *Twitter* do ex-ministro Ricardo Salles

Fonte: Salles (2019)

Em poucas palavras, as remoções de carbono englobam mecanismos e tecnologias capazes de remover ou retirar os GEE já liberados na atmosfera terrestre. Nesse sentido, os debates sobre as possibilidades de combater as mudanças climáticas concentram-se em duas ações ou dois tipos de estratégias: 1) mitigação ou redução das emissões, ou seja, tecnologias capazes de emitir menos GEE em comparação ao cenário anterior; 2) adaptação, no sentido da resiliência frente às consequências climáticas (BRASIL, 2009; IPCC, 2006). As estratégias de remoção, que apresentam mecanismos capazes de retirar tais gases da atmosfera, principalmente pelo manejo de solos e vegetações, são mecanismos de mitigação a partir da compensação. No cenário brasileiro, o fortalecimento das remoções, junto à redução das emissões e à implementação de medidas de adaptação, integra o rol de ações nacionais estabelecidas na PNMC. Porém, a contabilização das remoções, assim como outras questões envolvendo as mudanças climáticas, é um debate permeado de controvérsias. Como mensurar as remoções, quais variáveis devem ser utilizadas, que fatores de remoção considerar – especialmente, em contextos de diversidade de tipos de solo e vegetação –, e como fazer projeções futuras dessas remoções são alguns dos pontos de discussão. Para ilustrar a complexidade das relações entre conhecimento científico e ordenamento das políticas e decisões, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), instituição responsável por descrever o estado da arte das pesquisas climáticas e estabelecer diretrizes científicas das contabilizações, salienta que, apesar da falta de consenso e das controvérsias decorrentes do

elevado grau de incerteza das remoções de carbono, essas ações serão cada vez mais necessárias (IPCC, 2022).

Historicamente, o Brasil, enquanto um país que integra acordos e convenções climáticas internacionais, foi palco de importantes conferências, como a Rio 92 e a Rio +20, nas quais discutiu-se metas e compromissos para a agenda ambiental sustentável nos cinco continentes. Com relação à responsabilidade e à contribuição para as mudanças climáticas, pode-se dizer que o perfil de emissões no país é diferenciado, especialmente das nações do Norte Global. Isso porque a atividade pecuária ocupa posição central, tanto em termos climáticos quanto econômicos, sociais e políticos, tendo em vista que mais da metade das emissões é creditada aos processos pecuários. O destaque se torna ainda maior se forem contabilizadas as emissões indiretas relacionadas à degradação de áreas de vegetação nativa para pastagens, como pode-se visualizar no gráfico subsequente.



Fonte: SEEG (2021)

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG), com relação ao ano de 2020, “quando se soma o total emitido por mudança de uso da terra e as emissões totais da agropecuária, [...] conclui-se que quase três quartos (73%) das emissões nacionais estão direta ou indiretamente ligadas à produção rural e à especulação

com terras” (SEEG, 2021, p. 6). Assim, a pressão constante pela expansão das áreas destinadas especialmente à pecuária relaciona-se ao desmatamento e às mudanças no uso e manejo da terra no território nacional (BRASIL, 2012). No ano de 2020, as mudanças no uso da terra foram responsáveis pela maior quantidade de emissões, com 46% do total bruto, enquanto a agropecuária contribuiu com 27% (SEEG, 2021). De acordo com o SEEG (2021), se forem descontadas as remoções, ou seja, o carbono sequestrado, a porcentagem das mudanças de uso da terra reduziria para 22%, contabilizada como total líquido das emissões. Considerar o mecanismo de sequestro de carbono significa apontar como o manejo e o uso da terra podem ser tanto uma fonte de emissões quanto uma compensadora, na medida em que as pastagens enfraquecem a capacidade dos solos como sumidouros de carbono, e que técnicas de recuperação e integração a outros agrossistemas fortaleceriam essa capacidade. Portanto, levando em conta a importância das atividades pecuárias no âmbito nacional, tornam-se igualmente importantes as estratégias para diminuir suas emissões, sejam de redução propriamente ditas ou de compensação. Apesar dessa importância, não existe consenso sobre os fatores de mensuração das remoções de carbono, nem sobre a contribuição dessas estratégias para o cumprimento das metas e políticas climáticas nacionais. *Se os efeitos e a definição dos potenciais das estratégias de manejo estão em jogo, como e por quem estão sendo disputados? Ou, ainda, o que isso tem a ver com o contexto social político mais amplo?*

Face ao exposto, investigamos os debates em torno das remoções de carbono como estratégias de mitigação para a pecuária brasileira, tanto em termos técnicos quanto em termos de desdobramentos em direcionamentos na ciência e na política. Partimos, portanto, de duas questões principais: de um lado, as controvérsias científicas com relação aos dados e formas de mensuração das remoções de carbono no debate climático; de outro, os entrelaçamentos entre ciência e política no debate sobre manejo de pastagens degradadas, que considera os dados controversos e extrapola as discussões técnicas, envolvendo concepções geopolíticas e epistemológicas sobre o próprio conhecimento e as mudanças climáticas. Para isso, nos apoiamos nos estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) sobre a interface entre ciência e política, considerando o conhecimento utilizado como base na formulação das políticas públicas e, em especial, a noção de coprodução para compreender, em detalhes, as particularidades do debate sobre as remoções de carbono no Brasil e seu transbordamento para além das negociações dentro da ciência. O que está em jogo não é apenas a maneira como os cientistas justificam suas pesquisas ou criticam outras, e sim e como essas disputas estão interconectadas a dimensões sociais mais amplas, e às próprias concepções de ciência e política,

ambas sendo coproduzidas mutuamente em diferentes contextos (JASANOFF, 2001, 2004a, 2004b, 2004c).

Nesse sentido, há um entrelaçamento entre o contexto macrossocial, dos debates globais sobre mudanças climáticas, e a contribuição brasileira no sentido políticas propostas para o cenário nacional frente aos compromissos firmados; e o microssocial, vinculado à atuação e pesquisas dos cientistas responsáveis pelas análises e interpretação dos dados referentes às emissões e remoções brasileiras. Tendo em mente o objetivo citado, buscamos identificar, nas narrativas dos próprios cientistas, como a ciência e a política estão imbricadas. Ao invés das ideias de desinteresse, objetividade e neutralidade, a ciência e os cientistas foram compreendidos (apresentados) enquanto “atores situados, condicionados por valores e imaginários mais amplos” (MONTEIRO; RAJÃO, 2017, p. 469). Por isso, entendemos que há questões políticas e epistemológicas envolvidas nos estudos e vieses adotados por esses atores (LAHSEN, 2009). Ao acessar suas narrativas sobre as próprias pesquisas, ou os trabalhos com resultados distintos, apontamos para como eles negociam a credibilidade dos dados e para o próprio contexto de negociação, ou seja, que imaginários ou concepções são acionadas em seus discursos frente ao contexto controverso do debate. Portanto, procuramos contribuir com os trabalhos na interface ciência e política no âmbito climático, ao aprofundar nos discursos dos cientistas e na forma como eles revelam os termos da negociação e acionam concepções geopolíticas, epistemológicas e institucionais em suas narrativas. Mais ainda, considerando que os dados não são suficientes para encerrar uma controvérsia, como a literatura sociológica apresenta (BIJKER *et al.*, 1987; COLLINS, 2011; SHAPIN; SCHAFFER, 2011), as justificativas que os cientistas dão para validar suas posições, e as formas pelas quais as ideias de ciência e política estão emaranhadas em suas narrativas são os pontos focais do presente trabalho, constituindo o que chamamos de *entrelaçamentos inevitáveis*.

Quando dizemos que serão acessadas as narrativas dos cientistas da controvérsia, de quais cientistas estamos falando? Existem algumas instituições científicas brasileiras que atuam diretamente na publicação de dados e pesquisas relacionadas aos mecanismos de remoção de carbono por pastagens recuperadas ou integradas. Nesta pesquisa, focamos em cientistas de duas delas: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e o Centro de Sensoriamento Remoto (CSR), instalado no Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Justificamos essa escolha porque, quando observamos atuação de seus cientistas, a posição de centralidade e os impactos de suas pesquisas nos debates nacionais, as referidas instituições ocupam posição de destaque. Nesse sentido, buscamos analisar tanto as instituições quanto os próprios cientistas e suas pesquisas, porque partimos da

ideia de que é bem provável que os membros de uma mesma instituição de pesquisa compartilhem perspectivas similares com relação à controvérsia (COLLINS, 1981a).

A Embrapa, enquanto uma empresa comprometida com a produção de tecnologias e conhecimentos para a agropecuária nacional, conta com inúmeras publicações de artigos e livros sobre técnicas de recuperação e integração de pastagens degradadas. Nos portfólios e projetos da empresa, os temas centrais são “Integração Lavoura-Pecuária-Floresta”, “Solos no Brasil” e “Mudanças Climáticas”, os quais visam promover o aumento do sequestro de carbono no solo e na biomassa, além de gerar soluções para ampliar a competitividade e a sustentabilidade na produção agropecuária brasileira, no intuito mais amplo de produzir alternativas para adaptação e controle das emissões do setor. Isso significa que a atuação da empresa, institucionalmente, busca abranger essas temáticas, as quais se relacionam diretamente com o manejo das pastagens degradadas, a adoção de tecnologias de recuperação e integração, e ao mecanismo de compensação pelo sequestro de carbono nos solos (EMBRAPA, 2022). É importante destacar, ainda, que o selo “Carne Carbono Neutro”, desenvolvido pela Embrapa, ao ser concedido para produtores agropecuários que adotam sistemas de integração de suas pastagens a outros agrossistemas, também demonstra a posição da instituição no debate (ALVES, 2015). Para além de tais direcionamentos, cientistas da Embrapa integram o Observatório ABC, instituição que produz relatórios e outros trabalhos sobre a adoção das estratégias climáticas a nível nacional, os quais apontam os mecanismos de remoção de carbono como elementos centrais no cumprimento das metas (OBSERVATÓRIO ABC, 2015).

Já o CSR, como o próprio nome já indica, reúne pesquisadores e acadêmicos dedicados, principalmente, às pesquisas sobre sensoriamento remoto, com destaque para a região da Amazônia brasileira, bem como sobre as políticas nacionais de desmatamento e as tecnologias de manejo e uso da terra. Enquanto um centro de pesquisa vinculado à UFMG, o CSR tem como foco a análise e a modelagem de sistemas ambientais, sendo que seus trabalhos se voltam para projeções de cenários e avaliações de políticas públicas. Dentre os seus principais produtos, destacam-se os *softwares* de modelagem, ou seja, as ferramentas computacionais desenvolvidas pelos seus pesquisadores, que são capazes de analisar (e modelar) as mudanças no uso da terra no Brasil, como índices de queimadas, incêndios florestais e desmatamento – especialmente, para abertura de pastagens. O Dinâmica EGO, principal *software* produzido pela instituição, também é utilizado no desenvolvimento de *softwares* e modelagens mais especializadas, como o Otimizagro, para manejo do solo no território nacional e emissões associadas, e o SimPecuária, para a cadeia de produção da pecuária, seus impactos ambientais e climáticos

(BATISTA *et al.*, 2019; MERRY; SOARES-FILHO, 2017; SOARES-FILHO *et al.*, 2003, 2016; entre outros)<sup>1</sup>. Inclusive, tais plataformas são mobilizadas por outros cientistas em trabalhos sobre modelagem ambiental e prospecção climática. A atuação do CSR é bastante presente na comunidade científica e nas discussões políticas atuais sobre uso da terra, envolvendo desde programas de mestrado e doutorado, passando por cursos livres e eventos organizados com outras instituições e pesquisadores estrangeiros, até artigos e pesquisas publicadas em revistas internacionais. A exemplo disso, destacamos o artigo de Raoni Rajão, vice-coordenador do centro de pesquisa, desenvolvido junto de outros colaboradores, intitulado “*The rotten apple of Brazil’s agribusiness: Brazil’s inability to tackle illegal deforestation puts the future of its agribusiness at risk*” (RAJÃO *et al.*, 2020)<sup>2</sup>. A partir da publicação na revista Science, ele foi discutido em diversos veículos de comunicação, gerou réplicas e comentários com críticas de outros cientistas.

Com relação à controvérsia científica em questão, tanto na Embrapa quanto no CSR, os cientistas estão ativamente envolvidos na realização dos experimentos (neste caso, nos cálculos das remoções e projeções futuras), contribuindo para o entendimento dos processos e dinâmicas científicas. Portanto, ambos os grupos e seus pesquisadores se configuram enquanto o *core-set* da controvérsia (COLLINS, 1981a, 2011). Por constituírem-se como centrais no debate, trazendo contribuições relevantes, faz sentido recorrer às narrativas desses cientistas para compreender a controvérsia em si e as conexões entre ciência e política. Tendo em vista a necessidade de atentar para os detalhes, as nuances e o contexto da controvérsia, fundamentamos metodologicamente a análise na *abordagem qualitativa*, justamente pelas possibilidades de entender particularidades em sua complexidade. Para Mason (2002), a pesquisa qualitativa tem a capacidade de constituir argumentos convincentes sobre como as coisas funcionam em um determinado contexto e, ao conectá-lo a explicações detalhadas, produzir “generalidades intercontextuais”. Ou seja, ao invés de buscar uma análise dissociada da realidade, dos contextos em questão, essa abordagem permite explorar uma variedade de dimensões da vida social (MASON, 2002). Isso vai ao encontro dos enquadramentos desenvolvidos por Jasanoff (2004b) no que se refere à coprodução, a qual possibilita compreender as complexidades e nuances de realidades entrelaçadas, ou seja, do conhecimento, da ciência e da sociedade coproduzidos.

---

<sup>1</sup> Informações contidas no site institucional do centro de pesquisa (UFMG, 2022).

<sup>2</sup> Em tradução livre: “As maçãs podres do agronegócio brasileiro: a incapacidade do Brasil de rastrear desmatamento ilegal coloca o futuro do agronegócio em risco”.

Mais especificamente, a pesquisa foi desenvolvida em duas etapas principais: primeiro, a definição do *core-set* da controvérsia e nossa a imersão linguística a partir da participação em eventos científicos promovidos pelos cientistas e instituições envolvidas na controvérsia, bem como da leituras de artigos e outros trabalhos centrais; segundo, a realização de entrevistas qualitativas semiestruturadas com os cientistas para acessar narrativas que não necessariamente estão documentadas nas publicações, como sugere Mason (2002). De acordo com Collins (1981a, p. 9), “a melhor maneira de descobrir quem são os membros do *core-set* é localizar alguns na literatura e citações, e perguntar quem mais eles acham que fez uma contribuição significativa para o debate”. Ou seja, imergir na literatura considerada “técnica” do debate, na qual os cientistas realizaram suas análises e experimentações, serviu tanto para localizar os atores centrais na controvérsia quanto para capacitar a pesquisadora a se comunicar com os cientistas, na tentativa de adquirir uma certa expertise linguística. Isso porque nos inspiramos no posicionamento da compreensão participante, em que a questão da “proximidade” da investigadora no seu campo de estudos não é encarada como um problema. Ao contrário, a partir dessa perspectiva, aspiramos a “imersão total dentro de uma cultura por investigar, de maneira que possa ser desenvolvido um alto grau de compreensão reflexiva e uma capacidade interpretativa máxima do ponto de vista do sujeito social” (DUARTE; REYES-GALLINDO, 2021, p. 45).

Como Duarte e Reyes-Gallindo (2021) apresentam, a competência interativa total é um ideal metodológico, na medida em que existem limitações e obstáculos na prática. No caso da presente pesquisa, a intenção inicial era participar de diversos eventos organizados pelas instituições, socializar com os cientistas, acompanhá-los em seus respectivos laboratórios de pesquisas e realizar um volume maior de entrevistas, as quais seriam prioritariamente presenciais. Todavia, a pandemia da COVID-19 começou antes que essas etapas fossem realizadas, impossibilitando qualquer incursão, participação ou visita planejada anteriormente. Dentro dessas limitações, foi possível participar de apenas um evento científico organizado pela Embrapa em 2019, denominado *7th Greenhouse Gas and Animal Agriculture Conference*<sup>3</sup> (GGAA), que juntou cientistas nacionais e internacionais em torno do lema “*Ciência apoiando Práticas*”, para discutir emissões de GEE e a criação de animais. Na conferência, foi possível conversar com alguns cientistas da Embrapa e conhecer seus trabalhos, além de conhecer pesquisadores internacionais e identificar em quais áreas seus trabalhos se inserem. A partir

---

<sup>3</sup> Em tradução livre: “Conferência sobre Gases de Efeito Estufa e Pecuária”.

disso, conseguimos dialogar com um dos cientistas envolvidos na controvérsia, que também nos indicou para outros pesquisadores com os quais trabalha.

Dessa maneira, após as leituras e a participação no evento em busca de uma imersão linguística, realizamos entrevistas em profundidade com os cientistas que integram o *core-set* da controvérsia. Assim como para Duarte, um sociólogo estudando paleoceanografia, as nossas entrevistas foram, além de fonte de dados sobre a cultura científica e as narrativas dos atores, parte do processo de imersão no grupo da controvérsia (DUARTE; REYES-GALLINDO, 2021). Porém, por questões práticas, não foi possível realizar um maior número de entrevistas, nem mesmo mais extensas. Dentre mais de vinte cientistas identificados como membros ativos e centrais da controvérsia, tentamos contato por e-mail, mas apenas sete responderam. Após esse primeiro contato por e-mail, as entrevistas foram feitas na plataforma *Google Meet*, e os sete cientistas assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para permitir a utilização da gravação de voz, mas sem identificação pessoal, sendo citados com pseudônimos.

As entrevistas semiestruturadas com os cientistas foram o foco metodológico da presente dissertação, partindo das considerações epistemológicas de que dados significativos são gerados por tais entrevistas, na medida em que acessamos as articulações e argumentos dos cientistas, ou em que termos constroem suas narrativas (MASON, 2002). Isso, justamente, porque essas dimensões só são possíveis de serem compreendidas por meio das entrevistas, das análises qualitativas em profundidade das falas dos próprios atores. Apesar da impossibilidade de retirar a pesquisadora – e sua história – das entrevistas, buscamos entender os significados e narrativas dos outros cientistas a partir de uma apreciação empática (WARREN, 2002). Questionados especialmente pelos estudos em CTS, os ideais de neutralidade, objetividade e imparcialidade vão sendo substituídos por outros direcionamentos para garantir a validade dos dados, como competência interativa, imersão linguística, capacidade reflexiva e apreciação empática. A partir de um roteiro relativamente flexível, as entrevistas foram estruturadas com perguntas sobre os trabalhos dos cientistas, das instituições as quais são vinculados, das pesquisas envolvidas na controvérsia com resultados divergentes, e de suas opiniões e perspectivas no que se refere às políticas e negociações climáticas. Em seguida, foi realizada a transcrição dessas entrevistas, e as narrativas dos cientistas foram organizadas em categorias analíticas, contextualizadas nas próprias instituições e comparadas entre si. Em outras palavras, diante de um contexto controverso, em que diversas ideias e argumentos são debatidos, e tanto a política quanto a ciência são coproduzidas e constituídas mutuamente, a intenção foi organizar as narrativas tendo em mente quais critérios científicos de validade e legitimidade foram suscitados, e quais as perspectivas e ordenamentos acerca da ciência e da política climática.

Tudo isso no intuito de argumentar sobre como se constituem os processos de coprodução, e como eles se desenrolam nesse contexto particular (JASANOFF, 2004b; MASON, 2002).

Portanto, a dissertação segue estruturada em quatro capítulos. O primeiro tem como objetivo tecer considerações teóricas iniciais sobre as controvérsias na ciência, a ideia de “trabalho de fronteira” e os imbricamentos entre ciência e política, especialmente no contexto de governança das mudanças climáticas. Assim, além de contextualizar os enquadramentos teóricos mais amplos, trazemos exemplos de pesquisas que também mobilizaram esses conceitos e definições sociológicas. Já o segundo visa apresentar os panoramas da pecuária, as suas dimensões desde significados sociais e culturais até a responsabilidade climática, bem como os argumentos científicos e ordenamentos políticos pelos quais a criação de gado se relaciona com as mudanças no clima. O terceiro e o quarto são especialmente dedicados às duas etapas metodológicas descritas nos parágrafos anteriores: a apresentação dos artigos, trabalhos e outras publicações lidas para compreender a controvérsia “em seus próprios termos”, junto com explicações técnicas dadas pelos cientistas durante as entrevistas; e as narrativas dos pesquisadores entrevistados, os quais disputam e negociam, além dos critérios de validade, os termos da própria negociação, ou seja, o seu contexto, as concepções epistemológicas e geopolíticas associadas. Em suma, assumimos que a ciência, a política e a sociedade estão entrelaçadas, em um movimento mútuo de coprodução. E, na controvérsia sobre as remoções de carbono pelas pastagens brasileiras, apontamos como as fronteiras do conhecimento válido extrapolam a esfera científica e imbricam-se com as formas de ordenamentos da vida social de maneiras complexas e inevitáveis.

## 1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS: ESTUDANDO CONTROVÉRSIAS E IMBRICAMENTOS ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

No decorrer das próximas páginas, discorreremos sobre o campo de estudos em CTS, no qual o presente trabalho se insere e para o qual busca contribuir. Assim, este capítulo é dedicado a apresentar e debater o arcabouço teórico mobilizado nos capítulos subsequentes da dissertação. Temos, portanto, o objetivo de tecer considerações acerca do conceito de controvérsias no âmbito das diferentes abordagens sociológicas, e seu transbordamento para a arena política a partir dos estudos da interface ciência-política. Porém, no intuito de fugir das repetições, do “*lugar comum*” de sumarização do campo e suas principais contribuições teóricas, empreendemos uma apresentação em torno das controvérsias, do “trabalho de fronteira” na ciência e da noção de coprodução, elementos-chave para o presente estudo. Em outras palavras, muito se escreve sobre os CTS, inclusive revisões teóricas das abordagens constitutivas do campo (DUARTE; REYES-GALLINDO, 2019; MATTEDI, 2004, 2007; JASANOFF, 2004b, 2004b; PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011; SISMONDO, 2010; entre outros), mas a intenção aqui é trazer ideias, definições e conceitos dos principais enquadramentos teóricos e metodológicos que contribuem para a pesquisa aqui desenvolvida, junto a exemplos de estudos canônicos, para ilustrar as formas de elaboração das análises e os escrutínios sociológicos sobre a ciência realizada.

Os estudos CTS contribuíram de maneira decisiva para repensar categorias tomadas como dadas e a relação entre ciência e sociedade. Em síntese, desde influências filosóficas, passando por Merton e a sociologia institucional da ciência; pelos expoentes da sociologia do conhecimento científico; pela virada ontológica e trabalhos sobre a materialidade das práticas, da ciência não acabada; pela coprodução como alternativa para lacunas teórico-metodológicas anteriores; pela virada participativa e estudos sobre a relação complexa e não linear entre cientistas e os públicos (leigos); até os enquadramentos contemporâneos que incorporam outras perspectivas, como questões históricas ou de classe, gênero, etnias na análise sociológica. Ao contrário da relação “[...] por um lado marcada pela neutralidade, imparcialidade e objetividade da ciência e, por outro, pelos interesses e valores tradicionalmente reconhecidos como parte da esfera política” (MIGUEL, 2021, p. 54-55), os estudos CTS apontam para como a ciência e política são produzidas, relacionam-se de maneira complexa e constituem-se de maneira entrelaçada em diferentes contextos, não sendo possível pensar em fatos científicos apenas apropriados pelos formuladores de política ou pela sociedade. Olhar para as controvérsias torna-

se, nesse sentido, um ambiente privilegiado e um tema transversal de análise, tendo em vista que os sociólogos explicitam mecanismos e estratégias pelas quais os cientistas envolvidos tentam construir critérios de diferenciação entre o que será aceito ou não na comunidade. O que antes seria creditado à mera racionalidade científica, ou ao desenvolvimento natural e cumulativo das teorias, agora é colocado em jogo e analisado de maneira mais aprofundada. Porém, apesar de trabalhos canônicos, como a controvérsia na detecção de ondas gravitacionais ou a definição de conceitos e cálculos matemáticos, não é possível separar as dinâmicas da controvérsia de questões sociais e políticas mais amplas, na medida em que tais situações estão intimamente relacionadas às definições e às organizações das políticas, transbordando a esfera científica. Parte-se da premissa de que é demasiado simplista supor que o conhecimento científico é construído de maneira desinteressada, enclausurada e imparcial pelos cientistas, e posteriormente mobilizado pelos atores envolvidos nas tomadas de decisão, os quais buscam a “*verdade*” para fundamentar as decisões políticas (JASANOFF, 1990, 2011, 2015).

Dessa maneira, o presente capítulo estrutura-se em três subseções, intituladas “*CTS e controvérsias na ciência*”, “*Coprodução e imbricamentos entre ciência e política*” e “*Interface ciência-política das mudanças climáticas*”, respectivamente. Como as próprias nomenclaturas já adiantam, na primeira subseção, são apresentadas as controvérsias enquanto objetos de estudos pelas diferentes abordagens dos CTS, e as formas pelas quais os cientistas se organizam e realizam trabalhos de fronteira na delimitação do que é legítimo ou não, tendo em vista que, nas controvérsias, existem atores disputando significados, conceitos e resultados na ciência. Já a segunda subseção aborda a noção de coprodução e as considerações sobre os imbricamentos entre ciência e política, priorizando aqueles que se referem ao contexto de governança das mudanças climáticas, tanto para ilustrar quanto para situar os estudos com os quais a presente pesquisa busca dialogar e contribuir. Na última seção, por fim, são apresentados outros trabalhos que discutem as complexas relações na interface ciência-política climática, indo além da coprodução e de seu enquadramento interpretativo. Cabe ressaltar, ainda, que as ideias e abordagens aqui discutidas são retomadas de maneira pontual e direta nos capítulos subsequentes, no intuito de fundamentar as análises sociológicas empreendidas em cada um deles.

## 1.1 CTS E CONTROVÉRSIAS NA CIÊNCIA

Na tentativa de se contrapor às ideias sociológicas vigentes, pelas quais não competia à sociologia os estudos sobre o conteúdo científico propriamente dito, o campo da Sociologia da

Ciência e da Tecnologia, ou estudos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), abre caminho a partir da ideia central de que até mesmo o “método científico correto” é um processo social (COLLINS, 1981b). Isso quer dizer que a objetividade, neutralidade ou imparcialidade conferidas às teorias e métodos científicos são construídas dinamicamente com a sociedade (MIGUEL, 2021). Em outras palavras, “fatos e artefatos são tão somente resultados temporariamente estáveis de atividades heterogêneas de cientistas e seus imbricamentos em relação sociais e políticas mais amplas” (ROHRACHER, 2015, p. 200). Se os fatos e artefatos são resultados temporariamente estáveis, imbricados em dimensões sociais e políticas, existem processos, dinâmicas e critérios de escolha, além de que não há consensos a priori, nem um sentido cumulativo do conhecimento científico, como discute Duarte (2017) sobre a perspectiva kuhniana. Assim, o estabelecimento de determinada solução ou conclusão como válida ou correta não é uma decorrência direta e causal da utilização do método científico, ou de uma nova descoberta realizada pelos cientistas. Trata-se, na verdade, de um emaranhado de negociações e acordos no intuito de chegar em um consenso e encerrar as disputas, inerentes à própria atividade científica. Para Collins e Pinch (2003, p. 192), se:

[...] quisermos entender como funciona a ciência, precisamos analisar como causamos o aparecimento de montanhas e das novas elevações. Para fazer isso devemos compreender a ciência que dá certo e a que não dá. Somente dessa maneira teremos a coragem de escalar as montanhas proibidas do passado e as que estão se formando atrás de nós. Os exemplos que analisamos mostram que não existe uma lógica da descoberta científica. Ou, mais propriamente, se essa lógica existe então, ela é a lógica da vida diária.

Apesar dos esforços da ciência para retirar as disputas e os momentos de instabilidade tanto da história quanto das explicações científicas, produzindo as chamadas “caixas-pretas” (LATOUR, 2000), os CTS permitem atentar para esses estágios controversos na fabricação dos fatos e artefatos, sem tomá-los como dados. Ao lançar mão de uma abordagem simétrica, tanto das crenças verdadeiras e falsas (BLOOR, 2009) e quanto de atores humanos e não-humanos nos processos sociotécnicos (CALLON, 1984; LATOUR, 1994, 2012), esse campo de estudos multidisciplinar e diverso parte da não aceitação da inevitabilidade das construções científicas, sem assumi-las como as melhores ou as únicas soluções para determinado problema (SISMONDO, 2010; SHAPIN; SCHAFFER, 2011). Enquadrar a ciência e os consensos estabelecidos de maneira imbricada em processos sociais e políticos mais amplos, suscitando reflexões sociológicas, não significa desqualificá-los ou descredibilizá-los. Como Collins (1981b, p. 14) pontua, “as conclusões científicas são tão sólidas e confiáveis quanto qualquer coisa pode ser, e os métodos pelos quais são alcançadas são perfeitamente apropriados”. Então, tornar tais conclusões como objetos de escrutínio da sociologia, compreendê-las como uma

atividade social, política e cultural, ao abordar todos os lados das disputas e negociações, implica em rejeitar explicações que coloquem a ciência fora das dinâmicas sociais, a qual seria capaz de produzir as melhores soluções ou descobrir verdades sobre o mundo. Quando algo é decidido, ou quando uma teoria ou método obtém sucesso em detrimento de outras que fracassam no embate, é por causa de uma gama de forças, fatores e dinâmicas, ao contrário de um processo linear, cumulativo ou considerado natural da racionalidade científica.

Portanto, embates, disputas e controvérsias constituem a ciência e não arriscam sua validade ou credibilidade. Além disso, são temas centrais para os CTS, sendo abordados a partir de diferentes enquadramentos teórico-metodológicos, desde abordagens mais interpretativistas ou interacionais, como denomina Jasanoff (2004b), até aquelas mais voltadas para as práticas, ou constitutivas. De acordo com Duarte e Reyes-Gallindo (2019, p. 12), tais trabalhos compõem “uma área transdisciplinar que investiga os mais diversos processos envolvidos na produção, comunicação e legitimação dos conhecimentos científicos e tecnológicos”, incluindo as controvérsias. Já Sismondo (2010) afirma que trabalhos sociológicos nesse campo de estudos procuram especialmente os momentos de controvérsias, quando estão abertas e sem resolução, mas também quando já foram fechadas, no intuito de olhar para além das “*caixas-pretas*”. Porém, o que seria uma controvérsia? Indo além de um mero desentendimento entre cientistas e outros atores, pode-se definir as controvérsias como situações nas quais os atores discordam, ou concordam em discordar, mais ainda quando descobrem que não podem ignorar uns aos outros (VENTURINI, 2010). Apesar das distinções teóricas e metodológicas, os estudos CTS mobilizam, de alguma forma, o princípio da simetria (generalizada ou não) para dar conta de compreender os momentos em que:

[...] a vida coletiva fica mais complexa: onde está envolvida a maior e mais diversificada variedade de atores; onde alianças e oposições se transformam de maneira imprudente; onde nada é tão simples quanto parece, onde todos estão gritando e brigando; onde os conflitos surgem de modo mais duro (VENTURINI, 2010, p. 262).

A fim de criticar a definição de verdade relacionada à correspondência entre o conhecimento proposto e a realidade de fora, ou seja, como responsável por captar “*como as coisas são*” no mundo, Barnes e Bloor (1982) localizam a sociologia do conhecimento científico no embate com perspectivas relativistas e racionalistas. Nesse sentido, ao invés de afirmar que as crenças<sup>4</sup> são igualmente verdadeiras ou falsas, os autores apresentam o postulado de que elas estão a par umas com as outras no que se refere às causas de sua credibilidade. Isso

---

<sup>4</sup> Crenças no sentido durkheimiano, levando em consideração que as teorias e os métodos científicos também podem ser considerados enquanto crenças, apenas com uma lógica interna de raciocínio distinto.

significa dizer que “nem todas as crenças são igualmente verdadeiras ou igualmente falsas, mas sim que para além da verdade e da falsidade o fato de sua credibilidade deve ser tratado como igualmente problemático” (BARNES; BLOOR, 1982, p. 23). Portanto, a sociologia, e o estudo das controvérsias especificamente, devem empreender investigações para localizar as causas da credibilidade. Mais do que isso, ao contrário de críticas acerca das limitações do escrutínio sociológico apenas ao que se refere à credibilidade, e não à validade das crenças e teorias científicas, Barnes e Bloor (1982) apresentam que, como diversos sociólogos e historiadores da ciência já demonstraram, “cientistas diferentes apontaram diferentes conclusões e tomaram as evidências em direções diferentes. Isso foi possível porque algo só é evidência para alguma coisa quando se apresenta num contexto de suposições que lhe concedam significados” (BARNES; BLOOR, 1982, p. 29). Ou seja, de significados que permitem dizer o que pode ou não pode ser comprovado, aquilo que é ou não possível de concluir<sup>5</sup>. Assim, os autores argumentam que os fatos têm os mesmos efeitos e ocupam o mesmo papel nas teorias e crenças, tanto verdadeiras quanto falsas, de forma que seja necessário investigar sociologicamente ambas as definições de credibilidade e validade.

De maneira geral, independentemente da forma como as controvérsias são enquadradas, e de quais conceitos partem ou de que metodologias são empregadas para compreendê-las, todas as abordagens CTS compartilham uma ideia central: a de que critérios são definidos e quais mecanismos são acionados para lidar com e “fechar” a controvérsia, e, ao fim, resolvê-la sem fragilizar ou colocar em risco a categoria da ciência. Em outras palavras, quando uma definição ou resultado é controverso, quando cientistas e outros atores disputam a partir de lados distintos, são mobilizadas categorias para sustentar suas próprias posições frente às outras. Seja a partir de critérios epistêmicos, de dimensões sociais e culturais, como o prestígio dos experimentadores e a capacidade de persuasão, ou então da dinâmica pela qual os atores humanos e não-humanos se conectam em rede, os mecanismos de fechamento e resolução das controvérsias, mesmo que ainda em aberto, são centrais na análise sociológica. Em abordagens ditas constitutivas, como a Teoria Ator-Rede (TAR), são considerados outros elementos em disputa nas controvérsias, devido à extensão da agencialidade dos atores e à incorporação da ideia de rede e mecanismos de translação empregados pelos representantes – em especial, pelos cientistas –, para construir identidades para os atores envolvidos. Ao invés de se atentarem para os discursos e argumentos mobilizados, tais abordagens consideram a agência dos cientistas e

---

<sup>5</sup> Ambos os autores são influenciados pela linguística e abordagem de Wittgenstein (BARNES, 1974; COLLINS, 2011).

a maneira como eles se aliam a outros e fortalecem sua rede, fortalecendo também a sua posição na controvérsia. Se esses atores estabelecem limites para o que é considerado válido ou não, isso é feito nas práticas, na materialidade da produção da ciência e da sociedade de maneira indissociáveis. Já em abordagens mais interpretativas, especialmente da Sociologia do Conhecimento Científico (SCC), para se compreender o fechamento de controvérsias, é fundamental que sejam estudados os critérios de negociação da validade do experimento e das teorias, que envolvem tanto fatores da dita racionalidade científica, no caso de revisão por pares, publicações e veracidade dos dados mobilizados, quanto fatores sociais e culturais, como o prestígio das experimentadoras, sua reputação, entre outros.

Em poucas palavras, um dos focos dos estudos das controvérsias se dá nos mecanismos de fechamento, nas tentativas dos atores de encerrar as disputas, na estabilização de fatos e artefatos científicos em “*caixas-pretas*” a partir de enquadramentos e conceitos diferenciados. Dentre tais mecanismos, destacamos o conceito de *trabalho de fronteira*, ou *boundary-work* (GIERYN, 1983), que se refere aos movimentos pelos quais os atores estabelecem limites entre o que é ciência e o que não é, bem como limites de credibilidade no contexto das controvérsias em que os critérios ainda não foram definidos. Estabelecer limites ou fronteiras entre o que deve ser considerado enquanto uma expressão, um processo ou um experimento científico válido, significa tentar fechar as disputas e tornar vencedora sua posição. Nas palavras de Gieryn (1983), conceitua-se o *trabalho de fronteira* como, indo contra critérios lógicos de uma racionalidade intrinsecamente científica, as formas pelas quais os cientistas buscam manter sua autoridade e demarcar, a partir de determinados critérios e características, os limites entre a ciência e a não-ciência. Isso porque, em um contexto em que a ciência neutra e objetiva tem autoridade na tomada de decisões, torna-se primordial compreender os critérios negociados, as definições entre o que é e o que não é, e as fronteiras estabelecidas. Para Jasanoff (2011), delimitar o que é uma ciência “*boa*” para determinada tomada de decisão seria, na verdade, definir quais experimentos e resultados são válidos a partir da perspectiva do que é útil para a política.

Portanto, muitas das controvérsias não são necessariamente restritas à comunidade científica, na medida em que estão intimamente relacionadas à política – inclusive, no caso dos processos regulatórios e nas tomadas de decisão. Considera-se, então, que a denominada “*ciência regulatória*” seria “o domínio científico que opera na ‘zona social’ de fronteira entre ciências e políticas, no qual um tipo de conhecimento técnico e científico particular é produzido com vistas a orientar a tomada de decisões regulatórias” (MARTINS; GUIVANT, 2020, p. 144). Devido à centralidade da noção de coprodução na presente dissertação, a próxima seção

apresenta suas ideias gerais, especificidades e a questão dos entrelaçamentos entre ciência e política, abarcados pela coprodução, mas discutidos também em outros trabalhos, com destaque para a governança das mudanças climáticas (EDWARDS, 2010; EDWARDS; MILLER, 2001; HULME; MAHONY, 2010; LAHSEN, 2004, 2007, 2009; MILLER, 2001, 2004a, 2004b; entre outros).

## 1.2 COPRODUÇÃO E IMBRICAMENTOS ENTRE CIÊNCIA E POLÍTICA

Para além dos processos regulatórios, Shapin e Schaffer (2011) discutem a controvérsia sobre o método de experimentação científica, que extrapola as negociações no interior da comunidade científica, conectando-as a dimensões políticas mais amplas. Ao questionarem os embates em torno dos pressupostos de definição da ciência durante a monarquia inglesa do século XVII, os autores contribuem para pensar em como os modos da ciência moderna ocidental foram construídos historicamente, ressaltando as conexões entre os ordenamentos da ciência e da política. Dessa maneira, eles apontam para os debates entre as teorias de Boyle e Hobbes sobre a demarcação dos modos de produção da ciência no contexto inglês monárquico, mais especificamente, sobre como a escolha de uma dessas teorias para guiar a ciência estava imbricada na tentativa de estabelecer uma determinada ordem social e política nesse período. Assim, tentam ir além de explicações causais decorrentes apenas de fatores sociais, buscando reunir as dimensões cognitivas e sociais na compreensão da produção científica. Em seu trabalho sobre a controvérsia entre filósofos ingleses Hobbes e Boyles, em que a separação entre a natureza e a sociedade se tornava a condição de possibilidade para a prática científica, Shapin e Schaffer (2011) afirmam que as soluções para o problema do conhecimento (e suas demarcações) são soluções para o problema da ordem social. Pode-se apontar, portanto, que tal trabalho se aproxima da noção de coprodução à medida em que relaciona a controvérsia de maneira constitutiva ao contexto histórico, social e político, especialmente no que se refere aos modelos políticos em disputa na época, incorporando a dimensão do poder na análise.

A partir de contribuições tanto da SCC quanto da TAR, a coprodução aproxima-se tanto de abordagens mais interpretativas, ao incorporar a dimensão discursiva nas explicações, quanto de enquadramentos constitutivos, ao aliar-se à dimensão da materialidade e da superação das dicotomias da ciência moderna, apresentando as coisas materiais do mundo e abordando constitutivamente os domínios da ordem natural e social (JASANOFF, 2004b, 2004c). Em linhas gerais, Jasanoff (2004b, 2004c) incorpora elementos das abordagens citadas anteriormente, mas também apresenta lacunas que a noção de coprodução supriria nesse

contexto, as quais estão voltadas para a falta de conexões sistemáticas entre os contextos das práticas científicas e as categorias sociais, culturais e políticas mais amplas. Com relação ao estudo de controvérsias, especialmente daquelas em destaque nos debates públicos, a coprodução disponibiliza “recursos para pensar sistematicamente sobre os processos de construção de sentido pelos quais os seres humanos enfrentam mundos em que ciência e tecnologia têm se tornado figuras permanentes” (JASANOFF, 2004b, p. 38). Assim como outras abordagens descritas anteriormente, a coprodução rejeita a concepção moderna que trata a ciência de forma não problemática, universal e homogênea, a qual é compreendida da mesma forma por diferentes sociedades humanas (JASANOFF, 2004b). Nesse sentido, Jasanoff (2004b) aponta para a necessidade de investigar as dinâmicas culturais, sociais e políticas que envolvem a produção da ciência e da tecnologia, reintegrando-as em projetos explanatórios que se adequam mais às diversas experiências de vida nas sociedades contemporâneas.

A ciência, apesar de suas pretensões de neutralidade e universalidade, é compreendida pelos estudos coproducionistas tanto como produto de determinados ordenamentos sociais quanto como produtora desses arranjos específicos. Ao rejeitar conceitos e caracterizações *a priori* da ordem social, das dinâmicas políticas e até dos aspectos econômicos que também envolvem a tomada de decisões, a coprodução prioriza esforços explicativos na direção da materialidade dos arranjos e conexões entre a ciência e a política para a contingência dessas associações, permitindo novas oportunidades para explicações, críticas e ação social (JASANOFF, 2004b). Assim, em linhas gerais, a noção de coprodução (JASANOFF, 2004a, 2004b, 2004c, 2015; MILLER; EDWARDS, 2001) contribui para reflexões sobre como e em quais termos os arranjos políticos que reconhecemos e vivemos fazem e são refeitos em engajamentos localizados e diversos, especialmente por intermédio da ciência. Em poucas palavras, Jasanoff (2004b, p. 17) aponta que “as realidades da experiência humana emergem como as realizações conjuntas de empreendimentos científicos, técnicos e sociais: a ciência e a sociedade, em uma palavra, são coproduzidas, cada uma subsidiando a existência da outra”. Nesse sentido, a noção de coprodução, ao integrar uma tradição de críticas às demarcações *a priori* das fronteiras dos domínios, especialmente, da ciência e da política, reconhece que “nem o conhecimento científico, nem a constituição da sociedade, nem as afirmações tradicionais sobre as conexões entre a sociedade e o conhecimento são mais tomadas como dadas” (SHAPIN; SCHAFFER, 2011, p. 344). Se a produção da ciência e os arranjos políticos são coproduzidos de maneira situada e entrelaçada, significa dizer que as maneiras pelas quais as pessoas entendem o mundo estão imbricadas com os mecanismos para lidar e intervir nele (JASANOFF, 2004a).

Assim, rejeitando a acidentalidade desses processos e os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, Jasanoff (2004b) sustenta que as formas pelas quais as pessoas atentam para novos fenômenos no mundo, em especial a partir da ciência e tecnologia, são amarradas às maneiras pelas quais escolhem viver nesse mundo. Para a autora, a existência de uma dimensão moral na forma como lidamos e produzimos ciência e tecnologia, aproxima-se da escolha cosmopolítica apresentada por Woolgar e Lezaun (2013), referente ao questionamento de que mundo gostaríamos de viver e do que é possível fazer para trazer esse mundo à existência. Assim, ressalta-se o caráter interpretativo da coprodução para compreender os ordenamentos social e natural, rejeitando concepções não-problemáticas da distinção entre os domínios da natureza e da sociedade. Mais especificamente, ao invés de considerar a objetividade e a neutralidade da ciência de um lado, e a subjetividade e os valores da política de outro, aponta-se para a necessidade de empreender investigações minuciosas sobre as particularidades de cada contexto, no intuito de descrever em que termos os modos de “fazer” ciência e política são coproduzidos (JASANOFF, 2004b, 2004c). A partir dessas considerações, a coprodução oferece um enquadramento variado e dinâmico para compreender estruturas e categorias sociais, ressaltando as conexões entre os contextos macro e microsociais, entre a emergência e a estabilização de atores diversos, e entre o conhecimento e a prática (JASANOFF, 2004b, p. 4). Mais ainda, pode-se apontar para como a ciência e a tecnologia assumem centralidade na constituição de ordens políticas e sociais, ao se configurarem enquanto pontos-chave de construção de tais ordenamentos e imaginários, partindo das ideias de que o desenvolvimento científico e tecnológico não é acidental e não pode ser pensado fora de arranjos políticos, sociais e culturais (JASANOFF, 2004b, 2004c, 2015; MILLER, 2015).

Para Jasanoff (2004b, 2004c), a abordagem coproducionista pode ser mobilizada nos momentos em que o conhecimento é incorporado em identidades, instituições, discursos e representações. Ou seja, a autora sugere tais dimensões da vida social nas quais os processos de coprodução podem ser compreendidos de maneira mais saliente. Ancorados em tal enquadramento e em seus termos, estudos apresentam explicações tanto sobre a constituição das ordens políticas e sociais globais, descrevendo processos e instrumentos de governança, quanto sobre a posição de conhecimentos científicos e tecnológicos específicos nesses contextos. Por exemplo, ao se voltar para a dimensão da colonização na Índia, Storey (2004) descreve como os interesses e as necessidades de colonizadores ingleses foram traduzidas em diferentes instituições imperiais, tanto pelos discursos quanto pelas práticas. Além disso, Ezrahi (1990, 2004) argumenta sobre como as mudanças nos rumos da ciência e da tecnologia, no sentido de modelos visuais de (in)formação, impactaram (e foram impactadas por) formas

distintas de “fazer” política, mobilizando vocabulários mais técnicos nas arenas de discussão e com mais transparência (*accountability*). Já Miller (2001, 2004a, 2004b, 2015) direciona sua atenção para as instituições de governança climática, os imbricamentos com instrumentos específicos de visualização do planeta, a construção de um conhecimento neutro e objetivo acerca das mudanças climáticas e as formas de lidar com seus impactos. Enquanto isso, Hilgartner (2004) estuda a constituição da propriedade científica para além de termos jurídicos, atentando para sua coprodução também nas instâncias dos laboratórios, nos discursos e práticas dos cientistas. Duarte (2019), por sua vez, descreve tentativas de coproduzir ciências climáticas e ordens sociais em dois projetos de instituições brasileiras, as quais se fundamentaram em diferentes representações da geopolítica climática e da epistemologia científica. Sobre o contexto brasileiro, Bailão (2021) descreve a coprodução de imaginários do território nacional ao largo das próprias explicações científicas para os termos da “*localidade*”, enquanto Lahsen (2004, 2007, 2009) direciona seus esforços para investigar as complexas relações entre formuladores de políticas públicas e cientistas brasileiros no que se refere aos solos e florestas como reservatórios ou sumidouros de carbono.

Então, a partir do enquadramento da coprodução, tais trabalhos abordam desde grandes projetos explanatórios sobre ordens sociais e políticas até estudos mais “localizados” sobre determinadas instituições, instrumentos, processos, dentre outros. Isso quer dizer que a coprodução preenche lacunas teóricas e metodológicas, de forma a permitir os entrelaçamentos entre ordenamentos mais amplos e o desenvolvimento científico e tecnológico nesses processos de constituição mútua. Assim, as mudanças climáticas e a emergência de políticas, narrativas científicas e instituições específicas para “*governá-las*”, não são exceções. Nas palavras de Miller (2004b), a (re)organização das ideias sobre a natureza pela ciência está intrinsecamente relacionada às ideias sobre a política. Isso porque os debates científicos sobre como analisar e representar o clima terrestre e suas alterações são locais privilegiados em que as pessoas constroem ideias e perspectivas sobre o que é conhecimento válido, quem pode falar pela natureza e o papel da ciência nessas dinâmicas (JASANOFF, 2010).

Até agora, apresentamos a abordagem da coprodução e suas considerações principais, bem como os trabalhos realizados sob esse enquadramento, ressaltando as possibilidades tanto de compreender a macropolítica quanto os contextos microssociais. Discutimos, também, o entendimento das mudanças climáticas em tal abordagem, na medida em que permite investigar ideias sobre a validade do conhecimento, os atores importantes e a produção científica nesse contexto (JASANOFF, 2010). Em vista disso, podemos citar estudos de Jasanoff (2001, 2010) e outros colaboradores sobre a questão climática (EDWARDS, 2001, 2010; MILLER;

EDWARDS, 2001; MILLER, 2001, 2004a, 2004b), nos quais são descritos, em especial, a coprodução de uma governança global das mudanças climáticas, considerando organismos, acordos e convenções internacionais, modelos de visualização da atmosfera global e simulações de cenários climáticos futuros. Os trabalhos de Edwards (2001, 2006, 2010) e Miller (2001, 2004), mais especificamente, contribuem para pensar como as ciências do clima e a governança das mudanças climáticas foram coproduzidas e, simultaneamente, construíram as narrativas de um único planeta em que todas as pessoas e países compartilham de um mesmo destino, ameaçado pelas consequências dessas alterações no clima. Assim, os reordenamentos das ciências atmosféricas, na direção de modelos e técnicas de observação e visualização em termos globalizados, entrelaçam-se aos reordenamentos políticos no sentido de uma governança global. Para isso, a atenção é direcionada para instituições construídas no âmbito desses entrelaçamentos, como a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e o IPCC. Apesar de já existir fundamentação teórica para medições e parâmetros meteorológicos que levassem em consideração condições estatisticamente construídas sobre o clima em determinado local em um período de tempo, os métodos numéricos de previsão foram sendo desenvolvidos e ganharam espaço em paralelo ao crescimento da capacidade dos computadores e das redes meteorológicas de observação e compartilhamento de dados (EDWARDS, 2001; MIGUEL; MONTEIRO, 2014). Em outras palavras, explicita-se a ideia de que os modelos de visualização de um clima e atmosfera global não foram consequências do simples desenvolvimento tecnológico, ou de uma dita “descoberta” científica.

A história desses modelos climáticos, que permitem descrever as causas das alterações e seus impactos nas condições do sistema terrestre, está intimamente vinculada a outras narrativas, tanto tecnológicas quanto políticas. Para Edwards (2001, 2010), após os cientistas terem desenvolvido as narrativas da circulação geral da energia, que se constitui enquanto fundamento teórico dos modelos computacionais de simulação climática, tem-se o problema de coletar os dados necessários para fazer funcionar esses modelos. A Organização Meteorológica Internacional (OMI), fundada em 1873, já construía sistemas de padronização para facilitar as trocas de informações meteorológicas, compartilhamento que foi permitido pelo encontro entre meteorologistas e a rede telegráfica de comunicações (EDWARDS, 2010). Porém, apenas em 1951 essa rede tornou-se global, a partir da sucessora OMM, na medida em que os modelos computacionais trouxeram necessidades intensificadas de cooperação para coleta e padronização dos dados localizados (EDWARDS, 2001; MILLER; EDWARDS, 2001).

Para Miller (2001), a possibilidade de compreender o sistema climático em termos globais explicitou a insuficiência dos modelos políticos baseados nos estados nacionais para

lidar com os problemas decorrentes das mudanças climáticas. No entanto, cabe ressaltar que a construção da atmosfera global foi parte de um processo mais amplo, envolvendo narrativas científicas e políticas, e por isso devem ser levados em consideração os mecanismos de cooperação internacional estabelecidos após a Segunda Guerra Mundial, no contexto liberal ocidental, e as novas instituições criadas no âmbito dessa governança, para além dos interesses dos Estados-nação, como a Organização das Nações Unidas (ONU). Assim, apesar da existência de diversos estudos científicos sobre a acumulação antropogênica de gases na atmosfera e nos oceanos, as preocupações com a emissão e remoção de GEE só foram incorporadas no momento em que as percepções sobre o sistema terrestre foram rearranjadas por narrativas científicas, tecnológicas, políticas e culturais (BAILÃO, 2014; EDWARDS, 2001, 2010; MILLER, 2004).

Dessa maneira, a visualização global do clima a partir das técnicas de modelagem precisou dos mecanismos de cooperação internacional e compartilhamento de dados, ao mesmo tempo em que direcionou o reordenamento político no sentido de uma governança global das mudanças climáticas, por intermédio da construção de instituições, discursos e representações. Isso porque, nas palavras de Jasanoff (2001), os debates científicos sobre como representar o clima terrestre e suas alterações são locais privilegiados em que as pessoas constroem suas percepções sobre o conhecimento válido, e definem quem pode falar sobre a natureza. Como a globalização das mudanças climáticas construiu a percepção de um destino compartilhado, no sentido da dependência humana da biosfera (JASANOFF, 2001), o “planeta” deve preocupar-se em reduzir e conter os impactos dessas alterações. Apesar de não vivermos em um sistema planetário, ou em uma biosfera terrestre, a percepção global do clima implicou na necessidade de uma governança climática, ou sejam, de um conjunto de conhecimentos, técnicas, poderes e práticas globais para governar e regular as mudanças climáticas (EDWARDS; MILLER, 2001).

Assim, as ciências atmosféricas, rearranjadas pelos modelos computacionais de visualização e predição do sistema climático, foram coproduzidas com os reordenamentos políticos, na medida em que necessitaram de narrativas políticas e culturais mais amplas para a cooperação internacional na construção dos modelos e, ao mesmo tempo, direcionaram o enquadramento político global das mudanças climáticas. Os termos da coprodução, nesse sentido, permitem integrar as práticas científicas das ciências atmosféricas e as categorias sociais e políticas mais amplas, pensando a ciência e a política, ou a natureza e a sociedade, de formas interligadas. Tal reconfiguração da política, traduzida em uma governança climática global, pode ser percebida tanto nas negociações entre diversos países sobre em quais termos

devemos pensar as mudanças climáticas e as estratégias para contê-las, quanto nos acordos e orientações científicas e políticas estabelecidas a respeito disso. Nas palavras de Miller (2004b), a reorganização das ideias sobre a natureza pela ciência está intrinsecamente relacionada às ideias sobre a política e, no caso das alterações antropogênicas do clima, devemos ressaltar a centralidade do IPCC. Criado em 1988, esse organismo internacional “significou a ascensão de uma visão em que as mudanças climáticas constituem um risco ambiental global que somente poderia ser endereçado por intermédio de uma cooperação política global” (MILLER, 2004b, p. 54). Para além da noção de coprodução e seu enquadramento interpretativo proposto por Jasanoff e outros autores citados anteriormente, outros trabalhos nos ajudam a compreender os entrelaçamentos entre ciência e política, especialmente a climática, ao discutirem a *interface ciência-política*, que será abordada na próxima subseção.

### 1.3 INTERFACE CIÊNCIA-POLÍTICA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os trabalhos na interface ciência-política abordam de diversas maneiras as conexões entre a produção de conhecimento científico e tecnológico e as dinâmicas geopolíticas, tanto entre cientistas quanto, e especialmente, entre países que fazem parte das discussões sobre a governança das mudanças climáticas. Em especial, discorremos sobre discussões mais contextualizadas para o cenário climático brasileiro, ou que mobilizam críticas a grandes narrativas e aos organismos de cooperação internacional. Mesmo que em termos distintos, essas contribuições compartilham com os trabalhos coproducionistas as interconexões entre as dimensões sociais e naturais das mudanças climáticas, e o enfoque nas dinâmicas de poder, questionando a existência de uma acidentalidade ou de uma racionalidade fora dos contextos sociais, históricos, políticos e culturais para compreender o desenvolvimento científico-tecnológico. Ou seja, se a ciência e as políticas relacionadas às mudanças climáticas não devem ser separadas umas das outras e nem de seus arranjos sociais e culturais, torna-se essencial compreender quem detém as ferramentas e o conhecimento científico valorizado (as posições dos cientistas e dos países nas negociações e nos centros de produção do conhecimento), e também quem detém o poder de falar sobre o clima global e os riscos futuros de suas alterações (quais os interesses definidos e as políticas priorizadas, e as complexas relações entre cientistas e tomadores de decisão) (DUARTE, 2019; HULME; MAHONY, 2010; LAHSEN, 2004, 2007, 2009; MAHONY, 2014; MIGUEL; MAHONY; MONTEIRO, 2019; MONTEIRO; RAJÃO, 2017).

Com relação ao IPCC e à posição na governança global das mudanças climáticas, os trabalhos citados já adiantam como a instituição foi coproduzida com os modelos computacionais de visualização, a partir da ideia de uma ciência neutra, objetiva e dissociada da política, que seria empregada nas dinâmicas de cooperação política global. Assim, na centralidade da governança, o IPCC, ao reunir e organizar dados e pesquisas sobre o clima em seus relatórios, contribui na construção do discurso dos impactos globais de tais alterações e da necessidade de cooperação internacional para as metas de mitigação, como podemos perceber na citação a seguir.

As mudanças climáticas têm características de um problema de ação coletiva numa escala global, porque a maior parte dos GEE são acumulados com o tempo e misturados globalmente, e as emissões de qualquer agente afetam outros agentes. A mitigação efetiva não vai ser alcançada se agentes individuais seguirem seus próprios interesses independentemente. Sistemas cooperativos, incluindo cooperações internacionais, são necessários para mitigar efetivamente as emissões de GEE e resolver outros problemas associados às mudanças climáticas (IPCC, 2014, p. 17).

Tal construção do discurso político e científico das mudanças climáticas pelo IPCC, para Miller (2004a, 2004b), é possível a partir de um modelo de ciência e política no qual os experts e sua expertise, vistos como agentes neutros politicamente, têm poder para definir os problemas da política global. Nesse sentido, o autor ressalta o processo de coprodução de uma ciência politicamente neutra e de uma política baseada em evidências científicas no âmbito do IPCC, o que garantiu a legitimidade da instituição enquanto agente neutro e imparcial, apenas coletando informações ditas importantes para auxiliar e fornecer direcionamentos aos países para formularem suas próprias políticas e estratégias. Mais especificamente, ao voltar sua atenção para os caminhos percorridos pelas representações das mudanças climáticas, Miller (2004a) aponta que a emergência do IPCC globalizou a atmosfera, ou seja, construiu esse discurso global das mudanças climáticas a partir da criação de uma instituição baseada na perspectiva dos modelos computacionais de visualização e predição climática, o que reforçou a necessidade de uma governança global, com cooperação entre países, em um processo de coprodução. Para garantir e reforçar sua autoridade científica nas tomadas de decisão acerca das mudanças climáticas, o IPCC mobilizou uma divisão entre a política e a ciência, colocando-se no campo científico pelas suas características de neutralidade e objetividade, ao reunir os trabalhos relevantes nessa área e garantir a participação dita democrática de experts de diversos países. Ciência e tecnologia tornam-se, dessa maneira, categorias-chave nas decisões e nos direcionamentos políticos das mudanças climáticas, na coprodução de um ordenamento global para compreender e lidar com tais problemas.

Falar sobre ciência das mudanças climáticas e seus reordenamentos é, portanto, falar sobre a política, o poder e a cultura. Porém, cabe ressaltar que, na direção de construir modelos e técnicas para visualizar o sistema terrestre e contabilizar o aumento da temperatura global, o comprometimento ideológico com a neutralidade política torna-se um recurso importante dos cientistas e tomadores de decisão para resolver conflitos e superar obstáculos em termos pragmáticos e institucionais (MILLER, 2001). Dessa maneira, ao construir um modelo de ciência neutra politicamente, ou seja, separada da política, que sirva como ferramenta na tomada de decisões, as ciências das mudanças climáticas podem ser entendidas como o que Jasanoff (1990) denomina de ciência regulatória, ou seja, a ciência coproduzida para fundamentar as tomadas de decisões políticas, especialmente de regulação de substâncias e de atividades que interferem tanto no meio ambiente quanto nas sociedades humanas. Nesse contexto da ciência e da política regulatória, a autora realiza diversos estudos de caso para compreender por que mecanismos ou procedimentos os cientistas ou conselheiros científicos envolvidos nesses processos legitimam sua expertise e mantêm sua autoridade enquanto atores politicamente neutros, apesar dos entrelaçamentos entre produção das ciências e decisões políticas. Em linhas gerais, o aconselhamento científico no contexto dessas decisões, assim como a ciência de uma forma mais ampla, é permeado de controvérsias e negociações, que não necessariamente cessam antes de esse conhecimento ser mobilizado politicamente. Então, com o objetivo de garantir a legitimidade técnica e política dos experts e sua expertise, bem como o sucesso do aconselhamento científico no processo regulatório, torna-se necessário mobilizar diversos recursos e procedimentos para conceber determinada neutralidade política. Assim, a legitimidade da ciência regulatória depende, segundo Jasanoff (1990, 2011), da separação entre a dimensão da ciência e da política, tendo em vista o princípio tecnocrático das sociedades modernas e contemporâneas. Em outras palavras, embora a ciência na configuração das políticas seja atravessada por valores, julgamentos e posições de poder, a ciência regulatória que as embasa busca o comprometimento com a imparcialidade e a objetividade científica, através de diversos procedimentos para garantir a neutralidade política, inclusive do *trabalho de fronteira* de Gieryn (1983).

Ainda nessa direção, Miguel, Mahony e Monteiro (2019) lançam luz, em especial, para o IPCC como um organismo que articula o conhecimento produzido no âmbito das ciências climáticas e as orientações para a elaboração das estratégias políticas de mitigação e adaptação. Tal conexão refere-se ao que os autores denominam de geopolítica do conhecimento das mudanças climáticas, colocando em questão o papel da produção científico-tecnológica de determinados países, em especial do Sul Global, e as políticas diversas e até assimétricas

envolvidas. Mas o que isso quer dizer? Como ressaltamos, os modelos computacionais desenvolvidos para compreender o clima em termos globais e fazer previsões são centrais tanto na produção científica das mudanças climáticas quanto nas políticas nacionais e internacionais para lidar com seus riscos. Assim, tais modelos tornam-se agentes fundamentais na organização dos regimes de governança climática global (DUARTE, 2016; MIGUEL; MAHONY; MONTEIRO, 2019). Apesar da centralidade desses modelos, nem todos os países detêm os mecanismos e ferramentas necessárias para construí-los, que foram historicamente produzidos pelos Estados Unidos, Japão e países europeus (EDWARDS, 2010; MIGUEL; MAHONY; MONTEIRO, 2019). Como o *ponto de passagem obrigatório* das ciências e das políticas climáticas (DUARTE, 2016; EDWARDS, 2010), devemos considerar que quem detém as ferramentas de construção desses modelos, também detém o poder de falar sobre o clima global e os riscos futuros das mudanças climáticas, justamente pela necessidade desses sistemas de visualização em termos globais para pensar essas mudanças e estratégias para lidar com elas.

Dessa maneira, também é possível pensar o IPCC enquanto uma comunidade epistêmica, ou seja, um grupo de especialistas em torno de um objeto de conhecimento, interagindo em instâncias políticas, que compartilham crenças e adquirem legitimidade tanto social quanto política (VELTRONE, 2018). Isso quer dizer que a instituição e sua legitimidade surgem pela associação de questões naturais e sociais, das mudanças do clima acessadas a partir de modelos computacionais de modelagem climática, e das organizações criadas e recriadas no cenário da cooperação internacional. Para Veltrone (2018, p. 142), “o IPCC é tanto fruto da ciência quanto da política, se configurando assim como uma comunidade epistêmica”. Por isso, estão envolvidos na geopolítica do conhecimento cientistas que fazem parte da “elite” das ciências climáticas, dos grandes centros de produção científica, como é o caso daqueles que participam da construção dos relatórios no âmbito do IPCC (HULME; MAHONY, 2010; MAHONY, 2014). Devido à concentração das ferramentas de modelagem em países do Norte Global, como ressaltamos no parágrafo anterior, as orientações sobre as ciências e as políticas climáticas são produzidas por tais países. Dessa maneira, apesar da aparente “democratização” ou uniformização trazida pelas mudanças climáticas, especialmente no que diz respeito aos seus impactos globalizados e compartilhados, e à necessidade de cooperação internacional, é preciso atentar para as dimensões geopolíticas, ou seja, para os entrelaçamentos entre quem mobiliza a infraestrutura de produção do conhecimento científico e quem orienta a elaboração de políticas e estratégias.

Por fim, as complexas relações entre cientistas e tomadores de decisão são discutidas por Lahsen (2004, 2007, 2009), Monteiro e Rajão (2017) e Duarte (2019) no contexto climático

nacional frente à governança global. No que se refere às dinâmicas de carbono, ao desmatamento e às preocupações nacionais e internacionais, Lahsen (2009) argumenta que existe uma certa desconfiança de cientistas e tomadores de decisão brasileiros em torno do conhecimento produzido internacionalmente sobre as mudanças climáticas, especialmente no que se refere às áreas de florestas como reservatórios de carbono. Para a autora, essa questão da remoção de GEE por florestas e outros tipos de vegetação nativa, considerando essas áreas como sumidouros de carbono, envolve, para além de uma disputa científica, uma tentativa de definir os interesses brasileiros nas negociações internacionais, os quais se voltam principalmente para o desmatamento e a necessidade de conservação de florestas (LAHSEN, 2009). Historicamente, o Brasil, enquanto país do Sul Global, se posicionou no sentido de liderança dos países ditos “periféricos” na mitigação e adaptação climática. Tal papel de destaque vem acompanhado de uma forte pressão internacional por causa da produção de commodities no país, como soja e carne, e seus potenciais impactos nas áreas de florestas pela expansão da fronteira agropecuária. Tudo isso deve ser levado em consideração com o fato do Brasil ser o país com maior perda de florestas tropicais primárias do mundo em 2018, de acordo relatório do Global Forest Watch (2022).

Ainda com relação ao desmatamento e à centralidade da dinâmica das florestas nas considerações climáticas nacionais e internacionais, Monteiro e Rajão (2017) investigam as tensões relacionadas aos papéis assumidos pelos cientistas, tanto como provedores de conhecimento quanto como cidadãos preocupados com a influência de suas pesquisas e conclusões na ciência e na política climática nacional. Considerando que a realidade do desmatamento da Amazônia é estabilizada pelos dados dos trabalhos de sensoriamento remoto realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os autores apontam para os esforços dos cientistas em reduzir as incertezas referentes aos processos desse sistema de monitoramento, principalmente ao fundamentarem suas análises em dados já produzidos por intérpretes com mais experiência. Essa dimensão explicita a complexa interface ciência-política climática no Brasil, na medida em que os cientistas estão cientes da relevância de seus trabalhos com sensoriamento remoto da Amazônia no enquadramento e direcionamento das políticas nacionais, trazendo essas preocupações para dentro dos laboratórios (MONTEIRO; RAJÃO, 2017).

Ao direcionar seus esforços para investigar as complexas relações entre formuladores de políticas públicas e cientistas brasileiros, Lahsen (2009) argumenta que existe um privilégio estabelecido tanto pelos cientistas quanto pela mídia para evidências apontando as florestas, especialmente a Amazônia, enquanto um grande reservatório de carbono, o que está relacionado

a uma concepção específica de conservação florestal para guiar os interesses e propostas climáticas nacionais. Tal privilégio evidencia a íntima conexão entre a produção científica e a construção dos compromissos de mitigação climática, e as nuances envolvidas nos processos de regulação desse problema ambiental específico. De maneira geral, as contribuições de Lahsen (2004, 2007, 2009) fazem avançar as críticas direcionadas à ideia de linearidade do conhecimento científico que fundamenta as políticas, ao destacar especificamente as complexidades envolvidas nas relações entre os cientistas e os tomadores de decisão, considerando as dimensões culturais e políticas no cenário brasileiro. Em especial, a autora aponta que “as identidades dos atores brasileiros participantes de arenas relacionadas ao IPCC são complexas e híbridas, com consequências importantes para suas interpretações sobre a ciência internacional, o meio ambiente global e suas próprias agências” (LAHSEN, 2007, p. 153).

Nesse sentido, também é preciso reconhecer as dinâmicas do poder, da construção de sentidos, da credibilidade e do controle na produção das questões da ciência, questionando a figura dos cientistas como provedores desinteressados de conhecimento objetivo a partir de um consenso, e dos tomadores de decisão como atores que buscam a verdade para construção das políticas e compreendem a ciência enquanto uma fonte apolítica e neutra de conhecimento sobre o mundo e as mudanças climáticas (LAHSEN, 2009). Em seu trabalho sobre a interface ciência e política no contexto brasileiro, e as relações complexas e não-lineares entre cientistas e tomadores de decisão, Duarte (2019) analisa dois projetos propostos para o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC): um deles é espelhado no modelo do IPCC, e outro, denominado Contra Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (CPBMC), é voltado à produção de relatórios acerca dos dados divulgados pela instituição internacional que vão de encontro aos interesses nacionais. A partir da ideia de coprodução, o autor apresenta e descreve em detalhes como a ciência e a ordem social foram coproduzidas em cada projeto. Ou seja, se tanto o PBMC quanto a ciência em questão estariam relacionados a uma agenda apolítica, o CPBMC e sua produção científica deveriam servir a uma agenda nacional. Aprofundando o argumento de Lahsen (2009) sobre a desconfiança entre cientistas e atores políticos, a partir dos questionamentos da relação linear entre eles e entre a própria ciência e política, Duarte (2019, p. 98) aponta que “a interface ciências/políticas climáticas no Brasil deve ser entendida como uma arena de disputa na qual diferentes grupos de atores procuram produzir instituições e identidades diferentes e antagônicas entre si”.

#### 1.4 CONCLUSÕES: AS CONTROVÉRSIAS NA CIÊNCIA E OS IMBRICAMENTOS COM AS POLÍTICAS

Apesar da credibilidade e autoridade da ciência, inclusive em decisões políticas, as contribuições dos estudos em CTS nos permitem questionar e compreender em detalhes como essa autoridade e os critérios de credibilidade são construídos e mantidos, especialmente nos momentos em que se encontram ainda disputados, como é o caso das controvérsias. Por isso, apresentamos algumas das contribuições centrais nesses estudos, e como cada uma enquadra as disputas, desde abordagens mais interpretativas até as constitutivas. Dessa maneira, a ideia fundamental do capítulo foi explicitar a máxima, extensivamente explorada nas discussões em CTS, de que ciência e política são constituídas mutuamente, em contextos e situações específicas, ao invés de processos lineares de aconselhamento científico pelo qual as dimensões de ambas são separadas, e se *“fala a verdade ao poder”* (JASANOFF, 1990; MILLER, 2004). Nesse sentido, as subseções anteriores refletem e investigam as dinâmicas geopolíticas da produção de conhecimento científico, e seus entrelaçamentos com os arranjos políticos, em especial, no contexto de governança climática. Isso porque essas discussões permeiam a pesquisa aqui realizada, na medida em que partimos da ideia de que as instituições e os cientistas não são simples fontes neutras e imparciais de conhecimento científico, mobilizando tal conhecimento em um sentido linear e não-problemático para a formulação e ordenamento das políticas. Mais ainda, buscamos apontar como as dinâmicas e entrelaçamentos são incorporados e apresentados nas narrativas dos cientistas envolvidos na controvérsia, considerando que os discursos são dimensões importantes em que se tem a coprodução da ciência e da política (JASANOFF, 2004b).

## 2 PANORAMAS DA PECUÁRIA

Para acessar as narrativas dos cientistas sobre os potenciais de mitigação climática das estratégias de recuperação e integração das pastagens degradadas a outros agrossistemas, como integração lavoura-pecuária (iLP) e integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF), consideramos incontornável a necessidade de compreender os fundamentos pelos quais esses atores constroem suas argumentações e publicações científicas. Todavia, ao reconhecermos, a partir das contribuições dos estudos em CTS, a impossibilidade de separar os instrumentos, técnicas e métricas científicas das dinâmicas nas quais os conhecimentos são formulados e estabilizados enquanto válidos, propomos construir um *panorama da pecuária*, com uma descrição mais detalhadas sobre a *conexão gado-clima*, ou seja, com os fundamentos científicos por trás das pesquisas sobre tais técnicas de mitigação para o setor da pecuária, e as políticas direcionadas à redução das emissões oriundas dos processos da pecuária. Assim, buscamos explicitar as diversas facetas da pecuária, as quais se configuram enquanto fundamentais para compreender a criação de animais em sua multiplicidade de pontos de vista. Se pretendemos, nas seções subsequentes, analisar os entrecruzamentos entre a ciência e a política, nada mais importante do que descrever em que contexto isso ocorre.

Assim, esta seção divide-se em três subseções distintas. Primeiro, na seção “*Entre a importância e a responsabilidade*” discorreremos sobre o que chamamos de “*panoramas da pecuária*”, ou seja, as facetas que são relevantes para compreender o contexto dessa atividade, principalmente no âmbito nacional. Para isso, partimos da premissa de que, apesar de o foco do nosso trabalho ser as dinâmicas da ciência e da política climática, a pecuária não pode ser considerada apenas uma atividade emissora ou mitigadora de GEE, na medida em que ela assume diversas posições e significados para além da sua conexão com o clima. Dessa forma, a primeira subseção visa investigar tais facetas, em especial, a relevância econômica da pecuária, seus impactos socioambientais (como a questão da mão de obra e utilização de terras), seus significados sociais na alimentação e os cenários futuros de produção e demanda por esses produtos (perspectivas de aumento na demanda, mas preocupações com os impactos da produção). Ao investigarmos esses pontos de vista sobre a pecuária, trazendo dados, estatísticas e relatórios produzidos por diferentes atores e instituições envolvidas nos debates, a intenção não é citar exhaustivamente todas as possíveis facetas ou dimensões da pecuária, e sim ressaltar aquelas que consideramos mais importantes para o contexto brasileiro atual.

A segunda subseção, intitulada “*O que gado tem a ver com clima?*”, descreve com mais detalhes quais atividades relacionadas à criação de gado contribuem para as emissões de GEE.

Ao apontar por quais processos a pecuária interfere negativamente no cenário climático global, dentre eles, o tratamento dos dejetos dos animais, a digestão dos ruminantes, e as técnicas de manejo das áreas de pastagem, assumimos a existência de consenso na comunidade científica sobre a realidade do aquecimento global antropogênico. Além disso, buscamos ressaltar as dinâmicas do carbono armazenado em diferentes compartimentos dos solos, tendo em vista as especificidades do contexto nacional com relação à extensão das pastagens no território e a proporção delas em condições de degradação. Isso porque, ao modificarem a cobertura vegetal em determinada área, elas provocam desequilíbrio nas condições desses solos e no estoque de carbono. Assim, a partir das contabilizações e estatísticas nacionais, afirmamos que as pastagens se encontram na interseção entre os setores da Agropecuária e da Mudança no Uso da Terra e Florestas, configurando uma dimensão gado-solo, justamente pelos processos de conversão e degradação serem contabilizados em cada um dos setores e pela proporção de tais emissões no cenário nacional. Ou seja, na segunda subseção nos ocupamos das explicações mais técnicas sobre as dinâmicas de carbono nos solos e os impactos das atividades relacionadas à pecuária, ressaltando a responsabilidade de tais processos e da dimensão gado-solo nas emissões brasileiras.

Não podemos considerar a pecuária apenas como uma atividade emissora de gases, considerando as possibilidades de estratégias de redução a serem adotadas nas mais diversas atividades de criação de animais. Porém, torna-se importante descrever quais são as políticas indicadas nacionalmente para reduzir os impactos climáticos da pecuária, tema explorado na terceira e última subseção, intitulada “*Políticas climáticas*”. Assim, traçamos um percurso sobre as principais estratégias de combate às mudanças climáticas, tanto do ponto de vista nacional quanto internacional. Tais estratégias vão desde o Protocolo de Quioto, referência nos compromissos assumidos pelos países signatários, passando pelas COPs, para discutir atualizações de tais compromissos e meios de alcançá-los, até a construção de políticas nacionais e estratégias específicas a serem adotadas para mitigar as emissões do setor, como o Plano Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC) (2010-2020), e seu novo ciclo, Plano ABC+ (2020-2030). Isso porque os compromissos assumidos pelo Brasil estão intimamente vinculados a quais estratégias serão adotadas a nível nacional e, devido às especificidades com relação ao setor da pecuária, tais políticas assumem uma posição de destaque nas discussões, levando em consideração os princípios da governança climática global de responsabilidades comuns, mas diferenciadas entre os países com relação às suas emissões.

## 2.1 ENTRE A IMPORTÂNCIA E A RESPONSABILIDADE

Atualmente, a pecuária é uma atividade que deve ser compreendida a partir de diversas dimensões e pontos de vista. Para além da importância nos debates internacionais sobre o combate às mudanças climáticas, devido à sua responsabilidade nas emissões de GEE, a criação de animais também assume posições entre a responsabilidade ambiental e social, e a importância econômica e alimentar, especialmente a bovinocultura de corte<sup>6</sup>. E por que isso? De acordo com dados produzidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil conta com o maior rebanho bovino comercial do mundo<sup>7</sup>, com mais de 214 milhões de cabeças de gado dispersas em aproximadamente 160 milhões de hectares, ocupando cerca de 19% do território brasileiro<sup>8</sup>. Mais ainda, a criação de animais para abate, incluindo bovinos, galináceos, caprinos e outros, representou 10% do total do Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2020, apesar da redução em 4,1% da economia nacional comparada ao ano de 2019, segundo dados do relatório da Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2021). Nesse contexto, apesar das pressões impostas pela pandemia do novo coronavírus e das perspectivas de contração nas economias de diversos países (OECD-FAO, 2020), inclusive do Brasil, o setor da pecuária de corte<sup>9</sup> teve aumento do faturamento e apresentou contínuo crescimento, ocupando uma posição econômica importante no cenário nacional. Se for considerada apenas a bovinocultura de corte, essa atividade representou 5,4% das exportações nacionais em 2020 e, somado às exportações totais do agronegócio, esse número chegou a mais de 54%, como demonstra o gráfico a seguir.

---

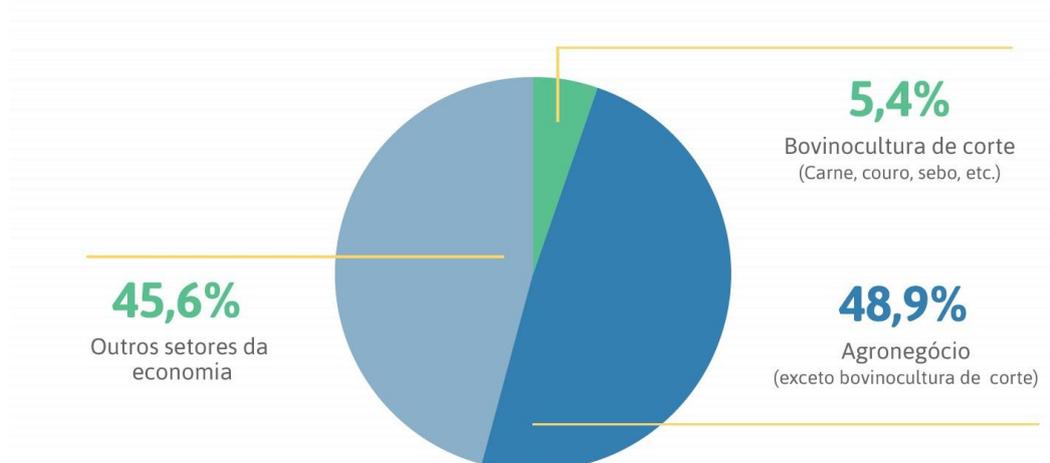
<sup>6</sup> Dentre as criações de animais realizadas no âmbito da pecuária, a bovinocultura de corte refere-se aos bovinos criados para abate, ou seja, para a produção de carne e outros produtos de consumo, como alimentos em geral, roupas, entre outros.

<sup>7</sup> Dados do indicador Produção da Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2020).

<sup>8</sup> Dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017).

<sup>9</sup> Comparada ao termo “bovinocultura de corte”, a pecuária de corte refere-se ao abate de diversos animais, desde bois até aves, suínos e caprinos. Ou seja, engloba a bovinocultura de corte, mas vai além, abarcando mais tipos de animais de criação.

Gráfico 2 – Representatividade das exportações da bovinocultura de corte no total exportado pelo Brasil em 2020



Fonte: Athenagro, Secex/Ministério da Economia, Agrostat, MAPA

Fonte: ABIE (2021)

Em linhas gerais, apesar dos desafios enfrentados no ano de 2020, as estatísticas econômicas nacionais demonstram a importância do setor agropecuário, em especial, da bovinocultura de corte. Essa relevância se dá pela posição de destaque nas exportações e no faturamento brasileiro. Com relação à participação no comércio internacional, o Brasil, nas palavras do presidente da ABIEC, continua reafirmando seu protagonismo no mercado de carne bovina, levando em consideração a adição de mais países de destino às exportações e o aumento do volume exportado para mercados já consolidados (ABIEC, 2021). Dentre os países produtores, apesar de abrigar o maior rebanho bovino do mundo, ultrapassando a Índia, o Brasil assumiu o segundo lugar em produção de carne em 2020, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (ABIEC, 2021). A partir de dados elaborados por organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), e por instituições nacionais, como o Athenagro, empresa de consultoria do setor da pecuária, a ABIEC (2021) aponta que quase 20% das importações mundiais de carne tem origem na produção brasileira.

Ainda no que tange à importância (socio)econômica do setor, também podemos ressaltar a dimensão dos trabalhadores e trabalhadoras nessa indústria, desde as atividades de criação até o abate e processamento dos animais para consumo. Em números, a bovinocultura de corte movimentou, em 2020, mais de 3 milhões e 600 mil dólares com serviços de funcionários empregados no setor (ABIEC, 2021). De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, o setor de criação de animais empregava aproximadamente 6,8 milhões de pessoas, sendo que a maior parte – cerca de 4,8 milhões – estava concentrada nas atividades relacionadas à pecuária bovina. Considerando trabalhadores envolvidos diretamente na indústria de proteína animal, ou seja, no

abate e processamento de carnes, o número chega a 500 mil (REPÓRTER BRASIL, 2021a). Nesse sentido, além de representar uma importante atividade econômica e contribuir positivamente para o mercado nacional e internacional, a pecuária bovina também tem um papel relevante na geração de empregos em contexto brasileiro.

Porém, há que se considerar que também existem responsabilidades socioambientais vinculadas ao setor, que se encontra, portanto, nos *cruzamentos entre importância e responsabilidade*. Com relação aos trabalhadores (mão de obra), um relatório publicado recentemente apontou que a criação de gado bovino conta com o maior número de casos de trabalho escravo flagrados pela fiscalização governamental (REPÓRTER BRASIL, 2021a). A partir de dados elaborados no âmbito do Painel de Informações e Estatísticas de Inspeção do Trabalho no Brasil<sup>10</sup>, evidencia-se que, desde 1995, 51% do total de casos de trabalho escravo flagrados no país estavam associados ao setor da pecuária, e 32% dos trabalhadores resgatados de condições análogas à escravidão atuavam em áreas de pastagens (REPÓRTER BRASIL, 2021b). Para além de situações de trabalho escravo, o setor de abate e processamento de carnes apresenta altos números de adoecimento e acidentes envolvendo seus trabalhadores, desde lesões por trabalho repetitivo até cortes, esmagamentos e fraturas (REPÓRTER BRASIL, 2021a).

Os impactos sociais da pecuária vão além da mão de obra empregada, devido à extensão dos conflitos fundiários com populações tradicionais, especialmente em novas áreas de fronteiras agrícolas. Um relatório publicado pela Anistia Internacional em 2019, decorrente da observação de reservas indígenas em estados do Norte e Centro-Oeste do Brasil, confirmou a presença de aproximadamente 100 mil cabeças de gado, criadas em áreas de conservação e proteção ambiental. Tal situação é considerada ilegal pela legislação brasileira (Lei nº 12.651/2012 e atualizações, que dispõem sobre proteção da vegetação nativa), e coloca em risco as populações tradicionais daquelas regiões, considerando que tal apropriação é acompanhada por ameaças e intimidações (ANISTIA INTERNACIONAL, 2019). Historicamente, a criação de gado no território brasileiro, trazida no período da colonização portuguesa, instaurou-se nas regiões do litoral, especialmente no Sul e Sudeste, e depois no Nordeste. Em um primeiro momento, essa atividade seguiu a busca por áreas de mineração e serviu também como “atuante na infiltração e conquista do território desconhecido” (SILVA; BOAVENTURA; FIORAVANTI, 2012). Posteriormente, ela foi incentivada a expandir seus territórios, com o objetivo de fortalecer a produção nacional no contexto da organização das economias latino-

---

<sup>10</sup> Dados e estatísticas referentes à atuação da Secretaria de Inspeção do Trabalho.

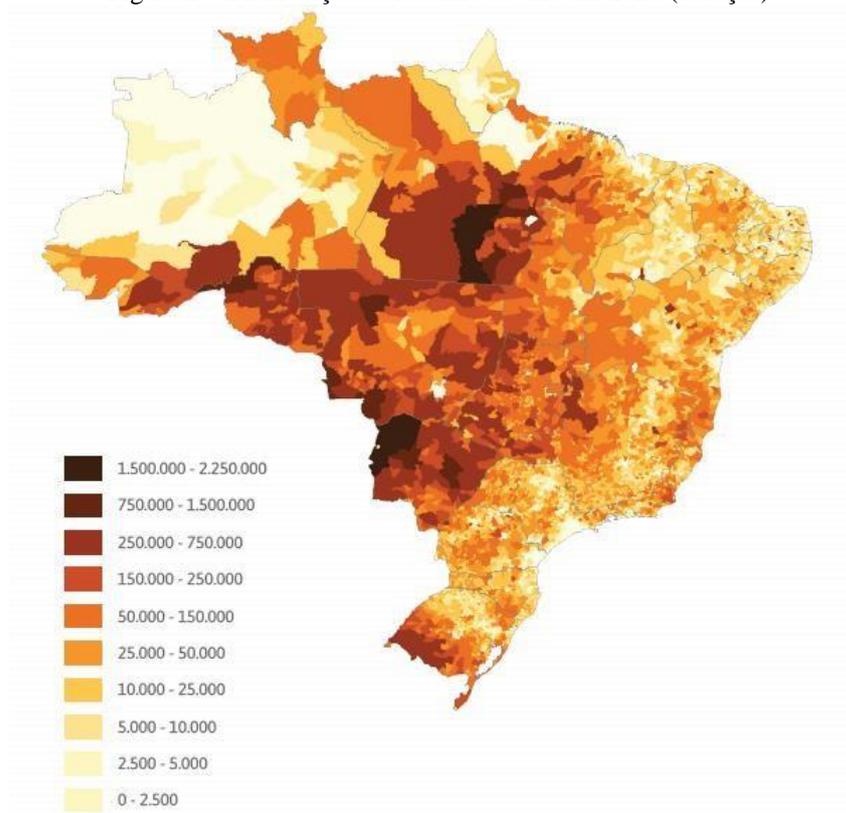
americanas no período pós-Segunda Guerra Mundial. Depois de se alastrar pelas regiões Sul, Sudeste e Nordeste até a primeira metade do século XX, a bovinocultura começa a ser “empurrada” para o Centro-Oeste e o Norte do país. Isso se intensifica, especialmente, a partir de 1960, sob o discurso desenvolvimentista da época e características próprias da pecuária bovina brasileira, que eram o baixo investimento, a grande disponibilidade de terras e o baixo rendimento (SILVA; BOAVENTURA; FIORAVANTI, 2012; MICHELINI, 2016).

Assim, de acordo com Dias-Filho (2011, p. 11-12), além da alta capacidade de adequação do gado a diferentes condições territoriais, “a pecuária, implantada via desmatamento e posterior formação da pastagem, tem sido considerada a atividade agrícola menos onerosa e mais eficiente para assegurar a posse da terra”. Por isso, ao migrar para tais regiões, a criação de gado no Brasil consolidou-se a partir de um desenvolvimento vinculado à abertura de novas áreas e ao aumento do desmatamento. Como Michelini (2016, p. 42) afirma, a tal “expansão da fronteira agrícola” como consequência do desenvolvimento da pecuária brasileira abarca uma diversidade de “processos sociais extremamente dinâmicos e complexos, que alteraram (e ainda alteram) profundamente a organização das populações locais e promoveram (e ainda promovem) a devastação dos recursos naturais”. Ao contrário do contexto de produção em outros países, como os Estados Unidos, a pecuária nacional foi realizada, desde o começo, de maneira extensiva, ou seja, em grandes áreas de pastagens. Apesar das recentes transformações, na direção da modernização do setor e adoção de uma gama de tecnologias para aumentar a produtividade e conter os impactos socioambientais da atividade, foi registrado que, em 2020, 85% dos bovinos abatidos não eram confinados (ABIEC, 2021).

Nesse sentido, se a bovinocultura acompanhou o desenvolvimento do Brasil, a criação de gado foi realizada especialmente dentro das categorias tradicionais. A atividade foi impulsionada, segundo Michelini (2016), por programas de crédito e por políticas de desenvolvimento e modernização da pecuária nas décadas de 1960 e 1970, com incentivos fiscais a atividades que demandavam uma grande quantidade de terras, principalmente na região amazônica. A consolidação e a migração da bovinocultura para regiões do Centro-Oeste e Norte também se intensificou nas últimas décadas do século XX, devido a pressões internacionais e à necessidade de suprir uma crescente demanda global, posicionando o Brasil no mercado competitivo de produção de alimentos. Assim, os biomas Cerrado e Amazônia tornam-se centrais na produção de carne, abarcando mais da metade do rebanho nacional (ABIEC, 2021), ao mesmo tempo em que são alvos de conflitos de terras, pela expansão recente da fronteira agrícola para essas regiões, e concentram altos índices de desmatamento e degradação ambiental. De acordo com dados recentes do MapBiomas – um projeto multi-institucional

envolvendo diversas universidades, organizações não governamentais e empresas para mapear anualmente a cobertura e uso do solo brasileiro –, em 2020, 76% do desmatamento ocorreu em seis estados brasileiros, dois da região Norte e dois da região Centro-Oeste (MAPBIOMAS, 2021). Se considerarmos a figura abaixo, do relatório da ABIEC (2021), tais regiões também concentram a distribuição do rebanho nacional, como citamos anteriormente (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição do rebanho bovino em 2020 (cabeças)



Fonte: ABIEC (2021)

Apesar da importância dessas regiões para a produção nacional da bovinocultura de corte, elas também assumem relevância pelos impactos socioambientais consequentes da expansão da atividade para essa nova fronteira agrícola, como o conflito de terras, a ameaça a populações tradicionais, e o desmatamento. O desenvolvimento dessa atividade produtiva foi acompanhado por incentivos do governo federal e por acesso facilitado a programas de crédito, com o objetivo de promover uma vantagem competitiva da produção brasileira no cenário internacional e desenvolver a economia nacional. Tanto é que, de acordo com Petras e Veltrmeyer (2003), as políticas neoliberais introduzidas no final do século XX, especificamente após 1994, contribuíram para transformar o agronegócio em um setor transnacional, com a participação de empresas estrangeiras e multinacionais, como consequências de fatores como a

desvalorização da moeda nacional, o aumento das demandas e o preço favorável das commodities no cenário internacional.

No relatório da organização Repórter Brasil (2021a), é traçado um panorama da pecuária brasileira contemporânea e das empresas que lideram a produção nacional, dentre as quais foram citadas JBS, BRF, Mafrig e Minerva. Assim como no período de expansão do agronegócio na segunda metade do século XX, a ação governamental no século XXI não foi diferente. Especialmente nos governos do Partido dos Trabalhadores (PT), nos mandatos de Luís Inácio Lula da Silva e Dilma Rousseff, muitas multinacionais foram beneficiadas pela chamada política dos “campeões nacionais”, com uma série de aportes, empréstimos e financiamentos de bancos e outras instituições estatais, a fim de fortalecer essas empresas, consideradas “capazes de assumir posições de liderança global nos seus segmentos de atuação” (REPÓRTER BRASIL, 2021a, p. 12), em especial, na exportação de produtos agropecuários. Tendo em vista as estatísticas de participação da carne brasileira no mercado internacional, tais esforços não foram em vão.

Em resumo, podemos afirmar que tanto no cenário nacional quanto internacional, a produção pecuária, sobretudo, a bovinocultura de corte brasileira, é representativa e apresenta contribuições econômicas de destaque. Todavia, também apontamos os impactos socioambientais negativos dessa atividade, levando em conta seu movimento histórico de expansão da fronteira agrícola, marcado por conflitos fundiários e associado ao trabalho escravo contemporâneo. *Por isso, afirmamos que a pecuária, em suas múltiplas facetas, encontra-se na interseção entre a importância e a responsabilidade.* E não são apenas essas dinâmicas, na medida em que existem outras dimensões para compreendermos o panorama da pecuária e bovinocultura de corte no Brasil a partir da importância e da responsabilidade. Além de acompanhar historicamente a ocupação do território nacional, essas atividades encontram-se intimamente relacionadas a práticas e relações mais amplas, ao reconhecermos que a criação de animais para a alimentação e o consumo abarca dinâmicas sociais e culturais, para além de questões nutricionais e fisiológicas dos alimentos (LIMA; FERREIRA NETO; FARIAS, 2015), ou pragmáticas da utilização de tais animais e seus produtos. Se a comida e outros derivados da pecuária referem-se a significados simbólicos e culturais, como práticas que constituem as premissas do “viver em sociedade” (AZEVEDO, 2017, p. 277), a criação de animais, ou seja, a produção deles, também deve ser pensada dessa maneira. Isso quer dizer que a dimensão social e cultural da produção pecuária para alimentação e consumo humano também se torna importante.

Com relação à alimentação, diversos trabalhos, especialmente da área das ciências sociais, ressaltam a posição que o consumo de proteínas de origem animal ocupa nos discursos das pessoas e na construção da ideia da carne enquanto “alimento por excelência” (AZEVEDO, 2017; BARROS *et al.*, 2012; FIDDES, 1991; HOELLE, 2017; RIBEIRO; CORÇÃO, 2013; SORDI, 2013). De maneira geral, tais estudos demonstram que o consumo de carne deve ser compreendido a partir das dinâmicas culturais brasileiras, que o consideram saudável e nutricionalmente importante (RIBEIRO; CORÇÃO, 2013). Além disso, constitui uma das dimensões da identidade brasileira e ter sido anteriormente inacessível para ampla camada da população (HOELLE, 2017). Mais ainda, as conexões culturais que permeiam tal consumo no contexto nacional podem ser traçadas até o período da colonização, em que os portugueses trouxeram consigo, além do gado, um modelo específico de refeição, associando o consumo de carne aos ideais de civilidade e civilização (ELIAS, 1990; RIBEIRO; CORÇÃO, 2013). Assim, tais dimensões reverberam em escolhas cotidianas, por exemplo, no consumo de carne em datas comemorativas, reuniões e outras ocasiões enquanto fator de coesão social, caracterizando o típico churrasco brasileiro (BARROS *et al.*, 2012), além de diversos outros pratos da culinária nacional. De modo geral, os trabalhos aqui mencionados contribuem para compreender, para além das justificativas nutricionais, econômicas e de preferências individuais, como a carne é construída simbolicamente como alimento central nas refeições do contexto histórico brasileiro, e quais dinâmicas são acionadas na percepção de seu consumo, desde status até pertencimento social<sup>11</sup>. Em outras palavras, se o consumo de carne não pode ser considerado isento de significados simbólicos e culturais, a compreensão mais aprofundada dos contextos e escolhas dessa atividade assume relevância ao descrever essa faceta da pecuária.

De acordo com dados da FAO, no período de 1961 a 2013, o consumo per capita de carne bovina no cenário brasileiro quase quadruplicou, enquanto a média mundial aumentou 20kg no consumo individual per capita por ano (RITCHIE; ROSADO; ROSER, 2017a). Em geral, a instituição global aponta que, apesar de os países mais ricos consumirem uma quantidade maior de carne, o aumento expressivo do consumo no Brasil pode ser compreendido como consequência da transição econômica recente no país. Nesse sentido, afirma-se que “um

---

<sup>11</sup> Estes trabalhos e dinâmicas sociais e culturais envolvidas no consumo de carne no Brasil são apenas algumas facetas. Para além disso, também pode-se pensar em outros autores e autoras que questionam o especismo, o racismo e o machismo nos discursos em defesa do consumo (ADAMS, 2018; JOY, 2014; REGAN, 2006; SINGER, 2010), até aqueles que apontam a rejeição da carne como uma prática contra-hegemônica ou contracultural, conectando-a a movimentos políticos mais amplos (ABONIZIO, 2013, 2015; CARVALHO; LUZ; PRADO, 2011; TEIXEIRA, 2018). Para os propósitos da presente pesquisa, escolhemos citar especialmente aqueles que apontam questões nutricionais, econômicas e sociais, devido ao fato de que alguns dos cientistas entrevistados ressaltaram tais dimensões em seus discursos, como apontamos mais adiante.

dos fortes determinantes de quanta carne as pessoas consomem é o quão ricas elas são” (RITCHIE; ROSADO; ROSER, 2017b). Ou seja, junto às dinâmicas sociais e culturais, o aumento da renda da população é um aspecto que influencia diretamente o consumo de carne. Se a tendência histórica demonstra um crescimento do consumo, inclusive por renda per capita da população, as projeções futuras acompanham tal tendência. Segundo Alan Bojanic, representante da FAO no Brasil, a produção de alimentos deverá aumentar em 70% no ano de 2050 com relação a 2017, devido ao aumento da população mundial nas próximas décadas, colocando o Brasil como um dos principais fornecedores nessas perspectivas. Mais especificamente, a produção global de cereais terá que aumentar de 2,5 para 3 bilhões toneladas por ano, enquanto a de carne em mais de 200 milhões de toneladas para suprir tal demanda (FAO, 2017a)<sup>12</sup>. Isso porque, de acordo com o relatório das organizações OCDE e FAO (2020) sobre o panorama da agricultura até 2029, o aumento da população é acompanhado pelo crescimento na demanda desses produtos, projetado em aproximadamente 12% para 2029, com relação ao ano base.

A produção e o consumo de produtos pecuários, especialmente de carne bovina, ocupam posição de destaque nas discussões nacionais e internacionais, no que se refere à relevância econômica e cultural, aos impactos socioambientais da atividade e às perspectivas futuras. Se é consenso que, com o aumento da população mundial, será preciso alimentar aproximadamente nove bilhões de pessoas em 2050 (FOUILLEUX *et al.*, 2017), o que está em jogo é como garantir a produção para a demanda crescente por insumos aliada à sustentabilidade dos sistemas. Assim, a relevância do Brasil nas exportações de produtos agropecuários, tendo em vista o contexto histórico e ambiental do desenvolvimento das atividades produtivas relacionadas, acompanha responsabilidades que devem ser assumidas pelo país para manter sua posição. Em suma, existem preocupações com a utilização de trabalho escravo nas fazendas e a expansão da fronteira agrícola em áreas de preservação e de populações tradicionais, traduzidas, por exemplo, na disseminação da “lista suja do trabalho escravo”<sup>13</sup>, nas operações de fiscalização e na forma de convenções, tratados e decretos em defesa dos territórios de preservação de populações tradicionais. Mais ainda, a dimensão do meio ambiente torna-se central na organização da pecuária nacional. Portanto, para garantir sua posição de destaque na contribuição em cenários futuros de produção agropecuária, preocupações ambientais devem ser incorporadas no sistema, desde esforços para conservar a biodiversidade local e reduzir o

---

<sup>12</sup> Notícia publicada no site da FAO.

<sup>13</sup> Lista criada em 2003 pelo antigo Ministério do Trabalho e, agora, tratada como responsabilidade do Ministério da Economia.

impacto em vegetações nativas, até a adoção de tecnologias intensivas para otimizar a produção, considerando as premissas do desenvolvimento sustentável.

Apesar de reconhecermos que a sustentabilidade envolve diversas variáveis para garantir a utilização da natureza sem prejudicar o futuro da humanidade<sup>14</sup>, as preocupações ambientais e climáticas ganham destaque para os propósitos da presente pesquisa. Assim, cabe ressaltar o esforço recente em promover tecnologias mais intensivas na produção brasileira, as quais buscam mitigar tanto os impactos na biodiversidade local quanto as emissões de GEE decorrente das atividades agropecuárias. Antes de adentrar especificamente nessas estratégias e tecnologias, seus fundamentos científicos e organização nas políticas nacionais, discorreremos de maneira mais aprofundada sobre como a pecuária – em especial, a bovinocultura de corte – impacta o meio ambiente, e sobre quais processos causam degradação ambiental e contribuem para as mudanças climáticas globais. O objetivo da presente subseção foi, portanto, fornecer um panorama da pecuária, ao localizar e explicitar as dinâmicas e significados históricos, econômicos, sociais e culturais da produção e consumo de carne, argumentando como o referido setor se insere na interseção entre a importância e a responsabilidade. Na próxima subseção, aprofundamos as explicações técnicas e científicas da relação entre gado e clima, focando nos processos responsáveis por emitir GEE e nos mecanismos referentes ao carbono nos solos.

## 2.2 O QUE GADO TEM A VER COM O CLIMA?

No cenário contemporâneo, pode-se dizer que existe um consenso na comunidade científica nacional e internacional acerca do impacto humano no clima global, e da ideia de que essas alterações são responsáveis por consequências sérias na sustentabilidade do planeta (DUARTE, 2014). De acordo com Oreskes (2004), desde o começo do século XXI, diferentes instituições e grupos de cientistas norte-americanos, como a União Geofísica Norte-Americana e a Sociedade Norte-Americana de Meteorologia, vêm afirmando que existem claras e fortes evidências da conexão entre as atividades humanas e as mudanças climáticas, especialmente aquelas observadas a partir da segunda metade do século passado. A partir de um *survey* com artigos e pesquisas sobre o aquecimento global, publicadas em revistas de referência entre os anos de 1993 e 2003 a autora selecionou, com a palavra-chave “mudanças climáticas globais”, publicações que discutiam desde os métodos de monitoramento, mensuração e predição desses

---

<sup>14</sup> De acordo com documentos internacionais como a Agenda 2030, elaborada pela ONU e que estabelece os objetivos a serem atingidos coletivamente para promoção do desenvolvimento sustentável.

fenômenos até as potenciais estratégias para reduzir seus impactos no planeta. Apesar dos diferentes enfoques, nenhuma delas abordou de maneira crítica as mudanças climáticas antropogênicas, ou seja, a veracidade das afirmações sobre as alterações na temperatura do planeta em decorrência da ação humana e o consequente aquecimento global não foi colocado em questão (ORESQUES, 2004).

Oreskes (2004) ainda afirma que uma das explicações pelas quais os cientistas não questionam se as mudanças climáticas globais são reais ou não é porque eles aceitam essa premissa – consequentemente, não é necessário debatê-la em artigos e publicações científicas. O que está em jogo, nesse caso, são as formas de mensuração dessas alterações na temperatura, os métodos de monitoramento e as estratégias de mitigação, e não mais a básica realidade da mudança climática antropogênica (ORESQUES, 2004). Porém, apesar dessa posição de consenso científico, cabe pontuar a existência de teorias conspiratórias acerca do aquecimento global induzido pelas atividades humanas. Outros autores demonstram como pequenos grupos de cientistas ainda questionam a interferência humanas nas mudanças climáticas globais, ao ressaltar a variabilidade natural dessas alterações e rejeitar a teoria do aquecimento global, tanto no Brasil quanto em outros países, como nos Estados Unidos (MIGUEL, 2020; ORESQUES; CONWAY, 2010). Isso não quer dizer que o consenso científico descrito anteriormente é invalidado, na medida em que a maioria dos argumentos contrários ao aquecimento global antropogênico não são apresentados nem publicados com evidências testadas e comprovadas em revistas ou em outros canais de comunicação da ciência (ORESQUES, 2004; ORESQUES; CONWAY, 2010).

Assim como Oreskes (2004) pontua a inexistência de publicações científicas críticas da ação humana no aquecimento das temperaturas do planeta, instituições atuais na governança climática continuam afirmando a realidade das mudanças climáticas antropogênicas e a necessidade de elaborar soluções a nível global e local. O relatório recente do IPCC (2021) sobre os entendimentos da ciência acerca das condições climáticas apresenta como o clima vem se modificando, o impacto das atividades humanas, o estado do conhecimento sobre os futuros climáticos, além de informações relevantes para elaboração de estratégias de mitigação a níveis regionais. Nesse sentido, afirma-se ser “inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e a terra.”<sup>15</sup>. Essa instituição ocupa um papel de destaque na produção da ciência climática e nas dinâmicas políticas das negociações globais, sendo estabelecida como a

---

<sup>15</sup> Em tradução livre: “*It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land. Widespread and rapid changes in the atmosphere, ocean, cryosphere and biosphere have occurred*” (IPCC, 2021, p. 42).

*voz autorizada da ciência internacional* (BECK; MAHONY, 2018). Ao prover regularmente os formuladores de políticas públicas, com explicações científicas sobre as mudanças climáticas, suas implicações e potenciais riscos, assim como estratégias eficientes para mitigação e adaptação, o IPCC reúne especialistas de todo o mundo para produzir seus relatórios, os quais apresentam o estado da arte das investigações científicas sobre tais temáticas. Porém, diversos trabalhos apontam que a referida instituição garantiu sua posição no debate ao apresentar-se de maneira dissociada da política, com caráter meramente científico. E, apesar de sua aparente legitimidade e autoridade, são ressaltados os mecanismos pelos quais construíram sua influência no conhecimento e discurso global sobre mudanças climáticas, e no desenvolvimento das políticas (HULME, 2017; HULME; MAHONY, 2010; MAHONY, 2014). Todavia, se levarmos em consideração a ciência do IPCC como central no debate e nas negociações sobre mudanças climáticas, sua afirmação acerca do impacto humano no clima global torna-se relevante na dimensão do consenso na comunidade científica acerca da teoria do aquecimento global antropogênica.

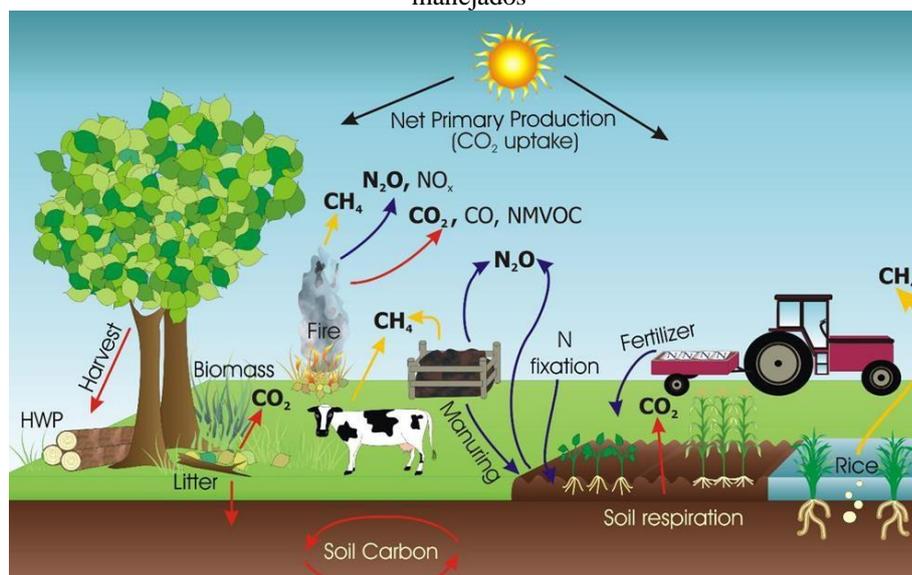
A partir da conclusão inequívoca do IPCC, juntamente a outros trabalhos que demonstram a aceitação em larga escala de tal teoria nas arenas científicas, partimos do consenso acerca do aquecimento global antropogênico para questionar *o que a pecuária, mais especificamente a bovinocultura, tem a ver com isso*. Portanto, assim como Oreskes (2004; 2010) assumimos que embora a realidade das mudanças climáticas não seja questionada na esfera da ciência, existem contínuos debates científicos e políticos sobre quais seriam as estratégias adequadas para lidar com isso. *E qual seria a realidade da conexão gado-clima?* As estimativas da plataforma SEEG, uma iniciativa do Observatório Clima para estimar as emissões de GEE do país de cada setor a partir de diretrizes metodológicas internacionais, demonstram que as emissões do setor da agropecuária totalizaram quase 600 milhões de toneladas de carbono equivalente em 2019, dentre os quais a pecuária de corte representou 62% do total (SEEG, 2020). De acordo com as notas metodológicas da plataforma, existem seis processos emissores de GEE no setor da agropecuária: a fermentação entérica de ruminantes<sup>16</sup> e o cultivo de arroz, que emitem metano (CH<sub>4</sub>); o manejo de dejetos de animais, que emitem

---

<sup>16</sup> Em termos técnicos, esse processo “é parte natural do processo digestivo de animais ruminantes - bovinos, ovinos, caprinos, bubalinos e búfalos; não ruminantes - equinos, asininos, muare; e os monogástricos - suínos. A fermentação dos nutrientes alimentares é um processo anaeróbio efetuado pela microbiota ruminal (bactérias, protozoários e fungos), que converte os carboidratos celulósicos em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente ácidos acético, pro iônico e butírico, produzindo metano, que é expelido através do arreto animal” (BRASIL, 2020, p. 23).

tanto metano ( $\text{CH}_4$ ) quanto óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )<sup>17</sup>; a utilização de fertilizantes em solos agrícolas, responsável pela emissão de óxido nitroso; as variações do estoque de carbono nos solos, que impactam nas emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); e a queima de resíduos agrícolas, que emite metano, óxido nitroso e dióxido de carbono (SEEG, 2018) (Figura 3).

Figura 3 – As principais fontes de emissão e remoção de gases de efeito estufa e processos em ecossistemas manejados

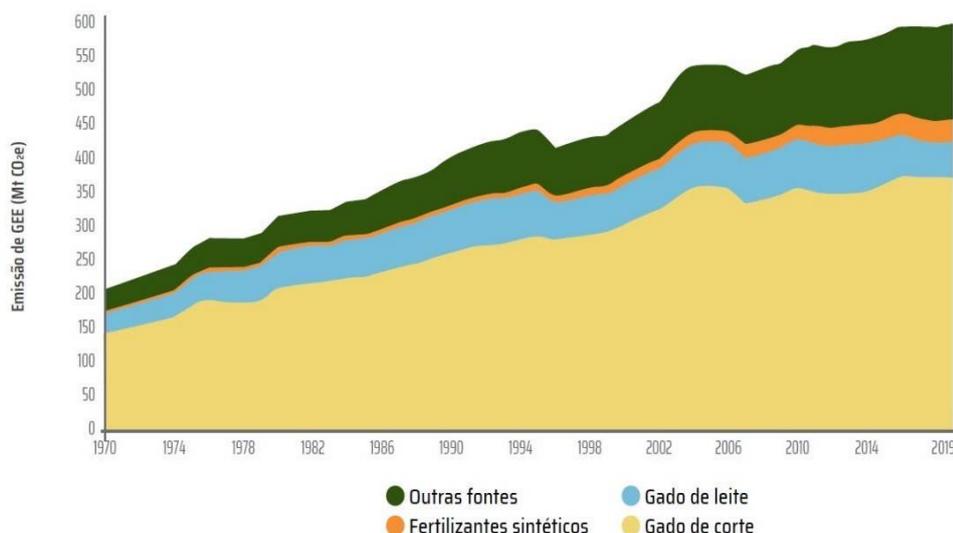


Fonte: IPCC (2019a)

Apesar de abarcar processos que envolvem tanto atividades agrícolas quanto pecuárias, o relatório da plataforma SEEG (2018) demonstra que a maior parte das emissões totais do setor concentra-se especificamente na bovinocultura de corte, o que é uma tendência histórica das emissões da Agropecuária (Gráfico 3).

<sup>17</sup> Os dejetos de animais (urina e fezes) são responsáveis pela emissão desses GEE.

Gráfico 3 – Emissões da Agropecuária por fonte no período 1990-2019



Fonte: SEEG (2020)

Para além de representar grande parte das emissões do setor da Agropecuária, a bovinocultura envolve uma gama de processos responsáveis pela emissão de GEE e influencia nas variações do carbono nos solos das pastagens, desde a digestão de animais ruminantes, que emitem metano na atmosfera, até seus dejetos que, além de metano, liberam óxido nítrico. Consequentemente, intensificam o aquecimento global, dentre os quais podemos destacar o carbono enquanto elemento que compõe parte desses gases. Mais ainda, cabe ressaltar a centralidade do impacto da bovinocultura no ciclo do carbono, o qual envolve a absorção e a liberação desse elemento tanto pela superfície terrestre quanto pelos oceanos, processos essenciais para pensar na regulação da temperatura do planeta. Para os propósitos da presente pesquisa, as dinâmicas do carbono nos solos são primordiais para compreender a responsabilidade climática da pecuária brasileira e elaborar estratégias de mitigação. *Isso porque, na interseção entre importância e responsabilidade, também se encontra o carbono dos solos das pastagens. Em poucas palavras, argumentamos que a bovinocultura ocasiona processos de conversão de vegetação nativa em pastagens e degradação desses solos. Isso desequilibra os seus nutrientes, em especial, o carbono, e impacta na emissão desse elemento para a atmosfera. Porém, aliada a tal responsabilidade, ao promover estratégias de recuperação das condições bioquímicas dos solos das pastagens para fortalecer os mecanismos de estoque de carbono, essa dinâmica assume uma posição central na redução das emissões da atividade.*

Para nos voltarmos às variações do estoque de carbono nos solos, e às formas como os processos produtivos da pecuária bovina impactam tais dinâmicas, devemos levar em consideração que o ecossistema terrestre é considerado um dos maiores depósitos de carbono

do planeta, e quaisquer alterações na vegetação e nos solos influenciam seu estoque (SILVA; MACHADO, 2000). Essa concentração de carbono no ecossistema terrestre faz parte da dinâmica do ciclo do carbono, relacionada diretamente às emissões e remoções de CO<sub>2</sub> ou, como a plataforma SEEG descreve, aos processos de variação do estoque de carbono nos solos. De maneira geral, quando uma área de vegetação é desmatada, convertida em outras coberturas, ou até mesmo degradadas como consequência de diversos processos (como a criação de gado), os nutrientes dos solos entram em desequilíbrio com relação às suas condições iniciais. Isso traz consequências diretas à maneira como esses solos atuarão enquanto estoques de carbono, uma vez que o desequilíbrio das condições altera a capacidade que esses solos têm de estocar carbono que seria liberado para a atmosfera, em decorrência de processos como respiração das plantas ou ação decompositora de microrganismos ali presentes. Ou seja, quanto menor a capacidade de estoque, mais carbono será liberado na atmosfera na forma de GEE. Porém, como o carbono é estocado? De acordo com as diretrizes para contabilizações de GEE, publicadas pelo IPCC em 2006 e revisadas em 2019 (IPCC, 2006, 2019a)<sup>18</sup>, pode-se apontar três formas de estoque de carbono: biomassa (acima e abaixo do solo), matéria orgânica morta (madeira morta e outros resíduos), e matéria orgânica dos solos (MOS).

Resumidamente, o carbono pode ser estocado nesses compartimentos em diversos tipos de solo e vegetação, de acordo com as condições de cada uma dessas formas de estoque. No caso da biomassa, pode-se encontrar o carbono armazenado nas árvores e nas plantas, mais especificamente, nos galhos, troncos, folhas, sementes (acima do solo) e nas raízes vivas (abaixo do solo). No que se refere a esse compartimento, o estoque de carbono é influenciado pelos mecanismos de fotossíntese dessa vegetação, que o armazenam enquanto liberam oxigênio. O dióxido de carbono, considerado um dos gases atmosféricos mais importantes no mecanismo de efeito estufa do planeta, é um dos elementos essenciais no processo de fotossíntese das plantas, processo que acaba por remover esse gás da atmosfera e transformá-lo em outros elementos para a manutenção da vida desses organismos. Em outras palavras, as plantas são responsáveis por capturar dióxido de carbono e transformá-lo em outros compostos orgânicos, como consequência da reação entre esse gás e a água. Tal reação, que depende dos

---

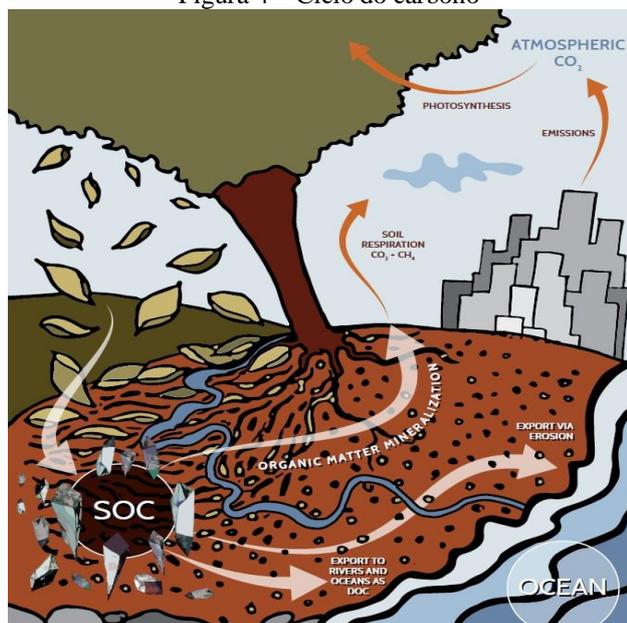
<sup>18</sup> De acordo com o organismo internacional, o relatório de 2019, intitulado “*Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*”, ou “Refinamento das diretrizes para inventários nacionais de gases do efeito estufa de 2006”, traz certas atualizações e solidez para a base científica do relatório de 2006, com o objetivo de “apoiar a preparação contínua dos inventários nacionais de gases do efeito estufa” (IPCC, 2019a, p. 4). Porém, tais atualizações não servem para revisar ou substituir o antigo relatório, e sim para utilizá-las em conjunto, de modo a complementar o primeiro, que apresenta lacunas ou desatualizações científicas (IPCC, 2019a). Por esse motivo, para os propósitos da presente pesquisa, referenciamos os dois igualmente, dependendo do dado ou citação.

raios solares, também produz os carboidratos (açúcares) para a alimentação das plantas e o oxigênio que retorna à atmosfera (ASSAD *et al.*, 2019).

Quanto à matéria orgânica morta presente na terra, também chamada de biomassa morta, os elementos que a compõem são raízes mortas, galhos e tudo o que estiver caído por cima do solo. Tal compartimento pode ser responsável pela liberação de carbono na atmosfera na medida em que esses elementos são resultados das queimadas empreendidas nessas áreas (IPCC, 2006, 2019a). Por outro lado, a morte da biomassa também é consequência da ação do tempo nesses solos, e pode emitir carbono ao longo de um grande período, devido à ação de microrganismos decompositores nesses resíduos (IPCC, 2006). Por fim, o carbono orgânico presente propriamente nos solos na forma de matéria orgânica encontra-se em solos minerais e orgânicos em profundidades específicas, e seu estoque é altamente influenciado pelas técnicas de manejo e conservação (IPCC, 2006).

Apesar de o carbono armazenado nesses compartimentos abranger apenas uma parte do amplo processo que envolve a sua ciclagem pela vegetação, pelos oceanos e pela atmosfera (FAO, 2017b), ele assume uma posição importante nas estratégias de mitigação da pecuária. Assim, é possível destacar a importância da biomassa e da matéria orgânica (viva e morta), bem como o fato de que elas se encontram em concentrações elevadas em vegetações nativas ou em solos bem manejados. A pecuária – em especial, a bovinocultura –, impacta tais concentrações tanto ao desmatar áreas de vegetação nativa para substituí-las por pastagens, quanto ao degradar os solos dos pastos pela ação e manejo dessas áreas de criação de gado. Ambos os processos desequilibram a presença do carbono nesses compartimentos, principalmente na matéria orgânica dos solos (SOC), prejudicando o mecanismo de armazenamento desse elemento, e impactando diretamente as dinâmicas e os fluxos do ciclo de carbono, como mostra a imagem abaixo (Figura 4).

Figura 4 – Ciclo do carbono



Fonte: FAO (2017b)

Porém, por que a degradação ou os processos de conversão de vegetações nativas em pastagens e lavouras prejudicam o armazenamento e o fluxo do carbono? Porque esses processos retiram os resíduos da superfície durante a modificação dessas áreas, o que culmina em alterações das condições físicas, químicas e biológicas do solo. O desequilíbrio dessas condições ocasiona o aumento da ação decompositora de diversos microrganismos, processo responsável pela conversão de resíduos vegetais em dióxido de carbono e pelo seu retorno para a atmosfera terrestre (ASSAD *et al.*, 2019; FAO, 2017b). Se a degradação dos solos contribui para essa atividade microbiana de decomposição, pode-se dizer que ela também aumenta a quantidade de dióxido de carbono que é produzido e liberado em consequência desse processo. Porém, como apresentamos anteriormente, o processo de degradação e conversão da vegetação em pastagens não é contabilizado somente no setor da Agropecuária (BRASIL, 2016, 2020a). Nos relatórios da plataforma SEEG, tais processos também estão incluídos no setor de *Mudança do Uso da Terra e Florestas*, o que aponta para as interconexões entre a criação de bovinos e o desmatamento de florestas para a abertura de pastagens. Mais especificamente, nas notas metodológicas do sistema de estimativas, elaboradas a partir dos direcionamentos científicos internacionais, o processo de conversões de vegetação nativa em áreas para agropecuária é incluído no setor de *Mudança do Uso da Terra e Florestas*, enquanto as variações do estoque de carbono nos solos são consideradas um dos processos emissores do setor da *Agropecuária*. Mesmo que o primeiro faça referência ao desmatamento para abertura de pastos, e o segundo aos impactos dos processos de degradação dos solos de pastagens, a diferença nas

contabilizações não é trivial. Assim, ressaltamos os imbricamentos entre esses setores e a importância de nos atentarmos para os impactos nas condições dos solos da abertura e na manutenção das pastagens, o que denominamos de *dimensão gado-solo*. Nesse sentido, de acordo com um relatório publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a respeito das emissões e remoções de GEE na pecuária brasileira, “as emissões agropecuárias são contabilizadas principalmente em dois setores: o ‘Setor Agropecuária’ e o ‘Setor Mudança de Uso da Terra’” (BRASIL, 2020a, p. 14). Apesar da dificuldade de distinguir as atividades que provocam o desmatamento de vegetações nativas e a proporção dos impactos de cada uma delas, especialmente nas emissões, pode-se dizer que a pecuária configura-se como uma das que mais contribuem para esse problema no contexto brasileiro (BUSTAMANTE *et al.*, 2012; MERRY; SOARES-FILHO, 2017; RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015; SOARES-FILHO; RAJÃO, 2018; entre outros). Isso ocorre, justamente, pela expansão da fronteira agrícola e pela disponibilidade de terras com alta fertilidade, como apontam Cerri e Oliveira (2017, p. 309):

A produção de bovinos no Brasil é tradicionalmente feita de forma extensiva, onde grande parte da área foi desmatada e convertida para pastagem. Essas pastagens se beneficiam da fertilidade natural do solo oriunda da intensa ciclagem de nutrientes da floresta. No entanto, o esgotamento é crescente uma vez que a adubação de pastagens não é uma prática muito realizada na grande maioria das pastagens. No momento em que essas chegam a uma produtividade muito reduzida, os produtores migram para novas áreas, expandindo fronteiras agrícolas frente às florestas e abandonando as pastagens degradadas.

De todo modo, ambos os processos são contabilizados nas emissões nacionais de GEE e encontram-se conectados às atividades da pecuária brasileira. Isso porque o desmatamento e a degradação das pastagens interferem nos diversos compartimentos de estoque de carbono, desde a biomassa, por retirarem a cobertura vegetal responsável pelos processos de fotossíntese, até a matéria orgânica dos solos, por modificarem sua composição, ou seja, suas condições físicas, químicas e biológicas essenciais para a manutenção da vida (URQUIAGA *et al.*, 2006). Em linhas gerais, o IPCC (2019a) descreve métodos genéricos de quantificação das variações de carbono nos solos para compor as estimativas nacionais oficiais, que podem se dar a partir da diferença entre adições e remoções em determinado compartimento de carbono, ou do cálculo da diferença entre as concentrações desse elemento em dois momentos específicos no tempo. Apesar das especificidades de cada metodologia, para que seja possível estimar a quantidade de carbono em seus compartimentos de estoque, seja na biomassa viva e morta ou na matéria orgânica, pesquisas ressaltam as preocupações com a amostra coletada e com as correções de acordo com a densidade e a massa dos solos, as quais podem ser modificadas dependendo das práticas de gestão e manejo das áreas (FERNANDES; FERNANDES, 2013;

JANTALIA *et al.*, 2006). Mais ainda, diversos fatores são levados em consideração para essas quantificações, como o tipo de solo, o compartimento analisado e sua profundidade, as variáveis climáticas da região e o tipo de vegetação nativa (ASSAD *et al.*, 2013; BERNOUX, 2002; BRAZ *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2010; CERRI *et al.*, 2009; LAL, 2006; MAIA *et al.*, 2009; MARTINS *et al.*, 2012).

Portanto, ao contabilizar a capacidade de estoque de carbono nos compartimentos dos solos e as emissões de processos relacionados às atividades da pecuária, como a variação desse elemento em consequência da abertura de pastagens e a degradação por manejo inadequado dos animais nessas áreas (principalmente, bovinos), os inventários e estimativas nacionais e internacionais demonstram a importância do carbono nos solos. Tendo em vista a contribuição de tais processos nas emissões, quais são as alternativas possíveis para reduzir os impactos climáticos da pecuária? Dentre as diversas possibilidades, de acordo com a literatura, podemos citar a suplementação alimentar do rebanho, por meio de dietas mais concentradas para reduzir a idade de abate dos animais, aumentar o seu desempenho e diminuir o metano expelido na sua digestão (BRASIL, 2020a); o tratamento adequado das fezes e urina nas áreas de criação, de forma a reduzir e até reutilizar os gases liberados para geração de bioenergia; e a adoção de técnicas de manejo, com o objetivo de recuperar áreas degradadas pela criação de animais, e integrá-las a outras culturas agrícolas para incluir plantas e componentes arbóreos no sistema e controlar o desmatamento de vegetação nativa para conversão em pastagens (BERNDT *et al.*, 2020).

Em poucas palavras, tais estratégias e técnicas de manejo e conservação dos solos e da vegetação têm como objetivo incrementar tanto as áreas da atividade pecuária, com árvores e outros tipos de plantas para aumentar a capacidade de retenção de carbono por esses organismos, quanto os resíduos do solo da ação decompositora dos microrganismos. Assim, “o resultado final é o aumento da quantidade de compostos orgânicos preservados da ação biológica e o aumento da quantidade formada de carbono orgânico total (COT) e matéria orgânica do solo” (ASSAD *et al.*, 2019, p. 161). *Mas, de quais estratégias estamos falando especificamente ao citar técnicas de manejo e conservação?* Essa é a temática da próxima subseção, em que discorreremos sobre a recuperação de pastagens degradadas e a integração dessas áreas a outros agrossistemas, como o iLPF e o iLP. Ao integrarem estratégias políticas relevantes no contexto da mitigação climática nacional, tanto a recuperação quanto a integração referem-se particularmente aos estoques de carbono em diferentes compartimentos dos solos enquanto possibilidades de redução das emissões da pecuária. Portanto, a próxima seção

descreve em maiores detalhes como as políticas climáticas estão estruturadas, especialmente com relação à pecuária e aos compromissos de mitigação do Brasil.

### 2.3 POLÍTICAS CLIMÁTICAS

Mesmo que evidências científicas sobre as diferenças na concentração de gases atmosféricos tenham sido produzidas ainda nos anos 1950 e 1960, as mudanças climáticas só foram apresentadas e debatidas internacionalmente no final dos anos 1980 (EDWARDS, 2001). Em 1992, durante a Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, também chamada de Rio92, foi proposta a CQNUMC, com “rodadas internacionais sucessivas, nas quais os Estados nacionais, chamados de ‘Partes’, deveriam se comprometer com ações voltadas às finalidades de mitigação e de adaptação, além de negociar os meios tecnológicos e financeiros para seu alcance” (SOUZA; CORAZZA, 2017, p. 54). Assim, os debates em torno das mudanças climáticas a nível global começaram a ser estruturados a partir da criação dessas instituições, nas quais compromissos e metas climáticas foram firmados. No âmbito da CQNUMC, os debates são organizados periodicamente nas COPs, que contam com a participação de representantes de cada um dos países signatários da convenção. Em tais conferências, discute-se sobre as metas climáticas, as estratégias de mitigação e adaptação e os mecanismos para alcançar esses compromissos.

Com o objetivo de estabelecer metas específicas para a redução das emissões dos GEE, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), o primeiro tratado internacional de combate às mudanças climáticas, chamado Protocolo de Quioto, foi assinado durante a COP 3, em 1997. Apesar de só ter entrado em vigor alguns anos depois, em 2005, esse tratado aponta as responsabilidades de cada país no sentido de contribuição para o aumento da concentração de gases estufa na atmosfera e a necessidade de redução dessas emissões para atingir determinados limites de aquecimento, tendo em vista as metas globais. No período que sucedeu a assinatura do Protocolo de Quioto até o Acordo de Paris, assinado em 2015, os países signatários da convenção propuseram metas para o enfrentamento das mudanças climáticas de acordo com o seu histórico de emissões, de forma que os países com maiores índices de emissões acumuladas, majoritariamente nações ditas industrializadas, deveriam apresentar regularmente seus compromissos, enquanto os países chamados de “emergentes” ou “em desenvolvimento” não tinham essa responsabilidade. Assim, a proposição de compromissos nacionais climáticos leva em conta a distinção entre países que compõem o chamado Anexo-I da Convenção-Quadro, e aqueles que não o compõem, ou seja, que integram o chamado não-

Anexo I. Os países que integram tal anexo foram selecionados a partir da lista de membros da OCDE e dos territórios da recém-dissolvida União Soviética, que são os Estados Bálticos e os Países da Europa Oriental. Enquanto no Anexo I figuram, majoritariamente, os países do Norte Global, o não-Anexo I é representado pelo Sul Global, com países para os quais tecnologias de mitigação e adaptação climática deveriam ser financiadas e transferidas, de acordo com o artigo 9 da Convenção. Mais ainda, as distinções no interior da Convenção-Quadro também abordam a questão da adequação das estratégias de mitigação climática às contribuições de cada país para as emissões globais, na busca de justiça climática. Assim, os compromissos e as ações estratégicas propostas seguem o que a Convenção-Quadro denominou de *Princípio das Responsabilidades Comuns, mas Diferenciadas*, descrito a seguir.

As partes devem proteger o sistema climático em benefício das gerações presentes e futuras da humanidade, com base na equidade e de acordo com as suas responsabilidades comuns, porém diferenciadas, e respectivas capacidades. Consequentemente, a parte dos países desenvolvidos deve assumir a liderança no combate às alterações climáticas e seus efeitos adversos (Art. 3 § 1, CQNUMC).

Levando em consideração o histórico de desenvolvimento e emissão de GEE dos diferentes países signatários, esse princípio aponta que os compromissos nacionais devem ser adequados às responsabilidades históricas com relação aos níveis de concentração de GEE e, conseqüentemente, aos impactos no aumento da temperatura global (RAJÃO; DUARTE, 2018). Porém, durante a COP15, realizada em 2009, o Brasil apresentou, pela primeira vez, compromissos voluntários para mitigação e adaptação das mudanças climáticas, os quais culminaram na formulação da PNMC. Esses compromissos brasileiros referiam-se à redução entre 36,1% e 38,9% das emissões de GEE até 2020 (BRASIL, 2009). Já em 2015, quando foi realizada a COP21 em Paris, os países integrantes da Convenção-Quadro firmaram a necessidade de atualização dos compromissos estabelecidos no Protocolo de Quioto, nos termos de um novo acordo climático global. Na direção de conferir maiores responsabilidades aos países “emergentes”, o novo regime climático começou a se estruturar nas discussões da COP15, e consolidou-se oficialmente na assinatura do Acordo de Paris. Internacionalmente, tal atualização teve como objetivo fortalecer a resposta global à ameaça das mudanças climáticas, levando em consideração o desenvolvimento sustentável e a erradicação da pobreza.

Assim, pode-se apontar para as mudanças nas dinâmicas geopolíticas relacionadas aos compromissos e tratados assinados no âmbito da CQNUMC. O Acordo de Paris consolidou uma nova abordagem para a ação climática, a partir do estabelecimento das NDC para todos os países signatários (SOUZA; CORAZZA, 2017). No que tange às propostas de cada país signatário da convenção para mitigação e adaptação no período do novo acordo climático, a

elaboração dessas contribuições apresenta-se de forma independente da vinculação ou não do país aos anexos da convenção, ou seja, de seu desenvolvimento econômico histórico. Souza e Corazza (2017) afirmam que, a partir do Acordo de Paris, tem-se uma abordagem *bottom-up* para o regime climático internacional, devido ao envolvimento de cada país na construção das próprias contribuições para o alcance do compromisso climático de manter o aquecimento global abaixo de 2°C. Esse envolvimento dos países na construção de metas difere das discussões sob o regime climático de Quioto, o qual vigorou entre os anos de 1992 e 2009, caracterizado por uma abordagem *top-down*, ou seja, direcionando as atenções para as responsabilidades históricas das nações industrializadas.

Porém, com a abordagem *bottom-up* do novo regime climático, proposta pelo Acordo de Paris, os compromissos estabelecidos internacionalmente por cada país passaram a considerar, além das emissões acumuladas historicamente, as emissões correntes. Essa mudança de foco da contribuição histórica dos países para a contribuição atual no que se refere às emissões líquidas, de acordo com Souza e Corazza (2017), foi consequência de uma maior participação dos Estados Unidos nas discussões, ao questionar a interpretação da historicidade ou das emissões acumuladas. Rajão e Duarte (2018) apontam que, sob a égide das negociações que levaram ao Acordo de Paris, os países do Sul Global performaram suas identidades enquanto países em desenvolvimento. A ideia, com isso, era se contrapor à iniciativa de consideração das responsabilidades a partir das emissões correntes e exigir maiores comprometimentos nas nações do Norte Global na mitigação das emissões e na transferência de recursos financeiros para a adoção de tecnologias climaticamente sustentáveis no Sul. Tal mudança de foco, de modo geral, colocou em discussão a interpretação do princípio da convenção e suas implicações para as formas de mensuração das contribuições de cada país signatário no compromisso climático internacional. Pode-se dizer que, durante a vigência do Protocolo de Quioto, o foco eram as *responsabilidades históricas* das nações industrializadas e, portanto, *diferenciadas*. Mas, a partir de uma participação mais ativa dos Estados Unidos, a atenção climática passou a ser direcionada para as *responsabilidades comuns*:

Ainda que se considere a importância dos estoques históricos para uma distribuição justa de responsabilidades entre os países, o vertiginoso aumento dos fluxos recentes desses gases a partir do avanço da industrialização do mundo emergente recoloca a questão da obrigatoriedade para os ajustes necessários nos países em desenvolvimento (SOUZA; CORAZZA, 2017, p. 74).

Assim, para os propósitos dos acordos internacionais, as emissões de cada país passaram a ser compreendidas a partir de três métricas: a intensidade das emissões, tanto com relação ao PIB quanto ao uso de combustíveis fósseis, e a contribuição histórica para o acúmulo de GEE

na atmosfera. Esses compromissos internacionalmente firmados traduziram-se, na dinâmica brasileira, na elaboração de relatórios, governamentais ou não, sobre as emissões do país. Tais relatórios foram fundamentais para a elaboração das políticas climáticas do Brasil, os quais identificaram setores com maiores emissões (a partir da métrica do carbono equivalente<sup>19</sup>) e sugeriram metodologias de baixo carbono para a economia nacional, com o objetivo de atingir as metas elaboradas. Portanto, a nível nacional, as estratégias de mitigação e adaptação aos fenômenos climáticos globais estão regulamentadas pelo Decreto nº 9.578, de 22 de novembro de 2018, que descreve os planos setoriais de ação, e dispõe sobre o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e a Política Nacional do Clima. Assim, as estratégias no âmbito desse decreto, que são previstas na PNMC, devem levar em considerações as seguintes questões:

II - serão tomadas medidas para prever, evitar ou minimizar as causas identificadas da mudança climática com origem antrópica no território nacional, sobre as quais haja razoável consenso por parte dos meios científicos e técnicos ocupados no estudo dos fenômenos envolvidos;

III - as medidas tomadas devem levar em consideração os diferentes contextos socioeconômicos de sua aplicação, distribuir os ônus e encargos decorrentes entre os setores econômicos e as populações e comunidades interessadas de modo equitativo e equilibrado e sopesar as responsabilidades individuais quanto à origem das fontes emissoras e dos efeitos ocasionados sobre o clima;

IV - o desenvolvimento sustentável é a condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações e comunidades que vivem no território nacional (BRASIL, 2009, art. 3).

Em um primeiro momento, o Brasil assumiu compromissos voluntários de mitigação e adaptação climática, uma vez que, enquanto país do Sul Global, tem um histórico de industrialização tardia e um perfil singular de emissões de GEE, especialmente voltadas ao estoque de carbono na terra e nas florestas. Porém, a partir do novo acordo climático internacional, esses compromissos tornaram-se obrigatórios para todos os países signatários da convenção. Assim, nas NDC brasileiras, o governo comprometeu-se a reduzir suas emissões em 37% no ano de 2025, e em 43% no ano de 2030, ambas as estimativas comparadas às emissões nacionais verificadas no ano de 2005. A partir desses compromissos, a política nacional propõe planos de ação para prevenção e controle do desmatamento nos biomas, além de planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas (BRASIL, 2018).

---

<sup>19</sup> De acordo com o IPCC, é possível calcular os impactos de cada tipo de gás nas alterações da temperatura global de forma comparativa, a partir de métricas que os convertem em dióxido de carbono, chamado de CO<sub>2</sub> equivalente. Esses cálculos são realizados para que as contabilizações das emissões, independentemente do tipo de gás, sejam feitas levando em consideração todos os setores produtivos e todos os tipos de emissões. Existem duas abordagens para a realização dessa conversão em carbono equivalente, ambas medidas para um prazo de 100 anos: a GWP (Potencial de Aquecimento Global) e a GTP (Potencial de Mudança de Temperatura). No entanto, a primeira forma de conversão (GWP) é mais comumente utilizada nas contabilizações.

Dentre eles, é possível citar o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura ou Plano Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC), o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) e o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado (PPCerrado).

Porém, cabe ressaltar que, em 2019, o presidente Jair Bolsonaro modificou a estrutura do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de forma a entregar a gestão das florestas ao Ministério da Agricultura e extinguir a secretaria de Mudança Climática e Florestas, que era responsável tanto pela gestão do Fundo Nacional para Mudança do Clima, quanto pelos planos setoriais PPCDAm e PPCerrado e pela elaboração das estratégias de implementação da NDC. Sem a coordenação dessa secretaria, a Plataforma SEEG afirmou, em seu relatório publicado em 2019, que essas políticas e planos acabaram por ficar no limbo (SEEG, 2019b). Mais ainda, a vigência do Plano ABC foi até 2020 e, dando continuidade às políticas de mitigação e adaptação para consolidação de uma agropecuária com baixa emissão de carbono, o governo federal lançou o Plano ABC+ (2020-2030), que tem como eixos orientadores o “enfrentamento dos impactos adversos da mudança do clima, o aumento da resiliência e a sustentabilidade do setor agropecuario” (BRASIL, 2021). Assim, de acordo com a Embrapa, esse novo ciclo do Plano ABC, “não só incrementou as metas a serem atingidas para a mitigação de gases de efeito estufa, como aprimorou o entendimento de que há que se trabalhar, também, com a resiliência dos recursos naturais” (EMBRAPA, 2021)<sup>20</sup>.

Idealmente, na medida em que integram o PNMC, os planos setoriais definem ações estratégicas específicas para que o Brasil consiga reduzir as emissões de GEE e atingir as responsabilidades assumidas internacionalmente. Para os propósitos desta pesquisa, são levadas em consideração apenas as estratégias listadas no Plano ABC, que se referem à consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura. Apesar de sua recente atualização, o Plano ABC+ não contou com a publicação de estratégias e direcionamentos específicos, como era anteriormente. Por isso, focamos nas ações do plano anterior, direcionadas para a redução em 80% da taxa de desmatamento na Amazônia e em 40% do Cerrado com relação ao ano de 2005, além da recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e a ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares (BRASIL, 2021). Essas ações tornam-se centrais para a política climática

---

<sup>20</sup> Notícia do Portal da Embrapa intitulada “Mapa apresenta metas e tecnologias de produção sustentável para o Plano ABC+”.

brasileira, na medida em que os setores de Mudança do uso da terra e da Agropecuária compõem, juntos, a maior parte das emissões nacionais (SEEG, 2019a).

Historicamente, até o início do governo Bolsonaro, o Brasil ocupou uma posição de destaque e liderança nas negociações climáticas internacionais. Além de ter sido palco da primeira conferência sobre desenvolvimento sustentável, em 1992, que deu início à discussão acerca dos acordos climáticos internacionais, o país destacou-se entre os demais signatários da CQNMUC com relação às emissões do setor energético, inclusive daqueles considerados “emergentes”. Ao contrário da tendência global de concentração das emissões pela utilização de combustíveis fósseis, as fontes energéticas brasileiras são consideradas “limpas”, especialmente voltadas para as construções hidrelétricas. Nesse sentido, Johnson (2001) argumenta que, no cenário internacional, a liderança do Brasil referia-se a esse perfil de emissões, o qual permite o posicionamento do país enquanto exemplo para outras economias ditas “emergentes”, em virtude da utilização de tecnologias limpas de geração de energia em seu processo de industrialização. Tal perfil ainda permite uma tentativa de desviar a atenção internacional dos mecanismos de emissão de GEE relacionados aos usos da terra e florestas, o que o caracteriza como singular. Porém, especialmente após o consenso científico acerca dos solos e das vegetações como reservatórios de carbono (LAHSEN, 2009), o desmatamento na Amazônia e as atividades que contribuem para esse cenário tornaram-se o centro das preocupações internacionais no que tange às emissões brasileiras. Nesse sentido, voltamos a nossa atenção para as tecnologias de recuperação e integração de solos degradados pela abertura dos pastos, e para as disputas acerca do potencial que essas tecnologias têm para diminuir as emissões de GEE como consequência do fortalecimento do mecanismo de sequestro de carbono.

Para contribuir no alcance das metas, os países que fazem parte do referido regime climático publicam relatórios com contabilização das emissões nacionais, de acordo com as diretrizes desenvolvidas e ratificadas internacionalmente. Os métodos para contabilizar dessas emissões nacionais são essenciais para compreender os esforços de mitigação no território brasileiro, especialmente no que se refere ao setor da agropecuária e da mudança no uso da terra e das florestas, visto que as políticas públicas sobre as mudanças climáticas levam em consideração a proporção e o tipo das emissões de cada atividade e processo em questão. Segundo a página oficial do MMA, instituição envolvida nacionalmente com as políticas e estratégias de mitigação climática, a comunidade científica e os cálculos propostos para contabilizar as emissões têm um papel importante ao auxiliar a tomada de decisões, indicando oportunidades e desafios (BRASIL, 2022). Mais ainda, nas premissas do Plano ABC+

(BRASIL, 2021, p. 19), aponta-se que tanto as estratégias preconizadas no plano anterior quanto as identificadas posteriormente e incorporadas nesse novo ciclo são “embasadas em evidências científicas (*science based*)”. Assim, os resultados das pesquisas, dados, projeções e recomendações dos cientistas encontram-se intimamente relacionados com as negociações políticas nacionais e internacionais, na medida em que tais resultados e recomendações fundamentam e participam das decisões sobre ações estratégicas de mitigação tanto a nível global quanto a nível local.

#### 2.4 CONCLUSÕES: A PECUÁRIA BRASILEIRA, CARBONO NO SOLO E POLÍTICAS DE MITIGAÇÃO

Com a intenção de investigar as controvérsias na ciência e os contornos da política com relação às estratégias climáticas de remoção de carbono por pastagens restauradas e integradas a lavouras e florestas, torna-se necessário, antes de mais nada, compreender o contexto da pecuária brasileira e suas especificidades, que foi o objetivo desta primeira seção. Desse modo, buscamos responder aos seguintes questionamentos: *Como estão organizadas as políticas climáticas nacionais, tendo em vista os compromissos assumidos internacionalmente? Qual a importância econômica e alimentar da pecuária no contexto brasileiro e internacional? Quais os impactos socioambientais decorrentes das atividades de criação de animais? Em especial, por quais processos tais atividades são responsáveis pela emissão de GEE? Como as pastagens interferem nas dinâmicas de carbono nos solos?* Em suma, a partir de dados, relatórios e artigos científicos produzidos por atores relevantes no debate sobre mudanças climáticas e estratégias de mitigação, nos aprofundamos nas explicações sobre a posição da pecuária brasileira no cenário nacional e internacional, nas especificidades climáticas devido ao carbono nos solos e nas estratégias de remoção de carbono pelas pastagens recuperadas e integradas. Mais ainda, argumentamos que a pecuária está localizada na interseção entre *importância e responsabilidade*, na medida em que as dinâmicas de carbono nos solos, responsáveis por uma parcela considerável das emissões nacionais, também representam uma possibilidade de mitigação importante nas metas propostas pelo Brasil dentro dos acordos e negociações internacionais. A partir da digressão teórica e dos panoramas da pecuária discutidos até o momento, as próximas seções direcionam-se para o entendimento das negociações e disputas dos cientistas, pelos critérios de validade e credibilidade das pesquisas, e também pelas próprias formas de fazer ciência e organizar as políticas de mitigação da pecuária no Brasil.

### 3 NEGOCIAÇÕES DE VALIDADE E CREDIBILIDADE DOS RESULTADOS

Se, na literatura científica “consagrada”, nas discussões e dinâmicas de governança climática global (IPCC, FAO, documentos da ONU, relatórios dos acordos sobre combate às mudanças no clima), e nas projeções nacionais, aponta-se para as incertezas presentes, em especial, nas contabilizações das remoções de carbono pelos solos, como os cientistas lidam com isso? Embora haja uma centralidade política assumida pelas estratégias relacionadas aos solos degradados das pastagens, tanto nos trabalhos da Embrapa quanto nas delimitações da política climática nacional, isso não quer dizer que existe um consenso sobre os resultados da adoção dessas tecnologias ou, ainda, que essas estratégias não devam integrar as políticas e ações de combate às mudanças climáticas. Ao serem questionados sobre outros trabalhos nacionais que apresentam conclusões divergentes no que se refere às projeções de mitigação das tecnologias de recuperação e integração, os cientistas da Embrapa argumentam que a existência de incertezas e variabilidades nos cálculos e métricas não coloca em risco a adoção dessas tecnologias. Isso porque eles consideram que estão no “caminho certo”, e que os dados disponíveis são consistentes o bastante para estabelecerem um “sentido plausível” da política, levando em consideração a quantidade de estudos já realizados, com mais de 20 anos de análises, feitas com técnicas por cientistas reconhecidos. Já os cientistas do CSR questionam a suficiência de tais estudos, apontando para a necessidade de aprimorá-los e aprofundá-los. Eles discorrem, ainda, sobre as complexidades das variáveis para estabelecer os potenciais de remoção de solos recuperado e integrados, como as dificuldades de identificar e categorizar pastagens degradadas, a dimensão da viabilidade econômica da adoção dessas estratégias, e a variação temporal dos estoques de carbono.

Assim, com a intenção de compreender a controvérsia, apontamos os mecanismos pelos quais os cientistas negociam critérios de validade e credibilidade das pesquisas. Por um lado, aqueles ligados à Embrapa afirmam que os cálculos realizados pelos pesquisadores do CSR apresentam erros metodológicos e enfrentaram empecilhos para serem validados pela comunidade científica. Isso porque houve demora na publicação científica, e o escopo da pesquisa era muito específico, o que impossibilitava generalizar suas conclusões para o contexto nacional. Por outro lado, os cientistas do CSR levantam questões não exploradas pelos estudos da Embrapa, como o caso de as remoções serem assintóticas, ou seja, não lineares no tempo. Eles indicam, também, a necessidade de pensar em todas as dinâmicas e complexidades da bovinocultura, avançando nos trabalhos de campo sobre o carbono nos solos e nas metodologias de análise desses dados para construir cenários climáticos futuros. Como será

discutido durante esta seção, o status da ciência não é questionado por nenhum dos cientistas. Discute-se, apenas, sobre como cada grupo mobiliza metodologias e cenários de projeção das emissões para o setor da pecuária. Ao fim e ao cabo, todos estão partindo do mesmo escopo de pesquisas e dos mesmos dados sobre o carbono no solo, mas lidando de maneiras diferentes e produzindo resultados divergentes no que se refere à capacidade de mitigação das tecnologias de manejo de pastagens degradadas.

Portanto, na primeira subseção, apresentamos considerações teóricas iniciais para entender as negociações dos cientistas sobre as suas posições, bem como quais critérios devem ser adotados para explicá-las e as soluções desse embate. Dizer que existem negociações de validade e credibilidade dos resultados nas narrativas dos cientistas significa afirmar que suas pesquisas apresentam divergências, as quais envolvem as formas pelas quais eles tratam os dados e constroem suas argumentações, especialmente acerca do futuro da pecuária nacional no contexto das mudanças climáticas. Por isso, torna-se necessário refletir e retomar certas considerações teóricas importantes com relação às controvérsias científicas e as demarcações da ciência. A partir das contribuições de Collins (1981a, 1981b) e Collins e Pinch (2003), buscamos atentar para a flexibilidade interpretativa dos dados sobre as remoções de carbono, sobretudo, com relação às distintas metodologias (projeções) empregadas para analisar um mesmo conjunto de dados, implicando em resultados e recomendações divergentes. Além disso, tais autores argumentam sobre os mecanismos pelos quais cientistas tentam “fechar” uma controvérsia que são justificativas dentro da própria ciência, como erros metodológicos, exclusão de variáveis das análises, falta de validação por meio de publicações em revistas científicas, e conclusões subestimativas ou superestimadas. Mesmo considerando os transbordamentos das discussões na ciência para a política, de modo imbricado, a presente seção tem como objetivo aprofundar nas negociações entre cientistas sobre suas próprias pesquisas, no que diz respeito aos critérios mobilizados para justificar suas posições e tecer críticas a outros trabalhos, o que será explorado posteriormente. Nesse sentido, também nos apoiamos no conceito de *trabalho de fronteira* de Gieryn (1983), mais especificamente entre cientistas (SWEDLOW, 2007), para compreender as demarcações entre as posições tomadas no debate, entre uma ciência “boa” ou “ruim” (JASANOFF, 1990).

Assim, a segunda subseção apresenta os pontos de partida da controvérsia, ou seja, as explicações e os trabalhos científicos sobre a importância das técnicas de manejo e conservação adotadas no setor. Isso porque os solos podem funcionar tanto como emissores de GEE, quando estão em desequilíbrio, quanto como dreno, especialmente de carbono, ao serem aplicadas, nas áreas degradadas, técnicas de recuperação e integração a outros agrossistemas (como lavouras,

iLP, e florestas, iLPF). Dessa maneira, nossa intenção é aprofundar nas explicações, principalmente de trabalhos produzidos a nível nacional, sobre como tais técnicas, ao restaurarem as condições dos solos, atuam na mitigação climática. Apesar de contribuírem para as remoções do carbono que seria liberado na atmosfera, são apontadas limitações metodológicas para incluir essas remoções, devido à complexidade dos cálculos, tendo em vista suas dimensões temporais e a quantidade de variáveis. Porém, as incertezas descritas nas diretrizes e relatórios internacionais não são suficientes para excluir totalmente as estratégias de remoção de carbono por pastagens recuperadas e integradas, por isso, voltamos nossa atenção às maneiras pelas quais tais estratégias são abordadas e delimitadas nos trabalhos científicos, em especial, nacionais.

Nas duas seções seguintes, nos debruçamos especificamente sobre os dois “*lados*” da controvérsia, que são as posições dos cientistas da Embrapa em contraposição às dos pesquisadores do CSR. Em suma, apontamos relatórios sobre o efeito poupa-terra e os valores médios das remoções, assim como os artigos científicos de pesquisadores da Embrapa sobre o potencial das tecnologias de manejo na redução das emissões da pecuária. Porém, outros trabalhos e artigos publicados por cientistas vinculados ao CSR, à plataforma Otimizagro e ao subproduto SimPecuária, partem de modelagens ambientais e de pressupostos econômicos, sociais, produtivos e ambientais para construir os caminhos de mitigação da pecuária, considerando as incertezas e as complexidades de projetar cenários futuros a partir de médias dos valores de remoção. Em cada uma dessas seções, portanto, apresentamos tanto as pesquisas empreendidas pelos cientistas quanto suas narrativas a respeito da controvérsia, delimitando os pontos de divergência entre os estudos, as tentativas de fechamento da controvérsia, os critérios em negociação e as fronteiras entre duas posições dentro da própria ciência.

### 3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como descrevemos em detalhes na primeira seção da presente dissertação, os estudos em CTS lançam luz aos processos pelos quais são produzidos, comunicados e legitimados os conhecimentos científicos e tecnológicos (DUARTE; REYES-GALLINDO, 2019). Em outras palavras, propõe-se que os processos de produção da ciência não devem ser separados do mundo social e político no qual se inscrevem, justamente porque não são dimensões isoladas, e sim entrelaçadas (LATOURE, 1994, 2019; JASANOFF, 2004a, 2004b, 2004c?). Se a ciência, então, apresenta-se enquanto conhecimento legítimo, aponta-se que tal autoridade também é construída, demarcada e colocada em debate ao largo de sua própria produção. Assim, parte-se

da afirmativa de que, apesar da imagem comumente veiculada de uma ciência desinteressada e distante dos debates políticos (EZRAHI, 1990), o conhecimento científico adquire importância e relevância nas sociedades modernas por mecanismos de demarcação e legitimação específicos. Nesse sentido, o conceito de *trabalho de fronteira*, ou *boundary-work* (GIERYN, 1983), assume centralidade na presente subseção, na medida em que nos debruçamos sobre os critérios de demarcação mobilizados pelos cientistas para definir a ciência que deve ser considerada válida, considerando o contexto político das estratégias de mitigação climática para o setor da pecuária nacional.

Antes de mais nada, dois pontos devem ser levados em consideração. Primeiro, que a ciência em questão se encontra diretamente relacionada a processos regulatórios e tomadas de decisões políticas, aproximando-se da ideia de *ciência regulatória* descrita por Jasanoff (1990, 2011). Dessa maneira, quando cientistas envolvidos nesses processos políticos recorrem a procedimentos para garantir legitimidade, busca-se autoridade na perspectiva de uma ciência neutra e desinteressada politicamente e de uma política baseada em evidências, tendo em vista o princípio tecnocrático das sociedades modernas e contemporâneas. Delimitar o que é uma ciência “boa” para determinada tomada de decisão seria, na verdade, definir quais experimentos e resultados são válidos a partir da perspectiva do que é útil para a política (JASANOFF, 2011). Assim, torna-se necessário atentar para tais processos regulatórios, na medida em que a ciência que os embasa é demarcada entre o que seria uma ciência “boa”, válida e aceitável, e outra “má” ou inaceitável para fundamentar políticas. Ademais, apesar de o conceito de *trabalho de fronteira* de Gieryn (1983) ter sido especialmente pensado a partir das demarcações entre a ciência e a não-ciência, no intuito de manter a autoridade nos processos de produção de conhecimento científico, assumimos a delimitação de fronteiras no interior da própria ciência. Assim como Swedlow (2007) apresenta em seu estudo de caso sobre a construção da natureza e das políticas ambientais por corujas e cientistas florestais, pode-se pensar em fronteiras demarcadas por cientistas entre a ciência competente e a incompetente. Nas palavras do autor, o trabalho de fronteira “é utilizado não somente para barrar os bárbaros nos portões da ciência (ou expulsar bárbaros que conseguiram ultrapassar os portões), mas para conduzir e resolver disputas pela autoridade da ciência dentro da comunidade científica” (SWEDLOW, 2007, p. 635).

Dessa maneira, abordamos disputas e demarcações dentro da própria ciência na interface da elaboração das políticas nacionais. Mais especificamente, nos debruçamos sobre a controvérsia relacionada ao potencial de mitigação climática de estratégias de recuperação e integração de pastagens degradadas, tendo em vista o cumprimento dos objetivos nacionais de

redução das emissões. Trata-se de uma controvérsia porque existem dois grupos de cientistas brasileiros, vinculados a diferentes instituições, cujas pesquisas apresentam divergências sobre as remoções de carbono por solos recuperados e integrados enquanto estratégia climática para a pecuária nacional. Nesse sentido, partimos da proposta de que experimentos científicos são incapazes de encerrarem determinada controvérsia sozinhos (COLLINS, 2011). Isso ocorreria, pois, tais experimentos são passíveis de interpretação e, portanto, podem ser entendidos como sendo bem ou mal realizados por diferentes grupos sociais. Assim, para se compreender o fechamento de controvérsias, é fundamental que sejam estudados os critérios de negociação da validade do experimento e das teorias, que envolvem fatores tanto da dita racionalidade científica, como revisão por pares, publicações e veracidade dos dados mobilizados, quanto sociais e culturais, como o prestígio dos experimentadores, sua reputação, entre outros. Apesar de disporem de dados e cálculos cientificamente aceitos, a visualização e interpretação desses resultados não é uma tarefa linear, ou meramente creditada à racionalidade e lógica da ciência.

Visualizar com clareza o significado de um resultado não é simples, pois existe muita disputa entre os cientistas sobre as formas de observação de um fenômeno e as maneiras de interpretá-lo. Imagine-se a complexidade de negociação em áreas com maior penetração social, em termos de resultados práticos e divulgação midiática, como as ciências das mudanças climáticas, biotecnologias e nanotecnologias (PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011, p. 30).

Portanto, a flexibilidade interpretativa com relação ao uso de tecnologia e produção experimental de dados é central nas disputas, e os grupos envolvidos tendem a elencar mecanismos de fechamento da controvérsia e orientar para uma certa tecnologia ou conhecimento (PREMEBIDA; NEVES; ALMEIDA, 2011). Isso porque, ao contrário da ideia comumente associada à ciência de “*verdade*”, essa atividade é permeada de controvérsias, e os consensos não são meros produtos da evolução das técnicas ou teorias científicas. Dessa maneira, no decorrer da subseção, apresentamos como os cientistas se posicionam na controvérsia, especificamente como defendem as suas próprias pesquisas e, mais ainda, quais mecanismos eles utilizam para questionar as outras, demarcando e negociando as fronteiras de validade e credibilidade da ciência. Isso inclui desde afirmações sobre dados superestimados ou subestimados, passando pelas variáveis incorporadas ou negligenciadas nos modelos, pelos tipos de projeção mobilizados, até chegar no que consideram como legítimo ou válido no âmbito da ciência que fundamenta as políticas públicas nacionais. As discussões voltam-se, ao fim e ao cabo, para como os cientistas se organizam ou defendem suas posições, assim como para que critérios de demarcação eles valorizam, e como assumem responsabilidades por suas invenções científicas e tecnológicas (JASANOFF, 2004b).

E com relação aos dados, eu acho que uma pesquisa sempre tem uma linha, então se você não estiver na linha ali que a recuperação de pastagens ela vai ser o caminho pra pecuária, os seus dados eles vão indicar praquilo [...]. Eu acho que a gente já cria essa tendência né, quando a gente tiver com essa visão que aquilo ali vai ser a solução pro problema da pecuária, então vai caminhar meio que naquele sentido (Bernardo).

Como já adianta Bernardo, um dos cientistas do CSR, existe uma certa “*tendência*” entre os dados e as soluções propostas por essas pesquisas, ou seja, entre a produção da ciência e da sociedade. Nesse sentido, a escolha pela consideração de um conjunto de variáveis, pela adoção de um tipo específico de projeção climática, ou ainda por determinados critérios de demarcação da ciência válida, não pode ser dissociada dos contextos em que ela é feita. Por isso, partimos tanto dos conceitos de *trabalho de fronteira* de Gieryn (1983) e Jasanoff (1990, 2011) quanto das contribuições de Collins (2011) e outros autores (BJIKER, 2010; COLLINS; PINCH, 2003) acerca das *controvérsias* enquanto características da atividade científica. Porém, antes disso, é importante pensar: quais são os fundamentos e os pontos de partida da controvérsia?

### 3.2 PONTOS DE PARTIDA DA CONTROVÉRSIA

Recuperação de pastagens degradadas e integração a lavouras e florestas são consideradas estratégias possíveis para reduzir as emissões da pecuária, ao atuarem de duas formas: restaurando as condições físicas, químicas e biológicas dos solos degradados por ações de manejo; e removendo carbono por meio de solos restaurados e plantas inseridas no sistema,

o que gera um balanço de carbono no sistema como um todo. Isso porque “o potencial de sequestro de [carbono] C em solos de pastagem está estritamente relacionado ao seu manejo e à taxa de ganho ou perda de C em solos sob pastagem, com os solos funcionando como um dreno ou emissor de CO<sub>2</sub> atmosférico” (MEDEIROS *et al.*, 2017, p. 175). Tanto a recuperação quanto a integração funcionariam, dessa forma, para aumentar o carbono armazenado nas áreas

de pastagens e diminuir, conseqüentemente, as emissões da atividade. Assim como consideramos os impactos da pecuária na *dimensão gado-solo*, por serem contabilizados em processos relacionados tanto ao setor da *Agropecuária* quanto ao de *Mudanças no Uso da Terra e Florestas*, as estratégias de mitigação explicitadas também estão inseridas em ambos os setores, justamente por envolverem técnicas de manejo das pastagens e conservação dos solos.

Nesse sentido, a redução das emissões da pecuária está intimamente relacionada a técnicas de manejo adequado, para garantir a manutenção de seus componentes orgânicos e arbóreos, e à prevenção de mudanças no uso da terra, levando em consideração os

imbricamentos entre pecuária e desmatamento de áreas de florestas. Para Bungenstab (2019, p. 95), dentre as principais estratégias a serem adotadas pela cadeia de carne bovina para se tornar um “setor mitigador de emissões”, pode-se citar a redução do desmatamento pela “melhoria dos sistemas existentes que evite a abertura de novas áreas e conseqüentemente ajude a reduzir emissões pelo desmatamento”; a recuperação de pastagens para fixar carbono; e o sequestro de

carbono por sistemas de integração, especialmente aqueles que envolvem componentes florestais como iLPF. O ponto de inflexão sobre ser ou não um setor mitigador de emissões, por intermédio do potencial de melhorar ou reorganizar os sistemas existentes, enunciado Bungenstab (2019), é fundamental na demarcação de fronteiras entre as posições distintas da controvérsia. Definir ou responder se o setor da pecuária é capaz de atingir as metas de redução das emissões a partir das estratégias de manejo depende das definições sobre a credibilidade da ciência por trás de tais resultados ou afirmações. Ou seja, a demarcação da fronteira entre uma

ciência boa ou má passa por tais critérios, como será evidenciado posteriormente. A recuperação e a integração atuam na mitigação climática a partir das remoções de carbono, seja

pela melhoria das condições e compostos orgânicos dos solos seja pela introdução de componente arbóreo ou culturas agrícolas, com o objetivo de aumentar o estoque de carbono nesses compartimentos e, conseqüentemente, reduzir as emissões de gases do setor. Mais ainda, pesquisadores afirmam que, além da mitigação direta ao gerar balanço positivo de carbono nos sistemas, a recuperação e a integração de pastagens, ao melhorarem as condições e fertilidades dos solos, acabam por diminuir a pressão por aberturas de novas áreas de vegetação nativa para pastagens (OLIVEIRA, 2007; MEDEIROS *et al.*, 2017; BUNGENSTAB, 2019; entre outros).

Nas palavras de Oliveira (2007, p. 45), “recuperar uma pastagem consiste em ‘aproveitar’ a população de plantas existentes e empregar técnicas que promovam a recuperação daquela pastagem degradada, processo que elimina os gastos com preparo do solo e aquisição de sementes”. Nesse sentido, a recuperação de pastagens exige menos gastos financeiros ao

empregarem técnicas de manejo que possibilitem recuperar as plantas ali existentes, especialmente as forrageiras, responsáveis pela alimentação dos animais, e adotarem um manejo adequado para o sistema. Todavia, antes de adotar tal estratégia, é necessário atentar para as condições da pastagem, com o intuito de avaliar se é possível recuperá-la, ou se seria o

caso de reformá-la, no sentido de retirar toda a cobertura vegetal e plantar novamente (OLIVEIRA, 2007). Por outro lado, estratégias de integração, “por conterem o componente forrageiro e florestal, têm potencial de contribuir na retenção de carbono em solo e biomassa, bem como na redução de emissões de GEE” (ASSAD *et al.*, 2019, p. 162), ao envolverem “a diversificação, rotação, consorciação ou a sucessão das atividades agrícolas ou pecuárias dentro

de uma propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas” (ASSAD *et al.*, 2019, p. 48). Além disso, tais estratégias podem ainda incluir áreas de florestas em tal diversificação. Tem-se, então, a integração lavoura-pecuária, sistema no qual as culturas agrícolas são adotadas em conjunto com plantas forrageiras nas áreas de produção pecuária; e a integração lavoura-pecuária-floresta, que também conta com componentes arbóreos, como eucaliptos (ALMEIDA; MEDEIROS, 2013; ASSAD *et al.*, 2015; MANDARINO *et al.*, 2019; VINHOLIS *et al.*, 2020; entre outros).

De maneira geral, as técnicas de recuperação das pastagens e sua integração são necessárias devido aos processos de degradação que elas sofrem, contexto que ganha importância no âmbito nacional. Dados do último censo agropecuário) apontam que, dos 159 milhões de hectares de pastagens registrados no território brasileiro, 7% encontravam-se em más condições de plantio, enquanto mais de 60% apresentavam boas condições (IBGE, 2017). De acordo com a plataforma Atlas Digital das Pastagens Brasileiras, desenvolvida pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig) da Universidade Federal de Goiás (UFG), ao apresentar áreas de pastagem, aponta que mais de 32% estão com indícios severos de degradação em 2019, e apenas 29% não apresentam tais indícios<sup>21</sup>. Os números são diferentes devido às variáveis de caracterização da degradação utilizados em cada um dos mapeamentos. Por exemplo, para construir o índice de degradação das pastagens brasileiras, a plataforma Atlas Digital parte de um “indicativo da qualidade de pastagens, gerado pelo Lapig, produzido por uma análise de tendências sobre anomalias acumuladas, pixel a pixel e [...] utilizou dados satelitários [...] e avaliou perdas ou ganhos em produtividade” (MALAQUIAS *et al.*, 2019, p. 2300). Nas palavras de Dias-Filho (2014, p. 17), “uma pastagem pode ser considerada degradada dentro de um universo relativamente amplo de condições”. Isso quer dizer que não existe uma categorização única para os indícios ou níveis de degradação das pastagens, mas diversas metodologias e variáveis são empregadas para fazer tais distinções. A dimensão do que é uma pastagem degradada, ou seja, a partir de quais características podemos defini-la e por meio de quais métodos podemos visualizá-la e distingui-la no território nacional é acionado pelos cientistas da controvérsia como uma questão importante, na medida em que um dos grupos exalta o potencial dessas áreas e o outro questiona a acurácia dos dados apontando para as incertezas. Assim, os cientistas demarcam fronteiras entre uma boa ciência, que reconhece os potenciais ou que são mais cautelosos nas afirmações. O que está em jogo são as escolhas metodológicas, uma vez que a fronteira é demarcada na forma como os

---

<sup>21</sup> Disponível em: <https://pastagem.org/map>. Acesso em: 14 de setembro de 2021.

pesquisadores conduzem suas pesquisas para definir o que são resultados com credibilidade ou não. Mesmo com categorizações diversas sobre a degradação das pastagens e, conseqüentemente, com números distintos para a situação delas no território brasileiro, podemos afirmar que ela é consequência de uma gama de práticas inadequadas de manejo tanto da terra quanto dos animais, bem como da falta de adoção de técnicas de conservação, culminando na modificação da cobertura vegetal e das condições dos solos, especialmente de fertilidade.

De modo mais específico, Dias-Filho (2011; 2014) pontua que, além das práticas inadequadas do pastejo dos animais, as principais causas da degradação das pastagens no contexto brasileiro se referem à ausência de adubações regulares, falhas no estabelecimento de pastagens e, ainda, a pragas e outros problemas bióticos. Já Oliveira (2007) considera que a degradação é consequência do manejo inadequado da planta forrageira, ou seja, das plantas de pastejo e cobertura dos solos, da exaustão da fertilidade e da falta de conservação. Além disso, pode-se dizer que as pastagens degradadas são aqueles em que a produtividade é reduzida em comparação aos níveis de condições ideais de fertilidade, manejo e precipitação – consequência, também, da perda de nutrientes e do desequilíbrio da matéria orgânica dos solos em função do processo produtivo da pecuária (UFMG, [20--])<sup>22</sup>. Nos dados do *Quarto Inventário de Emissões e Remoções*, elaborado em 2020 (BRASIL, 2020b), partindo do compromisso assumido nas negociações e acordos internacionais e seguindo as diretrizes metodológicas estabelecidas, as áreas são definidas como naturais, plantadas em boas ou más condições e severamente degradadas, a partir de mapeamentos dos solos e biomas e dados de projetos de sensoriamento remoto do território, como o Monitoramento do Desmatamento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES).

Com alto nível de confiança (*very high confidence*), o IPCC (2019b) afirma que a terra é simultaneamente uma fonte de emissão e um sumidouro de CO<sub>2</sub>, tanto por forças naturais quanto antropogênicas<sup>23</sup>. Todavia, as incertezas associadas ainda estão presentes nas contabilizações e quantificações de emissões e remoções de GEE, tanto é que uma parte das remoções nem é contabilizada no inventário nacional devido a “limitações metodológicas” (BRASIL, 2020b, p. 157). De maneira geral, segundo as diretrizes metodológicas elaboradas pelo IPCC (2006; 2019a), as remoções devem ser contabilizadas no setor de Uso e Mudança no Uso da Terra e Florestas, por causa do aumento do estoque de carbono nos distintos

---

<sup>22</sup> Informação contida no site institucional do CRS da UFMG.

<sup>23</sup> O IPCC trabalha a partir dessas categorias de certeza e de níveis de “confiança” em seus relatórios, especialmente aqueles no formato “*Summary for Policymakers*”.

compartimentos dos solos e como resultado de *conversões* de determinadas áreas em outras. Mais especificamente, nas descrições das categorias emissoras desse setor, além da qualificação dos diferentes tipos de usos da terra (floresta, cultivo agrícola, pastagens, áreas alagadas, assentamentos e outras áreas), torna-se necessário analisar as mudanças desses usos, ou seja, a conversão de áreas. Isso porque os fatores de emissão e remoção de carbono são associados “a cada uso e cobertura da terra” (BRASIL, 2020b) e, como já descrevemos anteriormente, as mudanças na cobertura dos solos influenciam os compartimentos de carbono e, portanto, as contabilizações de GEE. Assim, no inventário nacional mais recente, publicação da Quarta Comunicação Nacional do Brasil à CQNUMC, as dinâmicas de carbono nos solos das pastagens são analisadas no setor de Mudança do Uso da Terra e Florestas, na categoria “campo e pastagem”. Para isso, “foram priorizados valores publicados em artigos científicos e dados nacionais de cada bioma, adotando-se os fatores default do IPCC 2006 somente quando as informações nacionais não estavam disponíveis (*Tier 1 e 2*)<sup>24</sup>” (BRASIL, 2020b, p. 159).

Mesmo com a utilização de dados científicos mais precisos para o território nacional e seus diferentes biomas, as incertezas na contabilização das remoções não foram solucionadas. Tomando os processos de conversão entre determinados usos da terra como base dos cálculos do Inventário Nacional, não foram contabilizadas as áreas de pastagens convertidas em pastagens bem manejadas, apesar de terem sido mapeadas aquelas em níveis severos de degradação (BRASIL, 2020b). Assim, para cada subsetor de uso da terra, as emissões e remoções foram contabilizadas apenas nas categorias “permanecendo” (sem mudanças no uso) e “convertida em” (de outro uso). Em outras palavras, no subsetor “campo e pastagem”, as emissões e remoções foram apenas associadas às categorias de “campo e pastagem permanecendo campo e pastagem” e “outras áreas convertidas em campo e pastagem” (BRASIL, 2020b, p. 162). Em números, a primeira categoria (permanecendo) foi responsável por remoções líquidas de -3.421 Gg CO<sub>2</sub>eq, o que não abarcou áreas de pastagens degradadas que foram recuperadas e passaram a ser bem manejadas entre os anos de 2010 e 2016. Isso

---

<sup>24</sup> Reconhecendo as dificuldades envolvidas no processo de utilização das metodologias reunidas nos relatórios do IPCC em contextos nacionais, a instituição apresenta diferentes formas de cálculos e contabilizações das emissões e remoções, que são conhecidas como *Tier 1*, *Tier 2* e *Tier 3*. De forma resumida, a escolha metodológica de um *tier* mais alto para a elaboração dos inventários deve resultar em redução das incertezas, na medida em que as ambiguidades são gradativamente suprimidas e os sistemas são representados de acordo com a sua complexidade (IPCC, 2006, p. 3.13). Porém, para que seja possível colocar em prática os cálculos e as formas de mensuração de emissões e remoções de GEE de *tiers* mais altos, é necessária uma maior quantidade de dados disponíveis, devido ao grau de complexidade dessas metodologias. Portanto, no caso dos *tiers* mais altos, ou seja, dos métodos com maior complexidade e menos incertezas nos dados, para realizar uma representação mais realista das emissões em cada setor, é necessária a utilização de dados cada vez mais precisos e específicos.

significa que, apesar de serem contabilizadas as remoções de carbono por crescimento da vegetação nativa, áreas de florestas e o componente arbóreo da integração das pastagens a outros agrossistemas, nem toda a totalidade das remoções pelas técnicas de recuperação e integração são quantificadas nos relatórios e diretrizes oficiais. Essas incertezas ocupam uma posição de destaque nas discussões entre os cientistas envolvidos na controvérsia, e são traduzidas em formas distintas de lidar com os dados e as mensurações disponíveis, ora afirmando que os estudos já realizados são suficientes para contabilizar as remoções de carbono à nível nacional, ora questionando se as generalizações dos resultados existentes são suficientes para apresentar conclusões realistas da adoção das tecnologias de manejo.

O IPCC (2019b), no relatório especial sobre mudanças climáticas e a questão da terra, afirma com alta confiança que algumas opções de mitigação têm impactos imediatos, enquanto outras levam décadas para fornecer resultados mensuráveis, que seria o caso do reflorestamento e da restauração de solos degradados. Dentre as incertezas, além da necessidade de estimar a concentração e os fatores de remoção para cada tipo de solo e para cada uso, monitorando a adoção das técnicas de mitigação pelos produtores rurais, podemos citar a dimensão temporal da quantificação das remoções. Essa dimensão também é uma das questões suscitadas nas narrativas dos cientistas para definir uma ciência boa, que consideraria, no caso de um dos grupos, uma remoção constante de carbono depois de um determinado tempo, ao contrário de um comportamento que varia temporalmente e, depois, tende a se estabilizar em zero. No âmbito nacional, apesar das limitações metodológicas na quantificação de tais processos, a remoção de carbono pelas pastagens é vista como central na mitigação climática. Na NDC do Brasil, as metas descritas como “uma das mais ambiciosas do mundo” destacam o papel tanto da conservação e proteção de florestas quanto das técnicas de restauração de áreas degradadas na redução das emissões em 43% entre os anos de 2005 (ano-base) e 2030, e no alcance da neutralização climática até 2060<sup>25</sup>. Em 2016, para garantir os compromissos assumidos, a NDC previa a adoção de medidas adicionais aos planos já existentes, como a restauração, de um lado, de 12 milhões de hectares de florestas, e de outro, de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas, além do aumento de áreas em iLPF em 5 milhões de hectares – tudo isso até 2030.

---

<sup>25</sup> Na página oficial da CQNUMC, pode ser encontrada a atualização da NDC brasileira, a qual foi elaborada em 2016 como resultado das negociações no Acordo de Paris, e atualizada em 2020. Tal documento oficial traz a descrição da contribuição e o anexo, com informações para facilitar o entendimento com clareza e a transparência das metas propostas pelo Brasil. Embora as metas propostas para redução não tenham se alterado tanto de 2016 para 2020, nota-se que a primeira NDC comunicada apresenta mais descrições sobre como alcançá-las.

### 3.3 “ESTAMOS NO CAMINHO CERTO”

No cenário delineado na subseção anterior, torna-se relevante compreender, em maiores detalhes, os contornos e delineamentos dos acordos firmados pelo Brasil frente às negociações climáticas internacionais. Também é pertinente entender como a pecuária, mais especificamente, as técnicas de recuperação e integração, são abordadas nesses acordos. De forma resumida, a partir das leituras e análises das publicações e relatórios científicos com relação às estratégias de mitigação para a pecuária nacional, nota-se o extenso potencial de remoção de carbono por solos recuperados ou integrados, de forma a constituir uma estratégia fundamental para as políticas climáticas brasileiras. Essa posição é sustentada por pesquisas que estabelecem determinadas métricas a serem utilizadas para os cálculos desses potenciais, e constroem cenários climáticos favoráveis ao cumprimento dos compromissos nacionais para o setor da pecuária a partir da aplicação dessas tecnologias, tendo em vista sua elevada capacidade de mitigação. Mais especificamente, no que se refere ao fator de remoção de carbono nos solos sob regime de recuperação e integração, determinados trabalhos assumem métricas mais gerais e valores médios para o território nacional, além de projetarem cenários futuros a partir de remoções lineares de carbono ao longo do tempo. Em geral, esses resultados e possibilidades estão vinculados aos trabalhos de cientistas associados à Embrapa, especialmente em unidades vinculadas à criação de gado propriamente dita, aos solos e à temática da agrobiologia (ALVES *et al.*, 2015; ASSAD *et al.*, 2013, 2015, 2019; BUNGENSTAB *et al.*, 2019; CUADRA *et al.*, 2018). Além de determinados pesquisadores estarem vinculados à iniciativa do Observatório ABC<sup>26</sup>, que acompanha a implementação das estratégias climáticas nacionais da agropecuária, essa empresa ocupa uma posição de destaque no que se refere às pesquisas sobre a agropecuária em âmbito nacional, contribuindo para o monitoramento dessa atividade, de modo geral, no contexto brasileiro. Essa empresa organizou, em 2019, em parceria com outros institutos de pesquisa, um seminário internacional sobre a temáticas das emissões de GEE pelas atividades de criação de animais, o 7th GGAA. Nesse evento, diversos pesquisadores da Embrapa participaram como organizadores e, ainda, apresentaram trabalhos no formato de exposições orais e pôsteres sobre as tecnologias de recuperação e integração de pastagens e seus efeitos nos mecanismos de estoque de carbono.

---

<sup>26</sup> Como exemplos, podemos citar os pesquisadores Eduardo Assad, Eduardo Pavão, Marilene de Jesus, Susian Christian Martins e Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues, que são associados à Embrapa, nas coordenações e equipes técnicas dos estudos desenvolvidos por projetos do Observatório ABC.

Durante a ocasião, trabalhos diretamente relacionados ao sequestro de carbono pelos solos e neutralização dos sistemas de produção de carne foram apresentados – em sua maioria, por pesquisadores brasileiros, com destaque para cientistas de diversas unidades da Embrapa. O que queremos dizer, com isso, não é que apenas brasileiros tinham trabalhos sobre o balanço e remoções de carbono pelos solos, ou que esse foi o único tema abordado durante o evento, mas, a partir do acompanhamento das sessões e do restante da programação, a maior parte das apresentações sobre o carbono no solo e as tecnologias de recuperação e integração foram realizadas por cientistas de nosso país. Como exemplos, tivemos as seguintes apresentações: “*Carbon neutralization potential of beef cattle system in cerrado biome of Maranhao, Brazil*” (FREITAS *et al.*, 2019), “*Intensification of tropical pastures for beef cattle production in Brazil: intensity of GHG emission and carbon balance (CO<sub>2</sub>eq)*” (OLIVEIRA *et al.*, 2019a), “*Intensification of tropical pastures for beef cattle production in Brazil: the need for C sequestration by trees to mitigate greenhouse gas emissions*” (OLIVEIRA *et al.*, 2019b), “*Low emission, sustainable beef cattle production on mixed Brachiaria grassforage peanut pastures*” (PEREIRA *et al.*, 2019), “*Economic analysis of silvopastoral systems eligible for the Carbon Neutral Brazilian Beef protocol*” (PEREIRA *et al.*, 2019), e “*Emissions and carbon sequestration in silvopastoral cattle systems*” (BUNGENSTAB *et al.*, 2019)<sup>27</sup>.

Como exceção, o pesquisador Thomas Mitchell Davison, da Universidade da Nova Inglaterra, na Austrália, em conjunto com outros cientistas, apresentou um trabalho intitulado “*Pathways to a carbon neutral Australian red meat industry*”<sup>28</sup>, em que apontou para as demandas sociais pela produção de carne carbono neutro e as premissas científicas na construção dessa indústria na Austrália. Durante sua apresentação, o pesquisador citou que essa iniciativa foi pensada junto a pesquisadores da Embrapa, durante um evento realizado no Brasil, mas que ainda são necessários muitos investimentos e suporte de políticas públicas para essa meta ambiciosa (DAVISON *et al.*, 2019), além de contar com diversas premissas e suposições científicas para realizar os cálculos. Na entrevista com o cientista Rodrigo, um dos participantes do evento, ele mencionou que, durante a palestra, Davison afirma que ele e seus colaboradores

---

<sup>27</sup> Em tradução livre, os títulos dos trabalhos são, respectivamente: “Potencial de neutralização de carbono do sistema de pecuária de corte no bioma cerrado do Maranhão, Brasil”; “Intensificação de pastagens tropicais para pecuária de corte no Brasil: intensidade de emissão de GEE e balanço de carbono (CO<sub>2</sub>eq)”; “Intensificação de pastagens tropicais para pecuária de corte no Brasil: a necessidade do sequestro de C pelas árvores para mitigar as emissões de gases de efeito estufa”; “Produção de gado de corte sustentável e de baixa emissão em pastagens de amendoim forrageiro misto de Brachiaria”; “Análise econômica de sistemas silvipastoris elegíveis ao protocolo Carne Carbono Neutro”; “Emissões e sequestro de carbono em sistemas silvipastoris”.

<sup>28</sup> Em tradução livre: “Caminhos para uma indústria de carne vermelha australiana neutra em carbono”.

teriam desistido da estratégia de carbono no solo, justamente por conta das variabilidades e dificuldades de medição e contabilização. Porém, Rodrigo dá a seguinte resposta: “eu acho que no fundo, [...] é porque o sistema de produção na Austrália não tem tanta vantagem. Ou seja, o esforço que eles fariam e o benefício que eles teriam seria muito menor”. Então, por que direcionar nossos esforços principalmente para as remoções de carbono por pastagens recuperadas e integradas? Para o pesquisador, apesar de afirmar que não existiria prioridade conferida a essas estratégias, pode existir uma ênfase pela oportunidade no Brasil de aumentar o carbono nos solos devido à grande extensão das áreas de pastagens e ao fato de que a maioria apresenta um solo ainda pobre em carbono, situação diferente da Austrália. Para isso, o cientista enfatiza os benefícios e as oportunidades no cenário brasileiro com relação às estratégias e mecanismos de carbono nos solos. Porém, como Davison mencionou, e como abordamos em seções anteriores do presente trabalho, existem dificuldades de medição e projeção das medidas de remoção de carbono dos solos.

Os relatórios do Observatório ABC (2013; 2015; 2017), nos quais cientistas da Embrapa contribuem com suas publicações, apontam para a possibilidade de neutralizar as emissões das atividades envolvidas na agropecuária como consequência da adoção das estratégias de recuperação e integração das pastagens. Fundamentados nas metodologias propostas no Segundo Inventário Brasileiro (BRASIL, 2010), os resultados são fruto da utilização, para as projeções de cenários, de métricas específicas acerca de quanto carbono pode ser removido (ou seja, armazenado) pelos solos. Nesse sentido, a base desses cálculos são, de um lado, a média de aumento em 1 tonelada por hectare por ano de carbono em pastos recuperados, e, por outro, o aumento médio entre 1,5 a 1,7t no caso de pastos integrados à lavoura e/ou a florestas. Essas médias foram construídas a partir dos resultados de diversos estudos científicos, realizados para medir essa capacidade de armazenamento de carbono por diferentes tipos de solos. Mais ainda, os relatórios lançam mão de projeções lineares para as remoções de carbono por esses solos, fundamentando-se em:

Trabalhos publicados sobre levantamentos de estoque de carbono no solo em diferentes localidades do Brasil demonstram uma diferença de 10 tC ha<sup>-1</sup> entre o estoque de carbono num pasto degradado e num pasto bem manejado (1 tC ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>), bem como os trabalhos de campo da Embrapa apontam uma diferença no estoque de carbono no solo entre pasto mal manejado e sistemas integrados de 15 a 17 tC ha<sup>-1</sup> (1,5 a 1,7 t.c. ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), ambos em dez anos (OBSERVATÓRIO ABC, 2015, p. 22).

Além de tais relatórios, pesquisadores da Embrapa publicaram uma gama de artigos científicos sobre a possibilidade de aumentar a produção e a lotação animal com emissões reduzidas, como consequência das remoções de carbono. Partindo da premissa de que é possível

acumular carbono nos solos, Assad *et al.* (2013, p. 6141) apontam para possíveis estratégias na direção de neutralizar os sistemas de produção, na medida em que *“it has also been shown that in several plot-scale studies, depending on the type of land use change, climate, and agricultural practices, soil carbon stocks may increase or become neutral compared to the soil stocks under original vegetation”*<sup>29</sup>. Mais ainda, para Silva (*et al.*, 2016), é possível perceber uma relação potencialmente inversa entre o consumo e as emissões do setor da pecuária, no sentido de que as emissões podem ser maiores quanto menor for a demanda por produtos de origem animal, considerando o desmatamento controlado. Esses autores também levam em consideração, no artigo publicado, nas dinâmicas de carbono, que os níveis de sequestro tendem a chegar em um equilíbrio, e pontuam que áreas mais produtivas têm suas emissões reduzidas mais rapidamente do que diminuir a produção pecuária, tendo como base mecanismos de remoção de carbono e patamares de equilíbrio em solos sob regimes distintos de manejo. Porém, a quantificação dessa dinâmica é extremamente complexa, devido à influência de diversos fatores, tanto bioclimáticos quanto de manejo (ALVES *et al.*, 2015; MAIA *et al.*, 2009). Assim, fazer medições e contabilizações dos processos de remoção, sejam pontuais ou em uma dimensão temporal, demanda conhecimento e investimentos, levando em consideração a inexistência de consenso metodológico ou de conhecimento estabilizado para essas avaliações. O que existem, na comunidade científica, são diretrizes ou premissas fundamentais, as quais devem ser observadas por todos os cientistas em seus trabalhos, como uma “regra do jogo” ou um “paradigma” em comum (KUHN, 2017), mas que deixam aberturas para que diferentes enquadramentos analíticos e metodológicos sejam adotados.

Ao questionarmos os cientistas da Embrapa sobre as incertezas associadas à mobilização de valores médios e à dimensão temporal dos fatores de remoção, todos concordam com as possibilidades de aumentar o estoque de carbono nos solos, seja pela quantidade de trabalhos publicados, pelos dados gerados por cientistas competentes e com técnicas reconhecidas, ou pelo consenso estabelecido atualmente na comunidade científica. Nesse sentido, Bruno apresenta que isso é “praticamente inquestionável hoje do ponto de vista científico”, já Rodrigo acha que “temos que ter bons dados, eu acho que isso a gente tá gerando, então a gente tem muita gente boa, competente, com técnicas reconhecidas internacionalmente, mostrando o que acontece”. Antônio, por sua vez, aponta que “no caso do sequestro de carbono no solo tem aí

---

<sup>29</sup> Em tradução livre: “também foi demonstrado que em vários estudos de grande escala, dependendo do tipo de mudança no uso da terra, clima e práticas agrícolas, os estoques de carbono do solo podem aumentar ou se tornar neutros em comparação com os estoques do solo sob a vegetação original”

toneladas de resultados científicos [...] mostrando o quanto que sequestra, o quanto que remove o carbono na atmosfera e fixa no solo, e quanto que emite quando é degradado”. Porém, os três, Bruno, Rodrigo e Antônio, assumem posições distintas nesse debate. De um lado, Bruno aponta que, partindo da premissa “indiscutível” de que é possível acumular carbono nos solos dependendo de suas condições e da forma de manejo, as incertezas estão nas séries temporais, ou seja, nas previsões desse estoque ao longo do tempo, especialmente entre 20 e 30 anos, como é o caso das projeções utilizadas nas políticas climáticas. De outro lado, Antônio argumenta que, na verdade, ao invés de incertezas, nos deparamos com desinformação sobre o que está acontecendo, na medida em que existe uma “tonelada” de estudos científicos, e é possível trabalhar com os dados de fatores de emissão e remoção para cada estado do país, de forma bastante segura.

Então, bom, que é possível aumentar os estoques de carbono no solo, isso é fato, assim, então eu diria que praticamente inquestionável hoje do ponto de vista científico tá. Agora a gente pode discutir o quanto é possível, quais as incertezas associadas, e também a gente pode discutir, assim, em que condições isso pode se dar tá? Então vamos lá, partindo do princípio que os processos eles estão suficientemente estudados e se sabe que você pode acumular mais ou menos carbono no solo dependendo da quantidade de aporte de carbono e da forma como se aporta [retorna] o carbono por solo. Então vamos partir da premissa que isso é indiscutível, porque eu acho que isso está suficientemente, é suficientemente consensual hoje que isso ocorre tá? Aí existem, vamos colocar agora a questão de incerteza, onde estão as incertezas. Bom, as incertezas são o seguinte: os métodos de determinação de carbono no solo, eles são muito precisos [...]. O que que acontece, você tem poucos dados, poucas séries temporais nesse nível [20, 30 anos] (Bruno).

Eu não acho que tá em discussão não, eu acho que tem uma desinformação danada sobre o que tá acontecendo, porque a gente tem muitas, nós temos muitas informações aí, muitos artigos científicos e muito trabalho de campo mostrando como é a evolução disso. Isso varia conforme o seu bioma, conforme a textura do solo, conforme o clima, então você tem diversas situações em que você tem que buscar uma solução. O problema é que no Brasil, muitas vezes, as pessoas querem um resultado que vai funcionar para o Brasil inteiro, isso não existe. Não existe. Então você tem hoje, alguns anos atrás nós tínhamos isso, um número para o Brasil inteiro. Hoje nós já temos, por exemplo, pro boi nós temos um fator de emissão para cada estado do Brasil, cada estado do Brasil, e nós vamos chegar pra cada município. Isso é um trabalho científico importante que tá acontecendo. No caso do sequestro de carbono no solo tem aí toneladas de resultados científicos, eu digo isso porque a gente faz isso o tempo todo, mostrando o quanto que sequestra, o quanto que remove o carbono na atmosfera e fixa no solo, e quanto que emite quando é degradado, por bioma, por teor, por textura de solo, por clima. Então a gente já consegue posicionar isso no espaço, no Brasil. Então essas coisas já existem, e já é possível você trabalhar com isso de uma forma bem segura, tá? [...] Não, eu não enxergo como incerteza [as projeções brasileiras para a pecuária], é tão incerto quanto as projeções dos outros países (Antônio).

Especificamente com relação aos trabalhos que estabelecem valores médios para construir as projeções climáticas para as estratégias de recuperação e integração das pastagens na pecuária, os cientistas da Embrapa se posicionam de maneira favorável a essas métricas, mesmo que como “valores de referência”. Rodrigo e Antônio defendem a utilização de tais

valores de remoção, os quais se encontram “dentro da faixa esperada”, como resultados de levantamentos realizados no Brasil em torno das variações de carbono em diferentes pontos dos solos, de forma a ser possível afirmar, inclusive, que as remoções são maiores no primeiro ano e decaem ao longo do tempo. Bruno, por outro lado, toma mais cuidado ao falar sobre os dados e argumenta que estes devem ser analisados como “valores de referência”. Então, o que isso quer dizer? Apesar de todos os cientistas concordarem com as limitações impostas, na tentativa de projetar as variações do estoque de carbono nos solos, especialmente daqueles em regimes de recuperação e integração, as posições de Antônio e Rodrigo são mais favoráveis à utilização dos valores médios, considerando sua coerência científica e os resultados de trabalhos que já apontam para suas vantagens ambientais e climáticas. Já Bruno percebe tais métricas apenas como valores de referência, já que as variações nos estoques de carbono nos solos dependem de diversos fatores e que não necessariamente seria encontrado o valor médio dessas remoções com a realização de medições desse estoque em determinado solo.

Eles estão dentro da faixa esperada, inclusive eu creio que eles estão usando bem uma média entre o mínimo e o máximo. Então eu acho que é um valor que à medida que a gente for coletando mais dados ele vai se confirmar ou a gente vai ter que fazer um ajuste pra baixo ou pra cima (Rodrigo).

Naquela época, nós tínhamos uma projeção, nós tínhamos um levantamento de mais de 200 pontos no Brasil em várias profundidades mostrando que essa variação de estoque de carbono poderia permitir que a gente fizesse essa projeção de 1 tonelada de carbono por pasto degradado, e 1,5 para integração agropecuária. Bom, de lá pra cá as coisas foram avançando, mais pesquisas foram sendo feitas, mais informação foi sendo feita. [...] Então você pode fixar, essa coisa não é uma coisa, uma regra, sempre o mesmo resultado. Então o que que nós estamos fazendo hoje, tentando construir essas curvas, mas a gente já sabe que 16 anos, 15 a 16 anos depois de experimento de longa duração, esse valor se estabiliza em meia tonelada de carbono por hectare ano, quando você faz a sua recuperação de pasto (Antônio).

Então, você sabe que a gente trabalha com análise assim, existe uma máxima que a gente usa a melhor informação disponível, não significa que a informação é perfeita, tá bem longe disso, mas a gente usa o melhor que a gente pode entender? [...] Então assim, quando o pessoal solta um relatório desse, a gente tem que ler como um valor de referência, ele não significa que se você for medir em uma determinada área, ele vai se concretizar da forma como tá falando. Mas sim como apenas uma referência, a mesma coisa que também, eu até brinco com o pessoal, quando você fala assim "ah, vou ter uma dieta de 2000 calorias, você tá engordando ou emagrecendo? Ah, sei lá, depende pra quem que você tá dando essas 2000 calorias? Você tá dando pra uma atleta maratonista, que treina todo dia, ou você tá dando pra mim, ou pra uma pessoa de 50 quilos que ela tá, como se diz, parada assim, no sentido do físico" (Bruno).

Dessa maneira, como aparece nos trechos acima, os cientistas convergem para explicações de que, tendo como base as melhores informações disponíveis, é possível utilizar os valores médios das variações dos estoques de carbono ao longo do tempo, mesmo que com cautela. Além disso, apesar de não ser uma regra ou um valor concreto nas medições, com o desenvolvimento de pesquisas e a coleta de mais dados, esses valores serão ajustados, mas de

uma forma que não coloque em risco nem as conclusões dos trabalhos realizados, nem as vantagens dos regimes de recuperação e integração para as políticas nacionais. Portanto, se os cientistas concordam em algum grau sobre as limitações e dificuldades impostas nas medições da quantidade de carbono estocado nos solos de pastos recuperados ou integrados, o que está em jogo é se os dados disponíveis são suficientes ou não para afirmar com precisão e segurança os fatores de remoção dessas tecnologias, principalmente para projeções futuras (daqui a 15, 20 ou até 30 anos). Mesmo que Antônio argumente que os valores médios ou “únicos” para o Brasil sejam suficientes para atingir a meta climática, dentro dessa condição de controle, ou que Bruno aponte para a intensificação das pesquisas sobre essas remoções, ou que Rodrigo ressalte a falta de acurácia das técnicas de previsão, todos os cientistas da Embrapa concordam com a máxima de que, levando em conta a disponibilidade dos dados e suas limitações, “estamos no caminho certo” (Rodrigo).

Nas palavras de Rodrigo, apesar da dificuldade de medir e existir altas variabilidades nas medidas, “ele [carbono] é real, o carbono tá lá [nos solos]”. Isso é exemplificado nas citações dos cientistas da Embrapa, na medida em que Bruno aponta para o fato de que temos cada vez mais segurança para afirmar sobre essas incertezas de quantidade e taxas de remoção. Mais ainda, a intenção mais ampla desses trabalhos, para Antônio, é “melhorar o que tá ruim”, partindo da premissa de que as pesquisas já demonstram vários dos benefícios das tecnologias de manejo, para além da dimensão de mitigação climática. Por fim, Rodrigo cita explicitamente que, mesmo com a dificuldade de estabelecer o quanto de carbono foi removido a partir da adoção de determinada tecnologia, o importante é que sabemos os caminhos para aumentar essas remoções. Ou seja, o caminho é esse, da recuperação e integração das pastagens.

Hoje tem uma intensificação muito grande da pesquisa nessa área e que permite a gente ter cada vez mais segurança pra dizer que isso realmente acontece e a gente tá no caminho de dizer com cada vez maior segurança do quanto acontece, em que taxa acontece, em que quantidades que acontecem. O que acontece a gente já sabe, o que a gente quer saber é dizer, e conseguir prever, o quanto. A incerteza ela tá no "quanto", que é mais ou menos a incerteza da mudança climática. Incerteza tá mais no "quanto", e não mais no "se", o "se" a gente já passou dessa fase, tem que... Eu imagino que, assim, no melhor do nosso conhecimento a gente já passou dessa fase, eu acho que a gente tá na fase de estabelecer o "quanto" (Bruno).

Deixa eu te dizer, a gente fez a conta de novo, dentro daquela condição de contorno que eu te disse, com um valor único para o Brasil inteiro, uma área estimativa, não sei o quê. A gente fez isso pra apresentar como resultado pro acordo de Copenhague. Segundo essa condição de contorno a gente atingiu a meta, tá bom? Atingimos a meta. Agora é preciso detalhar, da mesma maneira que a gente hoje acha que não pode ser um número único pro Brasil inteiro [...]. Então você tem, nós temos muitos resultados de pesquisa mostrando isso. É a melhor solução? Não sei, mas é uma das soluções. Tá? Eu não acredito mais em solução mágica, mas é uma das soluções. Nós vamos sair... Qual foi a nossa intenção e continua sendo hoje, por que é que nós fazemos isso? Nós queremos melhorar o que tá ruim (Antônio).

Por mais que você não consiga medir com precisão no tempo, e isso obviamente é um limitante, você sabe que você tá indo pro caminho certo. Quer dizer, se você demorar três anos pra perceber que teve um aumento de carbono, mas você sabe o que você precisa fazer pra aumentar, você tá com cinco no primeiro ano, você sabe que você vai ter, fazendo as coisas, você vai chegar em dez, saber que no meio do tempo que você está com sete, e acreditar nisso. E convencer as pessoas que valem a pena, por mais que você, que seja difícil medir. Porque você vai chegar lá, a gente sabe que chega. Então eu acho que mesmo que você não tenha, que a técnica ainda não permita, assim, falar com muita acurácia, [...] a gente sabe o que a gente tem que fazer (Rodrigo).

Cabe ressaltar, ainda, que esse “*caminho certo*”, tanto para Rodrigo quanto para Bruno, transborda para a esfera da política pública. Segundo Rodrigo, uma saída possível seria premiar as boas práticas produtivas adotadas pelos pecuaristas, independentemente das limitações, na medida em que é possível afirmar os benefícios e as vantagens de tais práticas. Como o cientista aponta no seguinte trecho: “se é difícil medir e a gente não consegue perceber ao longo do tempo, eu acho que a gente tem que... A saída talvez seja convencer que você tem que premiar pelas boas práticas, pelas práticas que você sabe que você vai chegar lá”. Já Bruno, apesar de reconhecer, da perspectiva da ciência, que os valores médios de remoção de carbono não têm tantos significados, afirma como são importantes para a política, ao orientar sentidos plausíveis para as decisões.

Então assim, a gente, acho que tem que colocar esses números como apenas uma referência [médias dos fatores de remoção], do ponto de vista científico ele não significa muita coisa, mas do ponto de vista de tomada de decisão ele significa, porque ele aponta uma magnitude plausível e um sentido plausível pra uma decisão né, que é a de recuperar ou não a pastagem (Bruno).

A perspectiva de Rodrigo, de compensar boas práticas produtivas, está de acordo com projetos da Embrapa de certificação para sistemas de produção com emissões neutralizadas de GEE, como no caso da Carne Carbono Neutro (CCN). O protocolo “Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzidas nos trópicos” (ALVES *et al.*, 2015), que sugere a produção pecuária com emissões neutralizadas, figura entre os principais projetos desenvolvidos no âmbito da Embrapa sobre os potenciais da recuperação e integração de pastagens a outros agrossistemas (como lavouras e florestas). Esse projeto, desenvolvido pela Embrapa Gado de Corte, propõe a sustentabilidade da produção agropecuária frente à crescente preocupação com a conservação ambiental e a utilização dos recursos naturais, a partir de estratégias voltadas para a recuperação, a integração e o manejo adequado das pastagens (ALVES *et al.*, 2015). Em suma, esse protocolo é responsável por conceder um certificado em forma de selo a produções de bovinos de corte que usam sistemas de integração das pastagens, com introdução obrigatória de componentes arbóreos, a fim de neutralizar o metano emitido pelo rebanho, e, ao fim e ao cabo, agregar valor à carne produzida (ALVES *et al.*, 2015). A

compensação proposta significa que os produtos com o selo “Carne Carbono Neutro” têm suas emissões neutralizadas, zeradas, devido às estratégias de manejo adotadas nos processos de produção. Além desse selo, podemos considerar a política nacional do Plano ABC+, na medida em que uma de suas estratégias é fortalecer os mecanismos para reconhecer e valorizar os produtores que adotem as tecnologias preconizadas pela política, como é descrito no trecho a seguir:

O principal objetivo é reconhecer os esforços do setor produtivo em adotar e manter sistemas sustentáveis de produção, promovendo a conservação e salvaguarda dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que são garantidas a produtividade e oferta de alimentos e outros produtos agropecuários de qualidade. Tais instrumentos também são estratégicos para a comunicação à sociedade brasileira e internacional dos esforços reais e resultados obtidos em favor da sustentabilidade do setor agropecuário brasileiro (BRASIL, 2021, p. 20).

Assim, as narrativas dos cientistas da Embrapa se voltam para afirmações de que, mesmo podendo não ter tanta certeza das medições, as certezas sobre os resultados são suficientes para defender científica e politicamente pelas remoções de carbono. Então, se o “carbono é real” (Rodrigo), se os dados são consistentes e quantificáveis (Antônio) o suficiente para dar sentido plausível à política climática brasileira (Bruno), e se uma das saídas seria “premiar” (Rodrigo) ou valorizar (Plano ABC+ e Protocolo da Embrapa) os produtores que adotam estratégias de remoções de carbono pelas pastagens recuperadas e integradas, como lidar com as críticas? Como os cientistas argumentam acerca dos outros trabalhos, especialmente nacionais, que questionam esse “caminho certo” e propõem ênfase em outras estratégias de mitigação climática para a pecuária? Tendo em vista tais trabalhos, os cientistas da Embrapa entrevistados ressaltam certos questionamentos, dentre os quais podemos citar quatro principais: a utilização de valores subestimados, para Rodrigo; o escopo das projeções (Antônio e Bruno); os erros metodológicos; e os critérios de publicação desses trabalhos para Bruno e Rodrigo, como apresentamos nos trechos a seguir.

Esse estudo, eu lembro que eu acabei, porque era bem na época que eu ia fazer uma palestra na ESALQ sobre o tema. E eu acabei tendo ajuda de um colega que você já deve ter [conhecido], vale muito a pena você conversar com ele, que é o Luis Gustavo Barioni, da Embrapa Informática. E ele, inclusive um ex-aluno dele de mestrado, que tem um trabalho muito interessante, eles acabaram indo mais a fundo assim, e vários valores que eles usaram subestimou muito... Haviam alguns valores extremamente subestimados. Então, o resultado... E eu não sei dar detalhes pra você, mas eu lembro que havia algumas restrições, e de fato, dos trabalhos que eu conheço, ele é o único que vai pra essa direção. E os valores que eles usaram, se eu não me engano o desempenho que eles consideraram e tal, tava muito subestimado. E eu não falo com certeza, mas era alguma coisa nesse sentido. E inclusive, que eu saiba eles não tinham ainda conseguido publicar esse trabalho, tinha só a tese, eu não sei se já existe a publicação (Rodrigo, comentários da autora).

Porque esse estudo, tem que também ver, ele não foi feito a nível nacional, então ele foi feito principalmente no Mato Grosso, e não dá pra assumir que o Mato Grosso é o

Brasil. E além disso ele tem, assim, questões metodológicas bastante complicadas que não permitem a gente dar uma credibilidade muito alta às projeções que foram feitas tá? Então é isso que eu diria pra você, eu acho que pode ser que as projeções brasileiras, feitas anteriormente no plano nacional estejam incorretas, eu não fiz essas projeções e também... Eu falo assim, isento, por que eu não fiz nem uma nem outra tá? Mas assim, eu conheço os problemas de cada uma, e o que eu posso dizer é que assim, projeções são usadas assim pra se fazer comparações, então ela não serve, ela não é uma previsão no sentido de que você vai prever o que vai acontecer no futuro. Ela toma o melhor do nosso conhecimento, do conhecimento existente, o que que a gente consegue projetar pra frente né, se tudo acontecer dentro do cenário que a gente tá imaginando. Então assim, eu acho que nenhuma projeção consegue desacreditar a outra, nem a desse estudo do estudante do Britaldo e nem a projeção do governo né, do governo anterior. Acho que ambas são sujeitas a críticas, mas eu, assim, por conhecer bem de perto esse estudo do estudante do Britaldo, eu tenho muitas reservas de acreditar nele (Bruno).

Então, de que modo os cientistas tecem suas críticas a esses outros trabalhos mencionados anteriormente? Rodrigo, mesmo afirmando que não conhece tais pesquisas em detalhes, ressalta três aspectos importantes no trecho apresentado acima, que são os valores subestimados para o desempenho das tecnologias de remoção de carbono, a falta de publicações em revistas científicas, tendo apenas a tese de doutorado (BATISTA, 2016), e o fato de ser um dos únicos trabalhos que aponta para essa direção, ou seja, para conclusões sobre a incapacidade de atingir a meta climática a partir de tais tecnologias na pecuária. Já Antônio e Bruno ressaltam o escopo dos trabalhos, os quais foram feitos a partir de dados coletados no estado do Mato Grosso e projetados para todo o Brasil. Por conhecer mais a fundo a pesquisa inicial de Batista (2016), Bruno argumenta que existem diversos erros metodológicos que colocariam em risco a credibilidade de seus resultados. Assim, aponta para as “reservas de acreditar” nos estudos dos cientistas do outro lado da controvérsia, e os critérios de demarcação de credibilidade perpassam as credenciais científicas. Ou seja, no intuito de manter a autoridade dessas pesquisas e suas implicações na adoção das tecnologias de manejo, os cientistas da Embrapa ressaltam pontos pelos quais pode-se distinguir o que conta ou não como estudo crível (GIERYN, 1983). Tais pontos partem das retóricas dos cientistas, que evocam a autoridade científica dita “ortodoxa” (MILLER, 2005) ou tradicional, relacionada, nesse sentido, à revisão por pares em revistas científicas e à falta de outros estudos que estabelecem resultados similares, ou seja, à replicabilidade. Dito de outro modo, as pesquisas divergentes, realizadas por pesquisadores do CSR, não atenderiam aos requisitos da instituição da ciência, os quais são mobilizados para demarcar as fronteiras entre as posições de cada grupo, entre uma ciência válida e não-válida.

Em suma, os cientistas da Embrapa justificam suas posições a favor dos extensos potenciais de remoções de carbono por solos recuperados e integrados devido à disponibilidade de estudos em torno das dinâmicas de carbono conduzidos no âmbito nacional, à utilização de técnicas reconhecidas e dados considerados consistentes e, ainda, aos indicativos da capacidade

de remoção de carbono pelos solos em tais estudos, mesmo que eles ainda incorporem incertezas. Ou seja, podem existir complexidades nas contabilizações da quantidade de carbono removido pelos solos, bem como a variação desse estoque ao longo do tempo e em cada região brasileira. Mas uma coisa é certa: o carbono é removido pelos solos, e em quantidades consideráveis para afirmar que tais remoções são essenciais para os cenários futuros de mitigação climática da pecuária brasileira. Desse modo, quando confrontados com pesquisas contrárias, os cientistas da Embrapa mobilizam argumentos contra a posição dos pesquisadores do CSR para tentar demarcar e enclausurar a controvérsia, ressaltando as metodologias e publicações como mecanismo de validade e credibilidade dos resultados, ao invés de credenciais científicas. Como apontamos na seção subsequente, os cientistas do CSR, frente aos resultados das pesquisas da Embrapa, colocam em discussão a temporalidade do carbono no solo, os tipos de projeções, as incertezas não abordadas ou consideradas nesses estudos e a necessidade de aprimorar os dados, cujas dúvidas ainda permanecem. Portanto, como abordar essas variáveis e enxergar as incertezas tornam-se fronteiras entre as posições de cada grupo de cientistas, e implicam em projeções diferenciadas.

### 3.4 VARIÁVEIS E MEDIÇÕES COMPLEXAS

Ao contrário dos cientistas da Embrapa e suas posições com relação aos dados e resultados sobre as remoções de carbono por solos recuperados e integrados a outros agrossistemas, outros cientistas brasileiros trazem críticas e resultados divergentes com relação ao potencial de mitigação dessas técnicas. De maneira geral, tais cientistas estão vinculados aos modelos Otimizagro e SimPecuária, no âmbito da plataforma de modelagem ambiental Dinâmica EGO, os quais foram elaborados pelo CSR da UFMG, que “*desenvolve pesquisas em análise e modelagem de sistemas ambientais, incluindo suas aplicações no desenho e na avaliação de políticas públicas*” (UFMG, 2021)<sup>30</sup>. Tais pesquisas se voltam para a modelagem ambiental, ou seja, para a construção de modelos matemáticos e simulações computacionais sobre o meio ambiente, especialmente relacionadas a mudanças no uso da terra e cobertura dos solos, rentabilidade agrícola e florestal, regime fluvial e balanço de carbono. Na Resolução nº 03/2021, de 10 de setembro de 2021, da Congregação do Instituto de Geociências da UFMG, que dispõe sobre o regimento geral do CSR, a modelagem ambiental é compreendida como “o

---

<sup>30</sup> Descrição no site institucional do CSR.

campo científico multi/transdisciplinar voltado à promoção do conhecimento sobre a organização, funcionamento, dinâmica e interação dos sistemas da Terra” (UFMG, 2021).

A partir da aplicação dos modelos e simulações, a intenção é contribuir para o desenvolvimento de cadeiras produtivas sustentáveis, para o planejamento territorial e para o desenho e avaliação de políticas públicas. Para o desenvolvimento dessas tecnologias de modelagem ambiental, o CSR conta com uma equipe diversificada de pesquisadores, considerando a multi/transdisciplinaridade do próprio campo científico, em áreas como análise e modelagem ambiental, geoprocessamento e cartografia digital, meteorologia, desenvolvimento de *software*, engenharia de produção, ecologia e ciências ambientais – sob orientação e liderança do Dr. Britaldo Silveira Soares-Filho, professor do Departamento de Cartografia no Instituto de Geociências da UFMG. Tudo isso, de acordo com o regimento geral, com a missão de “desenvolver pesquisa, ensino e extensão em modelagem de sistemas ambientais, incluindo suas aplicações multidisciplinares e transdisciplinares com o objetivo de planejamento e gestão sustentável dos sistemas da Terra” (UFMG, 2021)<sup>31</sup>. Assim, a partir de uma atuação multidisciplinar com relação aos pesquisadores associados e aos projetos desenvolvidos, o CSR é responsável por tecnologias e pesquisas importantes ligadas à sustentabilidade ambiental, inclusive, no caso do manejo e uso dos solos na produção agropecuária frente às mudanças climáticas.

De 2018 a 2021, segundo relatórios de atividades realizadas pelo grupo, além de menções às pesquisas desenvolvidas em diversos meios de comunicação nacionais e internacionais, cursos ministrados e dissertações e teses de pós-graduação defendidas, foram mais de setenta publicações realizadas por pesquisadores integrantes do CSR. Dentre essas publicações, podemos destacar as que se relacionam às temáticas das mudanças climáticas e a agropecuária, das tecnologias para pastagens degradadas e do cumprimento das metas brasileiras: “*Traditional conservation strategies still the best option*”<sup>32</sup> (2018), “*The threat of political bargaining to climate mitigation in Brazil*”<sup>33</sup> (2018), “*Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)*” (2018), “*Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil*”<sup>34</sup> (2019), “*The rotten apples of Brazil’s agribusiness*” (2020), “*Cenários*

---

<sup>31</sup> Regimento Geral, conforme a Resolução nº 03/2021, de 10 de setembro de 2021, da Congregação do Instituto de Geociências da UFMG.

<sup>32</sup> Em tradução livre: “Estratégias tradicionais de conservação ainda são a melhor opção”.

<sup>33</sup> Em tradução livre: “A ameaça da barganha política para a mitigação climática no Brasil”.

<sup>34</sup> Em tradução livre: “Restauração de pastagens em larga escala pode não ser a melhor opção para reduzir emissões de gases de efeito estufa no Brasil”.

*para a intensificação da bovinocultura de corte brasileira*” (2020), “*Aplicação da modelação da dinâmica da paisagem na formulação de políticas públicas*” (2021) e “*Brazil’s new climate target backtracks and allows an increase in deforestation*”<sup>35</sup> (2021).

Em linhas gerais, as publicações selecionadas do CSR fundamentam-se em três pontos de discussão convergentes. De um lado, são frutos de estudos de modelagem ambiental propriamente ditos, ou seja, da aplicação dos modelos e simulações computacionais desenvolvidos pelo grupo em determinado contexto, desde a pecuária bovina de corte até o desmatamento no território nacional, como o relatório “*Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOLU)*”<sup>36</sup>, elaborado pelo antigo MCTIC em parceria com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) e com a participação de pesquisadores do CSR. De outro, utilizam de seus modelos de simulação para auxiliar na formulação de políticas de mitigação climática, e da dissertação de mestrado de Evandro Batista, intitulada “*Modeling the economic and environmental impacts of cattle ranching intensification in Mato Grosso*” (2016)<sup>37</sup>, que resultou em publicações como “*Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil*” (2019) na revista *Environmental Research Letters*. E de outro, investigam e explicitam as negociações envolvidas tanto no setor agropecuário nacional quanto nos processos de formulação de políticas climática para esse setor.

Nesse sentido, as publicações apontam para nuances nos cálculos da cadeia de produção agropecuária, como no caso dos vínculos da carne brasileira exportada com áreas desmatadas ilegalmente, dos processos de barganha, além dos avanços e retrocessos nas políticas climáticas nacionais, ligados às negociações políticas e ao agronegócio. Além de apontarem dinâmicas de poder nos processos de formulação das políticas públicas climáticas, os pesquisadores do CSR também lançam mão de modelos científicos diferentes dos utilizados pela Embrapa, com o intuito de compreender o potencial das pastagens degradadas no contexto da mitigação climática, na medida em que recomendam mais do que tecnologias de recuperação e restauração de pastagens para atingir as metas assumidas nacionalmente. Tais conclusões partiram da modelagem ambiental fundamentada em duas ferramentas de simulação principais: o Otimizagro e o SimPecuária, ambas construídas a partir da plataforma Dinâmica EGO, e descritas nos parágrafos seguintes.

---

<sup>35</sup> Em tradução livre: “Nova meta climática brasileira retrocede e permite aumento do desmatamento”.

<sup>36</sup> Estudo financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environmental Facility - GEF).

<sup>37</sup> Em tradução livre: “Modelando os impactos econômicos e ambientais da intensificação da pecuária no Mato Grosso”.

No site institucional do CSR, o Otimizagro é apresentado como um modelo de otimização e simulação do uso da terra, no qual são contabilizados, principalmente, os usos e as mudanças nos usos da terra, as emissões de GEE, e são avaliados os custos de redução de tais emissões, ou seja, da adoção de tecnologias de mitigação. Para além das simulações de uso da terra, esses *outputs* são possíveis devido à integração do modelo com outras métricas e cálculos, para construir cenários futuros da agricultura e pecuária de baixo carbono. Assim, nas publicações e projetos dos cientistas colaboradores desse modelo, a contabilização de emissões e remoções, e a avaliação de custos de adoção das tecnologias de baixo carbono andam juntas, dando suporte às opções de mitigação para o setor agropecuário, de forma a conciliar metas de produção e mitigação climáticas.

Dito isso, o modelo espacial é estruturado em diferentes níveis, incluindo os biomas brasileiros, as microrregiões, os municípios e uma malha de 500x500 metros de resolução, com o objetivo de especificar cada vez mais os dados, tendo em vista a diversidade das regiões brasileiras (UFMG, 2016)<sup>38</sup>. Essa plataforma é descrita e apresentada como uma atualização do SimBrasil, em parceria com a Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, para integrar os planejamentos de usos da terra do Ministério da Agricultura. No SimBrasil, o foco das simulações era o desmatamento, no sentido das emissões associadas e políticas de combate. Nesse caso, o cenário de baixo carbono modelado considerava as ações de redução do desmatamento e recuperação de passivos ambientais, ou seja, das áreas desmatadas ilegalmente, pela restauração de florestas. Já para os cenários de baixo carbono do Otimizagro, além das metas de restauração da vegetação nativa dispostas no Código Florestal e no Planaveg, e das metas de redução do desmatamento propostas na PNMC, são consideradas as estratégias de baixo carbono do Plano ABC.

O que isso significa? Em poucas palavras, que o Otimizagro vai além das simulações futuras para o desmatamento, ao permitir a construção de cenários futuros para a agricultura de baixo carbono no Brasil, incluindo as soluções de mitigação e seus potenciais para o setor AFOLU como um todo. Mais ainda, o modelo em questão incorpora cálculos de custo das emissões evitadas, devido a opções de mitigação, como desmatamento evitado e áreas restauradas. Desconsiderando a inclusão da avaliação dos custos de emissões evitadas, a principal diferença entre o antigo SimBrasil e sua atualização, o Otimizagro, é o escopo do modelo, ou seja, os processos e tecnologias consideradas na construção das simulações. Tal diferença também pode ser pensada com relação ao SimPecuária, um modelo que se refere à

---

<sup>38</sup> Site institucional.

simulação de cenários de intensificação específicos para a bovinocultura de corte. O SimPecuária, diferente do Otimizagro e até mesmo do SimBrasil, simula e constrói cenários futuros para a criação de gado de abate a partir da adoção de uma miríade de estratégias de intensificação, inclusive, mas não somente, aquelas referenciadas nos planos e metas nacionais.

Dessa maneira, o modelo SimPecuária apresenta como foco de sua modelagem a bovinocultura de corte e estratégias de intensificação associadas, como manejo e recuperação dos pastos, saúde e fertilidade do rebanho, confinamento e suplementação alimentar. A partir de diferentes potenciais cenários de adoção dessas tecnologias, o referido modelo calcula custos e investimentos, impactos na produtividade e emissões associadas. Nesse sentido, cabe ressaltar que o modelo propriamente dito não simula os usos ou mudanças nos usos da terra, mas mobiliza o próprio Otimizagro para gerar esses dados e utilizá-los como *inputs*.

Complementando as informações de entrada sobre o rebanho e as áreas de pastagem atuais e futuras, o SimPecuária leva em consideração, como *inputs*, dados de caracterização climática da região analisada, das estratégias relacionadas à reforma de pastagens, da alimentação, saúde, reprodução e confinamento dos animais, e até de infraestrutura das estratégias e custos operacionais, que envolvem também preços de investimento e geração de receita. A partir disso, os *outputs* do modelo são os dados de economia, de produtividade e de emissões associadas.

Nessa linha, durante as entrevistas, os cientistas apontam para complexidades nos dados e cálculos realizados sobre os potenciais de mitigação. Em especial, Bernardo comenta que é necessário localizar as tecnologias de manejo e as reformas de pastagens em solos determinados, naqueles em que existam margens para estocar mais carbono e, assim, contribuir, de fato, com a redução das emissões. Nesse sentido, ele aponta para as discussões sobre a viabilidade dessas estratégias, e os empecilhos de adotá-las sem um entendimento mais aprofundado sobre esses solos. De forma complementar, o cientista em questão apresenta um dos fatores que compõem “o tamanho das incertezas” com relação às propostas de recuperação e integração (ou reforma) de pastagens pelas diretrizes governamentais. Mais especificamente, ele se volta para o questionamento da própria definição de pastagem degradada, incerteza que ressoa no Inventário das Emissões Nacionais, ao não abarcar nas remoções as categorias de áreas degradadas bem manejadas, como apontamos em seções anteriores deste trabalho (BRASIL, 2020b).

Então as incertezas são muitas, você tem que ter então definição, assim, de parâmetros, o que é uma pastagem degradada, quais são, pastagens degradadas biologicamente, tem uma pastagem degradada economicamente. Esse é o primeiro nível. Aí quando você vai pro solo, bom, qual que é o nível de carbono no solo? Aquele peso de carbono que ali tá, ele tá até que ponto do equilíbrio, ou vamos supor assim, até que ponto do potencial. É difícil descobrir o potencial do estoque de

carbono do solo e tal. Mas aí quando você vai trabalhando, é um pouco de incerteza ali, e isso no geral, aumentam as incertezas, nesse ponto (Bernardo)

De acordo com Soares-Filho e Rajão (2018), apesar da crença celebrada no contexto nacional de que a produção agropecuária e o desmatamento – especialmente na Amazônia – estão dissociados por causa das estratégias adotadas para intensificação dessa produção, não há medidas diretas para mensurar a conexão entre a atividade pecuária e os impactos na conservação florestal. Essa dissociação do desmatamento e da atividade agropecuária, denominada de *teoria poupa-terra*, refere-se à conservação ambiental de áreas anteriormente relacionadas à criação de animais. Tal teoria, portanto, encontra-se intimamente vinculada às estratégias mencionadas de recuperação e integração das pastagens a outros agrossistemas, que ganham protagonismo político nacional ao fomentar a imagem de sustentabilidade climática da pecuária. Porém, como apontam diversos trabalhos científicos (SOARES-FILHO; RAJÃO, 2018; RAJÃO; SOARES-FILHO, 2015, 2016; MERRY; SOARES-FILHO, 2017), os potenciais de mitigação climática e conservação ambiental das estratégias relacionadas à *teoria poupa-terra* podem não ser tão significativos, como apontam relatórios governamentais e outras pesquisas, inclusive de cientistas vinculados à Embrapa e ao Observatório ABC.

Isso ocorre, justamente, por conta das incertezas e complexidades envolvidas nas pesquisas, ao contrário da posição dos cientistas da Embrapa de suficiência dos valores médios nas projeções, os quais seriam considerados valores de referência coerentes para esses cálculos. Contudo, pelo que os cientistas do CSR narram, esses pontos de incertezas interferem fortemente nos resultados das pesquisas, colocando em jogo as considerações da Embrapa sobre ter dados suficientes para direcionar as políticas no caminho certo das tecnologias de manejo, no caso de recuperação e integração de áreas degradadas. Não considerar essas incertezas nas pesquisas, para os cientistas do CSR, implica diretamente na credibilidade dos resultados. Esse ponto é reforçado pela posição de Sandro sobre a “briga” propriamente dita, a controvérsia: *os tipos de projeções empregados por cada grupo de cientistas*. Se a Embrapa utiliza valores médios para fundamentar seus cálculos sobre os potenciais de remoção dessas tecnologias, os cientistas do CSR partem de uma modelagem ambiental fundamentada em diversas variáveis que interferem na adoção de técnicas para a mitigação da pecuária. Nesse sentido, Roberto ressalta as dificuldades envolvidas na construção de cenários futuros para a pecuária, de forma a atender tanto às propostas de redução das emissões, quanto à viabilidade econômica e ambiental das tecnologias envolvidas, dificuldades que não parecem estar presentes nas considerações das pesquisas da Embrapa. Em ressonância, Arthur pontua a necessidade de um enfoque sistêmico, considerando nas projeções os potenciais econômicos, sociais, além da

quantificação da redução das emissões. De modo especial, o cientista discorre sobre a importância de pensar os animais propriamente ditos no sistema, além das emissões associadas a eles e outras técnicas para mitigá-las, como o melhoramento genético e sua nutrição.

[...] A gente teve um drama na hora de desenhar o cenário de reforma de pastagem porque... O que você tem que ter? Você tem que ter um modelo que atenda à demanda de produção, que reduza as emissões e que seja economicamente viável. Quando você força o modelo a sair reformando pastagem, ou você reforma mais pastagem do que necessário pro gado, pro rebanho, e aí você derruba a viabilidade econômica. Ou você simplesmente aumenta o rebanho e aí você derruba a meta climática né. Então, assim, ficava uma situação onde a gente não conseguia manter os três pressupostos ao mesmo tempo (Roberto).

Thaís, essas projeções têm que ser feitas [...] pra ver o potencial não só de mitigação, mas o potencial econômico e social desses impactos dessas mudanças que são propostas pensando no enfoque sistêmico. Então de novo, se você tá modelando, pra que você possa ter uma remoção de carbono, somente da pastagem eu tenho que lembrar que o animal está em cima dela, então eu tenho que fazer uma modelagem que não só aborde o animal, a pastagem e o solo, mas que aborde também o animal. Quando a abordagem entra o animal, de novo, eu tenho que pensar no animal, na genética, na nutrição, pra que os dois, o sistema como um todo consiga emitir menos gás de efeito estufa né (Arthur).

Portanto, para Roberto, o cenário a partir da reforma de pastagens não conseguiu atender aos pressupostos e metas iniciais. Já para Arthur, pensar no sistema como um todo, inclusive nos animais e suas emissões, torna-se importante nas projeções dos cenários de mitigação. Em linhas gerais, trabalhar com reforma de pastagens implica em considerar que áreas anteriormente degradadas, e agora recuperadas ou integradas a outros agrossistemas, são suficientes para compensar as emissões da pecuária em geral, levando em consideração o metano e outros gases emitidos pelos ruminantes. Como apontamos nos parágrafos anteriores, a posição de compensação sustentada pela Embrapa parte dos valores médios, os quais são questionados pelos cientistas do CSR, como descreve Roberto sobre o fato de ter “algumas dúvidas, até que ponto essa remoção é uma tonelada mesmo, tá? Porque você tem uma série de estimativas que dependem, por exemplo, do estado da emissão do carbono no solo, técnicas de manejo anteriores e etc.”. Para esse pesquisador, tal valor seria um *overbound*, ou seja, um resultado mais otimista para as remoções, enquanto outras pesquisas demonstram um potencial menor. Além disso, Roberto ainda apresenta que a ideia de compensar as emissões na produção de carne, abarcada no selo Carne Carbono Neutro desenvolvido pela Embrapa, é errônea, justamente por não considerar a produção em sua totalidade e os efeitos secundários da integração a outros agrossistemas, como o que acontece quando é colhida a silvicultura ou a agricultura plantada na área integrada. Assim, questiona-se a própria noção de sustentabilidade promovida por essa posição da Embrapa.

Independente se é uma tonelada por hectare e etc., acaba que a diferença principal não tá na briga do fator de remoção, tá na diferença entre uma projeção que normalmente

é adotada pela Embrapa que é mais estática, que é um boi no pasto, versus um modelo nosso que ele progride no tempo, então, por exemplo, ele considera que as remoções elas são assintóticas. Ou seja, quando você tem um pasto degradado e reforma ele, nos primeiros anos você vai estar removendo muito carbono, e depois ele vai, a quantidade do estoque de carbono vai ficando, vai ter ganhos, mas talvez muito pequenos, até chegar uma hora que o ganho de carbono adicional tende a zero. Então isso tem que ser considerado também no tempo em que esse sistema vai estar sendo mantido (Roberto).

A própria Embrapa desenvolveu o Carbono, a Carne Carbono Neutra, que é curioso porque é assim, você coloca o gado, você coloca a silvicultura do lado, e enquanto tiver tendo geração de biomassa na silvicultura você está compensando, mas depois que cresceu, e você faz a colheita da silvicultura, do eucalipto, pronto, acabou a mitigação. Então o próximo rebanho já vai vir emitindo, já vai vir sem compensação nenhuma, e você não pode ficar eternamente plantando novas áreas pra compensar as emissões que estão acontecendo na mesma área, estando com o mesmo plantel. Então existe ali, um pouco, uma falta de sustentabilidade no tempo da noção de gado sustentável que a Embrapa tem promovido (Roberto).

Mais ainda, Sandro e Roberto questionam diretamente o problema da utilização desses valores médios para projetar, por exemplo, se as metas de mitigação serão atingidas daqui a um tempo determinado. Em suma, a questão é a variação temporal nos estoques de carbono nos solos, o fato de que elas são sintóticas e, por isso, as projeções deveriam incorporar tais dinâmicas temporais. Nas palavras de Roberto, “a nossa abordagem, ela é mais, ela traz elementos com relação à variabilidade no tempo e variabilidade espacial das soluções pra mitigação de gás de efeito estufa na pecuária, eu acho que essa é um pouco a diferença”. Além disso, coloca-se em jogo a possibilidade de reduzir as emissões quando o rebanho continua crescendo, criticando a *teoria poupa-terra*, ou seja, o aumento da lotação animal com as emissões compensadas (OBSERVATÓRIO ABC, 2015; ALVES *et al.*, 2015). Nesse sentido, tanto Roberto quanto Sandro apresentam as incongruências entre as projeções da Embrapa e o comportamento temporal dos estoques de carbono, cujos estoques adicionais podem, inclusive, tender a zero, estabilizando o sistema sem maiores remoções de carbono. Esse fato contradiz especificamente os valores médios para tais remoções, fixados entre 1 e 1,5 toneladas de carbono por hectare, a depender da tecnologia adotada.

Mas o que a gente vê, por mais que a reforma de pastagem aumente a concentração de carbono no solo, isso aí é assintótico, isso tem um tempo. E a emissão continua crescendo, então é, isso acaba sendo anulado pelo crescimento do rebanho. [...] E você tem, você tem que fazer a conta matemática aí, o problema que eu te falei são as incertezas desses estudos que que fazem essa remoção (Sandro).

Ao invés de apontarem erros metodológicos, as narrativas dos cientistas do CSR convergem para afirmações sobre a insuficiência nos dados e sobre pesquisas disponíveis para utilizar os valores médios, devido às dinâmicas do carbono em decorrência da aplicação das técnicas de manejo. Em suma, tais cientistas apontam para a necessidade de maiores especificações sobre as próprias áreas de pastagens, pensando na definição de degradação e na

margem para estoque de carbono em cada tipo de solo, por exemplo. Mais especificamente, ao contrário das “toneladas” de estudos e trabalhos publicados, eles têm um pouco mais de receio quanto à disponibilidade de dados sobre o carbono nos solos no contexto brasileiro, referindo-se a isso como uma “lacuna” (Bernardo), uma área de pesquisa “muito incipiente” (Sandro). Poderia, ainda, ser uma situação que requer “um pouco de cuidado” ao afirmar a partir dos dados disponíveis. Assim, como demonstram as citações abaixo, os cientistas do CSR consideram que tais dados não seriam tão suficientes para fornecer resultados aprimorados sobre o carbono nos solos e os impactos dos regimes de recuperação e integração das pastagens nessas dinâmicas. Por esse motivo, eles indicam a necessidade de avançar nos estudos de campo, atualizar os pontos de coleta de dados, aprimorar as estimativas de remoção, trabalhar em dados específicos não existentes e investir nesses trabalhos, especificamente aqueles relacionados à mensuração do carbono, para compreender de maneira mais aprofundada a dinâmica das remoções de carbono por técnicas de manejo no território nacional.

De fato, seria necessário aprimorar, eu sei que tem novos esforços sendo feitos aí pela Embrapa e tudo o mais, seria até importante a gente estar atualizando esses resultados, porque eles pegaram pontos de coleta em vários lugares do Brasil, então seria interessante maquirar em cima desses dados, eu acho que é necessário ter um pouco de cuidado, porque a gente tem a impressão, pelo menos baseada nos resultados disponíveis até 2015, 2016, que havia um viés otimista muito grande com relação a esses totais a serem removidos. Já a ILPF, aí assim, dá até pra poder calcular né, como a gente diz em outros estudos, onde você tem esse sistema, onde, como silvicultura, e com pastagens, mas a gente sentiu falta de dados quantitativos mesmo sobre o impacto (Roberto).

[Sobre o potencial de estoque de carbono nos solos] Também é outra lacuna, é outra lacuna de conhecimento que você não sabe se, por exemplo, você não sabe qual que é o, onde... Aí vamos lá, só pela questão ambiental, ainda tem a questão produtiva, eu vou reformar assim pra aumentar mais a minha lotação, mas com a questão ambiental, a reforma de pasto pra estoque de carbono no solo, por exemplo, quando você vai reformar o pasto vai estocar mais carbono. Então pra cada hectare que você reformar, aonde é mais viável? Se o intuito é captar o carbono atmosférico e colocar ele no solo, teria que ser naquele local que você tem um gap entre estado atual e o quanto que ele pode estocar de carbono né. E eu li, pelo menos enquanto eu tava fazendo a minha pesquisa, isso é um dado que é muito, não existia, não existe esse dado (Bernardo, comentários da autora).

Bom, primeiro, a pesquisa sobre carbono no solo no Brasil ainda está muito incipiente, nós ainda temos que avançar com mais estudos de campo, em outros ambientes. Nós precisamos melhorar, acho que antes ficar dizendo se dá ou não dá [pra compensar pelas remoções], eu acho que a gente tinha que investir melhor na mensuração do sequestro de carbono no solo, tá? Eu acho que a questão toda é essa. [...] Ou seja, tem reformas de pastagem e reformas de pastagem. A gente não pode generalizar, depende do contexto (Sandro, comentários da autora).

Em resumo, os cientistas do CSR entrevistados confrontam as pesquisas da Embrapa e acabam por demarcar fronteiras do que seria uma ciência válida ou “boa” (GIERYN, 1983; JASANOFF, 1987), por não incorporarem outras dimensões e pressupostos em suas pesquisas,

pensando no sistema da pecuária como um todo, pela necessidade de aprimoramento e avanços nas pesquisas sobre carbono nos solos, consideradas ainda insuficientes para generalizações, e por não considerarem a dimensão sintótica dos estoques de carbono no solo (tendo em vista valores médios e projeções estáticas). Assim, critérios são negociados e fronteiras são construídas pelos atores a respeito da validade e credibilidade dos resultados, levando em conta as variáveis e sua suficiência para elaborar conclusões sobre os potenciais de remoção por solos recuperados e integrados. Porém, ao largo das narrativas dos cientistas da Embrapa, de questionar as credenciais científicas e os pressupostos metodológicos das pesquisas com resultados divergentes, os cientistas do CSR argumentam pelas incertezas, por pesquisas mais aprimoradas sobre o carbono nos solos e, também, por modelos que incorporem diferentes dimensões da produção nas análises da mitigação climática. Como formas de “resolver” a controvérsia (COLLINS, 1981a, 1981b; COLLINS; PINCH, 2003), os cientistas apelam para esses critérios e, ao mesmo tempo, demarcam fronteiras entre as duas posições assumidas no debate.

### 3.5 CONCLUSÕES: CONFRONTOS DE RESULTADOS, TENTATIVAS DE FECHAMENTO E CRITÉRIOS NEGOCIADOS

Ao delimitar a controvérsia e os critérios suscitados pelos cientistas nas negociações pelos resultados dos cálculos sobre os potenciais de remoção das tecnologias de manejo de pastagens degradadas, buscamos responder aos seguintes questionamentos: *Em que pontos os cientistas divergem em suas pesquisas? A partir de quais critérios eles se posicionam e definem a validade e credibilidade das publicações? E, principalmente, que fronteiras são construídas em suas narrativas?* Se, para Antônio (pesquisador da Embrapa), pode-se concluir que o sequestro de carbono se estabiliza depois de 15 anos nas áreas consideradas, justificando as premissas dos valores médios, para Sandro (pesquisador do CSR), esse sequestro é sintótico e, para Roberto (também do CSR), ele tende a zero depois de um determinado tempo. Tratam-se, portanto, de posições que demandam uma projeção menos estática, incorporando essa variação temporal. Isso quer dizer que a divergência se direciona para os entendimentos sobre as dinâmicas e comportamentos dos estoques de carbono nos solos. Para os cientistas da Embrapa, os outros trabalhos do CSR não assumem as características da instituição da ciência, no que se refere à publicação e revisão por pares, à metodologia e à replicabilidade em outros estudos. Já para os cientistas do CSR, os resultados da Embrapa não contabilizam incertezas importantes nas projeções, nem consideram variáveis centrais para os cálculos empreendidos. De toda

forma, cada um dos grupos entende que o outro não se enquadra nos padrões de legitimidade e credibilidade científica determinados por eles próprios. Cabe lembrar, ainda, que essa discussão extravasa as fronteiras dos laboratórios, na medida em que embasa políticas públicas nacionais de combate às mudanças climáticas. Por isso, as fronteiras dentro da própria ciência também implicam em demarcações entre as políticas mais adequadas para reduzir as emissões da pecuária. Como apresentamos com maiores detalhes na seção seguinte, as formas de entender o mundo estão imbricadas nas formas pelas quais intervimos nele.

#### 4 DISPUTAS PELOS MODOS DE FAZER CIÊNCIA E SEUS EFEITOS DE REALIDADE

Esta seção destina-se à compreensão do que denominamos de “*entrelaçamentos inevitáveis*” com relação às remoções de carbono por tecnologias de manejo de pastagens. Em outras palavras, a intenção é partir das entrevistas com os cientistas envolvidos na controvérsia delimitada na seção anterior para descrever as formas pelas quais diferentes maneiras de “*fazer*” política e ciência estão sendo disputadas por esses atores. Mais especificamente, buscamos apontar como as disputas se configuram nas representações da geopolítica climática, nas concepções epistemológicas sobre a própria ciência e nas dimensões institucionais das políticas de mitigação para a pecuária brasileira. Assim, partimos, de um lado, da ideia de que ciência e política estão sendo mutuamente coproduzidas em determinadas arenas de disputa, e de outro, de que o conhecimento científico produzido por *experts* não é necessariamente consensuado e não-problemático na formulação de políticas públicas, tendo em vista que existem concepções geopolíticas, epistemológicas e institucionais divergentes sendo produzidas na interface entre ciência e política. Os cientistas, apesar de terem negociado categorias de validade e credibilidade nas pesquisas relacionadas à controvérsia, buscando critérios neutros e fronteiras objetivas para se referirem e justificarem os resultados considerados divergentes, disputam os próprios termos das negociações. Ou seja, as distintas concepções coproduzidas por cada comunidade científica partem e resultam de enquadramentos diversos do que seria ou é o mundo. Para isso, focamos nas narrativas dos cientistas ligados aos dois grupos em foco, levando em consideração que, além de elucidarem os significados dados pelos atores aos fenômenos sociais e físicos, também têm efeitos de realidade. Nesse sentido, tais narrativas configuram-se enquanto enquadramentos que orientam as ações e pesquisas dos cientistas, possuindo, portanto, implicações ontológicas.

Nesta seção, em primeiro lugar, tecemos algumas considerações iniciais, as quais são direcionadas aos enquadramentos e pontos de partida teóricos utilizados para orientar a análise dos discursos dos cientistas e em que termos a ciência e a política se fazem valer nessa disputa. Logo após, descrevemos como a pecuária é compreendida nos discursos dos cientistas, especialmente no que se refere à sua relação com as mudanças climáticas, traçando as principais narrativas e argumentos. Isso porque as ideias e os significados atribuídos por eles à conexão gado-clima ajudam a constituir o mundo a sua volta, o que, inevitavelmente, orienta tanto suas ações quanto suas pesquisas. Em tais narrativas, apontamos como os atores coproduzem representações distintas sobre a geopolítica climática, na medida em que ressaltam os benefícios

da criação de animais frente à imagem negativa construída sobre tal atividade, ou seus vínculos com o desmatamento, uma preocupação central nas negociações internacionais de acordos sobre o clima. Nas seções subsequentes, discutimos outras duas facetas da coprodução: as concepções epistemológicas sobre a própria ciência e as dimensões institucionais da política, descrevendo como e em que dimensões os cientistas coproduzem diferentes modos de fazer ciência e política, de maneiras imbricadas, e também as maneiras intencionais e deliberadas pelas quais esses atores disputam as políticas públicas de mitigação para o setor da pecuária. Em poucas palavras, enquanto um grupo de cientistas defende os benefícios da atividade, em contraposição à imagem negativa construída internacionalmente, junto a uma ciência comprometida com os interesses nacionais e políticas que reconheçam as especificidades brasileiras, especialmente no que se refere à capacidade de remoção de carbono, outro grupo salienta os vínculos com o desmatamento e questiona a sustentabilidade da pecuária, além de propor uma ciência baseada em resultados e estratégias políticas mais diversificadas, seguindo recomendações internacionais. As posições divergentes dos cientistas com relação às dimensões citadas reproduzem, em certa medida, as disputas pelas melhores formas de mensurar e projetar a redução das emissões de carbono em decorrência dos mecanismos de remoção. Cabe ressaltar que, assim como delimitamos na controvérsia, cada grupo apresentou narrativas e discursos diferentes sobre a pecuária, assim como coproduziu ciências e políticas distintas. Embora reconheçamos a existência de concordâncias entre cientistas dos dois grupos, como apontamos no decorrer da seção, as divergências foram mais presentes, seguindo também as posições dos cientistas na controvérsia.

#### 4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para os propósitos da presente pesquisa, apesar da existência da controvérsia descrita anteriormente, entendemos que as negociações pelos resultados das mensurações de carbono por solos sob regimes de manejo, como recuperação e integração a outros agrossistemas, não se restringem à comunidade científica. Isso significa que as controvérsias nos dados, metodologias e resultados de pesquisas extrapolam a arena da ciência para influenciar diretamente nos rumos da política. De tal maneira, torna-se impossível compreender os domínios da ciência e da política separadamente, tendo em vista seus entrelaçamentos. Assim como cada grupo de cientistas sustenta posições distintas nos debates sobre as metodologias de mensuração do carbono removido como consequência de tecnologias de manejo, também acaba por defender diferentes maneiras de representar geopoliticamente as negociações internacionais

e, também, de “fazer” ciência e política. Na medida em que enxergamos esses cientistas enquanto atores situados social e politicamente, ou seja, influenciados por valores e interesses diversos na produção de conhecimento científico, argumentamos que identificar essas concepções potencialmente conflitantes é fundamental para compreender os processos de aconselhamento científico e a formulação de políticas públicas. Enquanto um dos grupos de pesquisadores aponta as interconexões da pecuária com o desmatamento e propõe uma ciência mais objetiva e neutra, “baseada em resultados” e alinhada ao que está sendo produzido internacionalmente, o outro foca nos benefícios alimentares e socioeconômicos da pecuária e ressalta a necessidade de produzir uma ciência preocupada com interesses e com as especificidades nacionais, atentando para as posições dos países nas negociações globais sobre as mudanças climáticas. Mais ainda, os próprios pesquisadores deliberadamente buscam influenciar as políticas nacionais, uma vez que discorrem abertamente sobre a adequação das estratégias para o cumprimento das metas climáticas, ou sobre as impossibilidades de atingir as metas de mitigação apenas como recomendado na política nacional, apresentando alternativas para tal. Nesse sentido, as discussões sobre as tecnologias de manejo da pecuária tornam-se espaços profícuos para compreender as formas pelas quais a ciência e a política encontram-se entrelaçadas em uma arena de disputa híbrida pelas “soluções” para a mitigação da pecuária brasileira.

Portanto, nossos pontos de partida são os entrelaçamentos. Ou seja, a afirmação de que política e conhecimento científico são coproduzidos em contextos e por atores localizados no tempo e no espaço, condicionados por valores e imaginários mais amplos, aliados às discussões sobre as dinâmicas geopolíticas do conhecimento acerca das mudanças climáticas. Para além da controvérsia científica e do *trabalho de fronteira* (*boundary-work*) realizado pelos cientistas na interseção da formulação de políticas de mitigação climática, com o objetivo de estabelecer e negociar categorias de validade e credibilidade da ciência, argumentamos sobre como o conhecimento científico e os arranjos políticos são coproduzidos no cenário brasileiro, especificamente sobre as relações entre pecuária, mudanças climáticas e remoções de carbono. Para isso, rejeitamos concepções de que a ciência por trás das mensurações de carbono em contextos de adoção de tecnologias de manejo de pastagens degradadas deve ser entendida de modo isolado dos arranjos políticos e sociais no contexto brasileiro de mitigação climática para o setor. As contribuições da coprodução nos permitem compreender a ciência e a tecnologia de maneira integrada à constituição de ordens sociais e políticas mais amplas, reconhecendo os imbricamentos entre ciência, tecnologia, sociedade e política. A partir das sugestões de temas em que a coprodução pode ser percebida e serve a funções variadas no ordenamento social

(JASANOFF, 2004b), nos atentamos para as representações geopolíticas, as concepções epistemológicas e as dimensões institucionais como centrais na coprodução de diferentes arranjos e ordenamentos científicos e políticos. Isso porque as disputas estão sendo travadas nas representações de como se configura a geopolítica do conhecimento sobre as mudanças climáticas, nas concepções epistemológicas sobre os próprios cientistas, nos direcionamentos da ciência produzida, e nas dimensões institucionais da política climática, no que se refere à formulação de planos setoriais, estratégias e recompensas financeiras para sua adoção. Assim, em cada uma dessas categorias, buscamos descrever os discursos dos cientistas e a maneira como ciência e política encontram-se intimamente (e inevitavelmente) entrelaçadas.

Como apresentamos na seção anterior, os cientistas entrevistados estão organizados em dois grupos distintos, sendo que cada “lado” argumenta em prol de suas metodologias, seus dados e seus resultados com relação às remoções de carbono por tecnologias de manejo de solos degradados. Como forma de defender suas próprias pesquisas, esses atores delimitaram fronteiras para o que consideram uma ciência válida e legítima. Nesta seção, para além dessas negociações, argumentamos que tais cientistas são, ao mesmo tempo, provedores de conhecimento para a formulação de políticas e cidadãos preocupados com a influência de suas pesquisas, tanto na ciência quanto na política climática nacional (MONTEIRO; RAJÃO, 2017). Considerando, portanto, a ideia de Monteiro e Rajão (2017) sobre os “cientistas enquanto conhecedores e cidadãos”, pretendemos discutir que os próprios cientistas envolvidos na controvérsia e nas discussões climáticas brasileiras reconhecem os interesses em suas pesquisas, especialmente ao incorporarem essas dinâmicas em suas narrativas sobre as representações da pecuária, nas concepções epistemológicas da ciência e na construção e implementação institucional das políticas climáticas. Em outras palavras, ao invés de necessariamente promover uma ideia de ciência neutra e isolada das questões políticas que a cercam, acusando outros de estarem “contaminados por interesses” para desacreditar suas pesquisas, os cientistas mobilizam esses próprios interesses em suas narrativas epistemológicas sobre a produção científica, ao defenderem, de um dos lados, uma ciência comprometida, proativa e preocupada. Assim, ao contrário de apenas acusar outros grupos de cientistas de serem direcionados por interesses além da ciência, determinados atores apontam, em seus discursos, a necessidade de incorporar tais interesses nas próprias formas de fazer ciência, de pensá-la epistemologicamente. Ao invés de justificar suas próprias posições apenas a partir das fronteiras entre o que é ou não é ciência (GIERYN, 1983), eles propõem maneiras distintas de produzir ciência, distanciando-se dos objetivos de neutralidade e objetividade característicos das definições modernas e ocidentais (LATOURETTE, 1994, 2000, 2019). Mais do que compreender

a controvérsia e os entrelaçamentos entre arranjos da ciência e da política, dando luz aos interesses implícitos envolvidos nesses contextos, nosso papel consiste mais em uma organização e categorização das narrativas dos cientistas, de quais interesses estão sendo disputados e de que maneira isso ocorre em seus próprios termos. Além de serem conhecedores e cidadãos, trazendo preocupações com a relevância de seus trabalhos nas políticas nacionais para dentro dos laboratórios e de suas pesquisas, apontamos como os cientistas tentam intencionalmente influenciar nos rumos da política (JASANOFF, 2004b, 2004c). Em poucas palavras, a coprodução das políticas aparece nas próprias narrativas deles, de maneira deliberada, quando apresentam propostas de planos e estratégias para o território nacional.

No intuito de descrever as maneiras pelas quais ciência e política se entrelaçam em um movimento mútuo de coprodução, que implica em ordenamentos do conhecimento científico e tecnológico e da sociedade por intermédio das políticas, mobilizamos as narrativas dos cientistas durante as entrevistas realizadas. Para isso, compreendemos o discurso enquanto um “conjunto de ideias, conceitos e categorias através das quais significados são dados aos fenômenos sociais e físicos, e que são produzidos e reproduzidos através de um conjunto identificável de práticas” (HAJER; VERSTEEG, 2005, p. 176-177). Isso porque as maneiras pelas quais os cientistas se referem à pecuária, às mudanças climáticas, às suas próprias pesquisas, às configurações da política climática brasileira frente aos acordos internacionais, às outras pesquisas com resultados divergentes, e às suas ideias mais gerais sobre os ordenamentos da ciência e da política, têm significados importantes na configuração das visões de mundo dos atores envolvidos e, também, nos processos de coprodução da realidade (HAJER; VERSTEEG, 2005; JASANOFF, 2004b, 2004c). Como pontuam Hajer e Versteeg (2005), as discussões ambientais podem levar a revisões nas regras e a criações de instituições, mas, por trás dessas mudanças visíveis e palpáveis, existem significados sendo negociados, os quais perpassam os discursos e argumentos aparentemente técnicos e científicos, e afetam os resultados. Nas palavras de Jasanoff (2004b, p. 14), “o que sabemos sobre o mundo está intimamente ligado ao nosso senso do que podemos fazer sobre ele, bem como à legitimidade sentida por atores específicos, instrumentos e cursos de ação”. Entendemos, portanto, que as formas pelas quais os cientistas apreendem os potenciais de mitigação das tecnologias de manejo na pecuária estão imbricadas às suas concepções sobre os rumos e arranjos das políticas nacionais. À medida em os cientistas narram as dinâmicas geopolíticas nas negociações climáticas internacionais, a posição e as responsabilidades assumidas pelo Brasil, os alinhamentos das pesquisas com determinadas metodologias e interesses, e ainda a adequação das políticas formuladas no

cenário nacional, coproduzem mutuamente as maneiras pelas quais “escolhem viver no mundo” (JASANOFF, 2004b, p. 2-3).

#### 4.2 REPRESENTAÇÕES DA GEOPOLÍTICA CLIMÁTICA: INTERESSES ANTAGÔNICOS OU COMPLEMENTARES?

Considerando as diferentes posições sustentadas pelos cientistas com relação às conexões entre a pecuária e as mudanças climáticas, de que maneira as representações da geopolítica climática estão imbricadas nas narrativas deles? Para o grupo da Embrapa, as especificidades e benefícios da pecuária no contexto brasileiro são pontos importantes que o leva a defender essa atividade produtiva, indo contra uma imagem criada internacionalmente, que não considera todas as dimensões da criação de animais. Segundo tais pesquisadores, o enfoque nos malefícios não só é equivocado, como também parece obscurecer a importância da pecuária brasileira. Além de descrever os benefícios, como forma de defesa, eles questionam dados elaborados no âmbito internacional e tentam desvincular a pecuária de atividades que realmente trazem malefícios (em especial, ambientais), como grilagem, madeiras e desmatamento ilegal. Essa ideia se aproxima do que Lahsen (2009) apresenta sobre os tomadores de decisão brasileiros, que questionam cientistas e justificam sua falta de confiança devido a possíveis influências internacionais em suas pesquisas e argumentações científicas. Assim, nas narrativas do grupo ligado à Embrapa, em que são ressaltados os benefícios aliados à dissociação das atividades ditas negativas (*separando o joio do trigo*), bem como questionados os dados internacionais, são assumidas representações específicas da geopolítica climática, em que o Brasil deve sustentar sua posição e suas especificidades, além de defender atividades importantes no território nacional contra percepções internacionais. Tais percepções, para os cientistas da Embrapa, constroem tanto uma visão negativa da pecuária associando-a a dimensões da ilegalidade e degradação ambiental, quanto dados injustos sobre seus impactos nas mudanças climáticas que embasam tal visão.

Já para os cientistas do CSR, as narrativas principais suscitadas nas negociações e discussões internacionais sobre os impactos da pecuária nas mudanças climáticas, especialmente no contexto brasileiro, devido aos vínculos com o desmatamento, são reforçadas e, de certa forma, defendidas enquanto uma questão a ser resolvida no contexto nacional. Mesmo que alguns cientistas argumentem sobre a insustentabilidade do gado, de maneira geral, isso é percebido de maneira utópica, ou “apenas em relação à natureza” (Sandro). Na prática, as ideias desses cientistas seriam diminuir o consumo, associar a produção a critérios ambientais

mais rígidos, e desvincular o aumento da produção à expansão de áreas desmatadas e degradadas. Ou seja, os cientistas do CSR acionam representações da geopolítica climática, nas quais os pensamentos e os conhecimentos estão mais alinhados à literatura hegemônica, produzida no Norte Global, que serve de base aos acordos e negociações internacionais e considera os impactos da pecuária mais prejudiciais do que outros setores, devido às interconexões com o desmatamento. Sem mencionar as dinâmicas de poder entre países que lideram as negociações e os acordos do Norte Global, e o Brasil, por exemplo. Nesse caso, os cientistas do CSR representam as relações entre a pecuária e as mudanças climáticas de forma alinhada às ideias e à governança global desse problema ambiental, sem questionar os dados internacionais ou ir contra a imagem negativa da criação de animais.

#### **4.2.1 Defesa da pecuária contra injustiças: especificidades brasileiras contra a “visão do hemisfério Norte”**

Ao discorrerem sobre as interconexões entre a pecuária e as mudanças climáticas, os três cientistas da Embrapa entrevistados construíram suas narrativas a partir de três dimensões principais: a importância alimentar, econômica e social da pecuária. Mais especificamente, eles narraram como essa atividade torna-se essencial para a saúde de populações de baixa renda, como pode servir enquanto estoque de alimento devido à sua resiliência se comparada a culturas de grãos, por exemplo, e como preocupações com a degradação dos solos são, também, preocupações com a segurança alimentar. Nas palavras dos cientistas, “é importante alimentos de origem animal pra saúde da população de mais baixa renda no mundo [...] e tem um impacto positivo nas populações que têm mais insegurança alimentar” (Rodrigo); “se você tiver um problema climático durante a má cultura de grãos, você pode perder ela inteira [...] enquanto que a forragem, os animais não, você tem um estoque de alimento ali” (Bruno); “você não pode deixar degradar solos no mundo porque uma hora você pode precisar deles pra alimentar a população” (Bruno). Além da segurança alimentar, eles apresentaram a importância econômica no contexto nacional, em especial, em municípios que dependem economicamente dessa atividade. Para Bruno, “se você for falar do caso do Brasil, você tem uma grande porcentagem de municípios brasileiros que dependem muito da pecuária”. Mais ainda, a dimensão alimentar perpassou os discursos na medida em que apontaram como “o ser humano ele tem uma tendência muito grande de preferir proteínas de origem animal” (Bruno).

Esses benefícios não foram acionados em vão nas narrativas. Para os cientistas da Embrapa, a visão negativa comumente relatada acerca da pecuária, inclusive (ou em especial)

no contexto brasileiro, estaria fundamentada em perspectivas que refletem interesses, preocupações e agendas internacionais, sem considerar a importância da atividade. Assim, tal visão acabaria por deixar de lado aspectos importantes da pecuária, tanto de maneira geral quanto no contexto nacional, como no caso de suas implicações positivas para a segurança alimentar de populações em situações de vulnerabilidade, sua relevância na economia de municípios brasileiros e, mais ainda, no PIB nacional, e seu consumo enquanto proteína de origem animal. Isso implica dizer que os cientistas representam geopoliticamente a visão negativa da pecuária enquanto consequência de interesses outros sobre o Brasil, sem referência ou consideração com as especificidades nacionais. Portanto, eles descrevem essa perspectiva como situada, na medida em que é composta por preocupações e interesses de países considerados influentes e hegemônicos na geopolítica das mudanças climáticas. E, de acordo com os referidos atores, como esses interesses operam? Tanto pela afirmação acerca da nocividade do metano emitido pela pecuária bovina, a qual é reorganizada por Antônio, na medida em que a “emissão do planeta” está muito mais relacionada ao carvão utilizado em países desenvolvidos do que à agropecuária, o que, para Bruno, reflete realidades diferentes entre países “ricos” e “industrializados”, se comparados ao Brasil; quanto pelo questionamento feito por Rodrigo em torno dos dados elaborados “com a visão do hemisfério norte”, os quais acabam por “inflar” os impactos da pecuária nas mudanças climáticas, uma vez que fundamentam-se em distorções geradas pela métrica do carbono equivalente e pela desconsideração das remoções de carbono no setor da pecuária.

Hoje, no Brasil, no inventário de gases de efeito estufa, em torno de 35-36% das emissões vêm da agropecuária. [...] No resto do mundo as emissões são industriais, vêm de transporte, vem de energia, vem da indústria. Então a gente fala muito do metano no Brasil, e do boi, mas o carvão que é utilizado muito nos países desenvolvidos, é muito mais danoso, muito mais nocivo que o metano. Então a gente tem que colocar isso em duas perspectivas. Uma, a perspectiva brasileira onde o metano do boi tem um peso importante. E outra perspectiva mundial, o peso da pecuária nas emissões mundiais não chega, da agropecuária nas emissões mundiais não chega a 18%. Então uma coisa é emissão do planeta, que acontece no planeta, outra coisa é emissão que acontece no Brasil (Antônio).

E aí, num dos relatórios da FAO, eles falavam "olha, a pecuária emite mais que o transporte", só que são dois pesos e duas medidas, porque um você está fazendo a análise de ciclo de vida, e outro você tá fazendo só a queima. E esse valor é com CO<sub>2</sub> equivalente, e tem essa distorção de até 60%, só emissão, só considera emissão, nada de sequestro, e com carbono equivalente. Então, assim, se você começa a colocar isso, você vai ver que tem coisas muito mais interessantes (Rodrigo).

Então, se a queima de carvão para geração de energia em países desenvolvidos é muito mais nociva do que o metano, e se os cálculos realizados por instituições internacionais, como a FAO, apresentam distorções na comparação entre as emissões oriundas da pecuária e do transporte, os cientistas da Embrapa se questionam sobre o peso negativo conferido à atividade

da pecuária como consequência de dados e cálculos produzidos internacionalmente para a realidade brasileira. Assim, esses atores questionam a utilização de dados no contexto do Norte Global, que refletem interesses que não são os do Brasil – o que impõe limites para a contabilização desses gases e comparabilidade com a situação de outras atividades emissoras tanto no referido país quanto em outros –, e propõem a produção do conhecimento de maneira mais situada na realidade brasileira. Aqui, pontuamos uma certa ambivalência nas narrativas dos cientistas, voltadas para as representações geopolíticas climática: entre críticas e propostas de ciências situadas. Mais especificamente, ao mesmo tempo em que criticam a ciência produzida em outros países por estar alinhada a seus respectivos interesses, refletindo em distorções (ou “erros”) quando forem mobilizadas em descrições da realidade brasileira, eles propõem pensá-la a partir das especificidades nacionais. Na série “Mitos e verdades sobre a carne”, edição sobre “Gases de efeito estufa”, uma publicação da Embrapa Gado de Corte direcionada para o público infantil, a empresa reforça a ideia de que a comparação entre as emissões da pecuária e do setor de transportes é “uma conta muito difícil de ser feita, porque envolve muitos fatores” (SILVEIRA, 2016, p. 1). Dentre os principais pontos levantados, pode-se perceber a falta de consideração tanto com os benefícios da pecuária, como com o fato de o boi virar alimento ao final de sua vida, enquanto os carros vão para o ferro-velho (ou seja, não têm mais utilidade), quanto dos mecanismos de sequestro de gases por capim e árvores na área de pastejo. Assim, a publicação em formato de gibi, que conta a história de uma família na qual o filho questiona aos pais a ideia veiculada na televisão, de que a “criação de gado é a principal culpada pelo aquecimento global” e emitiria mais que outros setores, a própria Embrapa coloca em jogo as distorções geradas pela não consideração de aspectos relevantes da pecuária. Isso seria ainda mais central no cenário brasileiro, devido à forma extensiva de pecuária e à alta disponibilidade de terras anteriormente degradadas para serem recuperadas e integradas a outros agrossistemas e, portanto, contribuir no sequestro e na compensação do carbono emitido pela atividade. Esse ponto também é descrito por Antônio, ao apresentar que as pastagens degradadas no Brasil são uma vantagem, na medida em que proporcionam grandes possibilidades para a adoção de técnicas de manejo e, conseqüentemente, remoção de carbono nesses solos e vegetações incorporadas.

Nesse sentido, ressaltar os benefícios da pecuária, questionar de onde estão sendo produzidos os dados sobre emissões da pecuária e apontar especificidades da remoção de carbono no Brasil são mecanismos pelos quais os cientistas (e a própria Embrapa) defendem a atividade no cenário nacional e criam representações sobre como os dados que embasam e direcionam a visão negativa da pecuária são situados em países do Norte Global, incorporando

seus interesses e deixando de lado as nuances e peculiaridades brasileiras. Assim como Duarte (2019) argumenta sobre a tentativa de construção de um contra-painel de mudanças climáticas para “reagir” às iniciativas de instituições internacionais de governança, os cientistas consideram que a visão negativa da pecuária reflete os interesses e as preocupações de outros países, a partir de dados construídos internacionalmente, que não incorporam as experiências e realidades localizadas da pecuária brasileira. Levar a cabo essa visão seria, portanto, direcionar as responsabilidades e os compromissos do país para a redução das emissões da pecuária, o que impactaria diretamente em sua organização econômica e social. Assim, ao descrever e analisar as narrativas de desconfiança dos cientistas da Embrapa com relação à ciência produzida internacionalmente sobre o Brasil, nos aproximamos da ideia de Duarte (2019, p. 85-86) sobre o contra-painel, em uma tentativa de atender “aos interesses nacionais, particularmente quando os erros sobre o contexto brasileiro tivessem implicações negativas para o país nas negociações climáticas internacionais”.

Ao invés de criar instituições ou painéis de importância geopolítica, nosso argumento é que os cientistas em questão acionam os discursos sobre os benefícios da pecuária brasileira tanto para o país quanto para o planeta, no que se refere à segurança, ao consumo alimentar e à economia. Em tais discursos, esses atores interpretam a geopolítica no sentido de que a visão negativa da pecuária e sua proporção nas discussões internacionais – as quais culminam em pressões ambientais e embargos econômicos aos produtos de origem brasileira – refletem os interesses de outros países, considerando que os cálculos e dados sobre as emissões dessa atividade são produzidos fora do território nacional. Essa representação assume, assim como outros trabalhos (DUARTE, 2019; LAHSEN, 2004, 2009; VIOLA; FRANCHINI, 2013), uma posição de antagonismo entre países do Sul, como o Brasil, e do Norte Global, em que são defendidos interesses distintos. Ao fim e ao cabo, visões diferentes acerca da pecuária no contexto das mudanças climáticas são propostas. Em especial, além de relacionarem a imagem negativa da pecuária a contextos de países do Norte Global, com interesses dominantes nas negociações climáticas, e apontarem os benefícios como mecanismo de ir contra tal visão, os cientistas da Embrapa ressaltaram a necessidade de diferenciar (dissociar) a atividade dos verdadeiros “bandidos”, que seriam os responsáveis pelos malefícios e impactos negativos citados na imagem da pecuária. Nas palavras de Antônio, a pecuária seria como um “boi de piranha”, ou seja, um bode expiatório para não responsabilizar ou combater as verdadeiras atividades que trazem prejuízos, especialmente ambientais – o chamado “grupo nefasto”. Assim, ao contrário da imagem negativa vinculada, a pecuária não seria ruim por si só, e sim por uma falta de posicionamento com relação aos “bandidos”. Mas quem seriam eles? Para os

cientistas da Embrapa, seriam o desmatamento e as atividades madeireiras ilegais, as atividades de grilagem, e a especulação. Na narrativa de Rodrigo, os produtores rurais são sensíveis aos diversos ataques que vêm recebendo, e acabam por cair em uma armadilha de “defender grileiro, de defender especulador, de defender madeireiro ilegal, eles se sentem como se eles estivessem sendo atingido”. Ou seja, mesmo que o ataque esteja direcionado, em especial, “ao pessoal do desmatamento e da especulação imobiliária”, os produtores se sentem atingidos quando a pecuária em si é criticada.

Eu acho que existe sim [imagem negativa da pecuária]. Agora a responsabilidade é toda nossa, eu não posso tirar, isso é responsabilidade principalmente do agronegócio que não combate os bandidos que estão desmatando a Amazônia. São aqueles caras que fazem isso ilegalmente, desmatam pra contrabandear madeira, depois para aumentar o valor da terra e finalmente colocam o boi ali pra dizer "Eu produzo". Então é uma sequência de ações. E [...] como isso não é combatido, principalmente pelos interessados, obviamente que o mundo [questiona] para mostrar que alguém tá fazendo alguma coisa errada, e principalmente alguém que tem uma posição muito importante no cenário internacional da produção de alimentos (Antônio, comentários da autora).

A dimensão do desmatamento e, conseqüentemente, da pecuária, torna-se um ponto-chave na geopolítica climática. Isso porque o desmatamento configura-se como uma arena de disputas da ciência e da política. A tentativa de dissociação da pecuária enquanto força motriz do desmatamento, tanto pelos cientistas quanto por outros atores associados a esse setor, (MICHELINI, 2016) insere-se em uma perspectiva geopolítica mais ampla, em que as acusações sobre o desmatamento estão atreladas aos interesses de países ditos mais desenvolvidos, como forma de atenuar suas próprias responsabilidades. Tal representação ressoa até mesmo nos discursos de tomadores de decisão brasileiros, que desconfiam de cientistas na medida em que suas pesquisas incorporam interesses do Norte Global e serviam a agendas internacionais (LAHSEN, 2004, 2009). Porém, quais os impactos das discussões sobre o desmatamento e suas interconexões com a pecuária brasileira? Com a aceitação da imagem negativa no cenário nacional, a pecuária assumiria um papel ainda mais importante nas discussões e negociações políticas, no sentido de construir alternativas que podem colocar sua posição econômica e social em risco. Assim, argumentamos que defender a pecuária, reconhecendo sua importância e seus benefícios, significa, nas narrativas dos atores entrevistados, tirar o peso conferido à pecuária e focar nos verdadeiros “bandidos” que causam impactos ambientais, nas emissões globais e nos países responsáveis por elas. Significa, também, ressaltar as especificidades da produção no contexto brasileiro, com base nos potenciais de compensação por remoções de carbono. Como consequência, podemos citar o selo Carne Carbono Neutro, produzido pela Embrapa e concedido a cadeias de produções de

carne bovina, que adotam a integração das pastagens com lavouras e florestas, sendo possível classificá-las como sistemas de emissões compensadas (ALVES *et al.*, 2015).

De acordo com Rajão e Duarte (2019), cientistas influentes e negociadores climáticos de diferentes países assumem uma certa divisão geopolítica entre países do Norte e do Sul Global, como uma forma de resistência e busca por justiça climática, principalmente a partir do princípio das responsabilidades comuns, mas, diferenciadas. Isso quer dizer que as representações geopolíticas têm efeitos de realidade, ou seja, que as distintas representações sobre interesses, agendas e preocupações na arena das mudanças climáticas acabam por produzir direcionamentos para os esforços nacionais. Por fim, enquanto as narrativas dos cientistas da Embrapa mobilizam representações da geopolítica climática a partir de uma divisão entre países do Norte e Sul Global, em que os dados e metodologias de mensuração incorporam os interesses dos países ditos “desenvolvidos”, criando uma imagem negativa da pecuária e suas relações com o desmatamento sem considerar seus benefícios e importância no cenário brasileiro, os cientistas do CSR assumem outras representações geopolíticas, como serão apresentadas na próxima subseção.

#### **4.2.2 Desmatamento e sustentabilidade na questão das responsabilidades climáticas**

Em suas narrativas, os atores do CSR, vinculados a pesquisas de simulação e modelagem ambiental computacional, ressaltam tanto o ciclo vicioso da pecuária e do desmatamento, quanto determinados limites da sustentabilidade na criação de bovinos, apontando para outras possibilidades de consumo e produção, indo além de aumentar a produtividade para suprir as crescentes demandas. Assim, ao invés de focar nos benefícios da atividade, ou na validade dos dados e cálculos de mensuração das emissões no contexto do Brasil, os cientistas do CSR (Roberto, Sandro e Arthur) reconhecem a importância da criação de gado na expansão de áreas desmatadas, concordando com a “agenda negativa” da atividade em consequência de sua associação com o desmatamento e propondo uma produção mais coerente com regras e critérios ambientais, indo ao encontro das preocupações de países estrangeiros. Se a pecuária brasileira esteve, historicamente, vinculada à abertura de novas áreas para criação de pastagem, ampliando cada vez mais a fronteira agrícola (DIAS-FILHO, 2011; MICHELINI, 2016; SILVA; BOAVENTURA; FIORAVANTI, 2012), os discursos dos atores apontam para os vínculos que permanecem, aliando-se a preocupações internacionais com o desmatamento. Nesse sentido, ao discorrerem sobre as conexões entre a pecuária e as mudanças

climáticas, os cientistas do CSR apontam de maneira não-problemática, os vínculos com o desmatamento enquanto uma questão central nos impactos ambientais da atividade.

Ao invés de questionarem os dados de mensuração das emissões da pecuária (que não considerariam as remoções, uma das especificidades principais do contexto brasileiro), ou as métricas de comparação entre impactos de diferentes setores da economia (como no caso da criação de animais *versus* a queima de combustíveis fósseis), eles ressaltam, em suas narrativas, o “ciclo vicioso entre expansão da pecuária e desmatamento” e os dados sobre as conexões da produção de carne com o desmatamento, constituindo um “problema grave” no Brasil (Roberto). Mais especificamente, apontam as preocupações com as relações de comércio internacional, especialmente no que se refere à exportação de carne bovina, ao descreverem as emissões nela embutidas como consequência da associação da produção a áreas desmatadas. Como resalta Arthur, a imagem negativa da pecuária no cenário internacional aparece “quando a empresa compra produtos que venham de áreas de desmatamento, ou área que não está coerente com as regras ambientais”. Para Rodrigo, de acordo com uma publicação feita por pesquisadores do CSR, uma parte considerável das exportações de carne para o mercado europeu provém de áreas desmatadas, o que prejudicaria indiretamente os compromissos climáticos desses países importadores, tendo em vista que poderiam ser responsabilizados pela promoção, mesmo que indireta, do desmatamento, ao consumirem produtos contaminados (RAJÃO *et al.*, 2020). Essas narrativas estão ilustradas nas citações a seguir.

E além das emissões entéricas, a pecuária, ela é também, está associada né, uma companheira do desmatamento. Então existe aí um ciclo vicioso entre expansão da pecuária e desmatamento, aumentando ainda mais seus impactos ambientais (Sandro).

Na Europa existe essa imagem negativa da pecuária não só da bovinocultura mas de uma maneira geral, quando por exemplo, quando a empresa compra produtos que venham de áreas de desmatamento, ou área que não está coerente com as regras ambientais né. Existem preocupações também com o uso de soja que não seja soja geneticamente modificada, então existe uma série de restrições que a Europa impõe pra tentar que o pessoal possa receber alimentos, de uma produção mais sustentável, e uma produção também coerente com o meio ambiente e com conservação não só ambiental, mas da biodiversidade. Então assim, existe essa preocupação de como é que está sendo feita a pecuária no Brasil de uma maneira geral (Arthur).

Nós mesmos publicamos um artigo na *Science* que mostra ali que pelo menos dezessete por cento das exportações de gado para a Europa provém de áreas desmatadas né, mas que se você olhar os estados de onde nós calculamos, que é Pará e Mato Grosso, na média, cerca de mais de cinquenta por cento da produção tá vinculado ao desmatamento. É muita coisa né. E assim, a quantidade de emissões embutidas na carne através do desmatamento chega até a ser superior à quantidade de emissões da fermentação entérica de metano. Então você tem ali um problema bastante grave (Roberto).

A partir das considerações acerca do desmatamento vinculado ao contexto das exportações brasileiras de carne bovina, argumentamos que os cientistas incorporam interesses

e preocupações de outros países em suas perspectivas sobre a pecuária nacional. Em outras palavras, esses atores não representam a geopolítica climática a partir de uma clivagem entre países do Norte e do Sul Global, mas sim de uma forma integrativa com relação aos interesses disputados nas negociações internacionais sobre o clima. Isso fica claro na afirmação de Arthur sobre a parcela de contribuição da pecuária nas emissões globais, sem questionamentos ou críticas, porque “se a gente pegar os dados que existem, a pecuária ela é responsável por cerca aí de 18% de gás de emissão de efeito estufa”. Nesse sentido, os cientistas compreendem a imagem negativa da pecuária, principalmente em suas associações com a expansão de áreas desmatadas, de forma não-problemática, interpretando as preocupações e os interesses dos países nas negociações climática de maneira colaborativa. Como consequência, pelas suas narrativas, é possível (e coerente) concordar com essa imagem construída no cenário internacional e integrá-la aos esforços nacionais, no intuito de sustentar a posição do país tanto nas negociações (por direcionar sua atenção para a pecuária e o desmatamento como práticas de destaque nas emissões globais) quanto nos mercados (ao reconhecer os vínculos com o desmatamento e pensar em se adequar a critérios ambientais). Ou seja, ambos os grupos de cientistas buscam contribuir com os esforços climáticos do Brasil em meio às pressões das negociações e acordos internacionais. Contudo, enquanto os pesquisadores da Embrapa defendem a posição brasileira, no sentido de compreender os espaços internacionais de negociação como disputas de poder e de interesses (JAMIESON, 2001; RAJÃO; DUARTE, 2018; VIOLA, 2002), os cientistas do CSR apresentam as vantagens e a coerência de pensar a pecuária a partir de preocupações mais internacionalizadas, devido à importância, em especial, para mercados consumidores. Como exemplo, Bruno cita a sua participação e de outros colegas cientistas na construção da plataforma SeloVerde, em conjunto com o governo do Pará, que seria “uma resposta concreta à crescente preocupação de investidores e compradores de commodities que poderiam estar associadas ao desmatamento” (BRABO, 2021, p. 1).

Cabe ressaltar, porém, que incorporar interesses considerados estrangeiros nas preocupações e nos esforços nacionais não quer dizer, necessariamente, que esses atores não tenham críticas e questionamentos sobre as disputas geopolíticas no contexto da governança global das mudanças climáticas, mas sim que os interesses nesse contexto podem ser pensados de maneira complementar e colaborativa. Nesse sentido, mesmo considerando a contribuição histórica dos países do Norte Global nas emissões globais, eles compartilham, em alguma medida, da perspectiva de tais países ao ressaltar as responsabilidades e os potenciais compromissos do Brasil (DUARTE, 2019), que estariam vinculados, principalmente, à pecuária e ao desmatamento. Ao contrário dessa posição, um dos cientistas do CSR (Bernardo)

aproximou-se dos discursos do outro grupo da Embrapa no que tange às críticas da imagem negativa conferida à pecuária, percebidas enquanto uma tentativa de “demonizar” tal atividade. Assim, como é ilustrado na citação a seguir, esse cientista entende que “tudo causa dano” e que a pecuária acaba sofrendo ao ser apontada, por si só, como a “vilã” do aquecimento global, tendo em vista que só é retratado o seu “lado ruim”. Mais ainda, de acordo com outras falas de Bernardo, devem ser considerados os impactos positivos da pecuária, como a redução do cenário global da fome e as maiores possibilidades de consumo frequente de alimentos decorrentes dessa atividade, voltando na questão da segurança alimentar e da preferência social de consumo, citada pelos pesquisadores da Embrapa.

Eu vou dizer o seguinte, durante esse tempo que eu pude trabalhar com pecuária, eu via que às vezes, eu acho que o foco se dava, ao meu entender, é um foco muitas vezes equivocado, quando você tenta demonizar só uma atividade. Com certeza [existe uma imagem negativa]. Existe uma campanha também que você vê, mesmo de poder colocar toda essa questão animal como vilão e tudo. Agora, não vou dizer que não tem os impactos, porque realmente tem os impactos, agora eu acho que a nossa história aqui na Terra é isso aí, a gente como ser humano, a gente tem que impactar de alguma forma, tem como você pensar em impactar menos (Bernardo).

*Se as preocupações se voltarem para os vínculos da pecuária com o desmatamento, e para a necessidade de relacionar a produção a critérios ambientais, em acordo com a imagem construída internacionalmente, os esforços brasileiros também devem estar alinhados a essa perspectiva, propondo estratégias capazes de se distanciar da criação extensiva de gado, a qual envolve uma grande quantidade de terras para pastagens. Já se forem reconhecidos os benefícios dessa atividade e consideradas as especificidades nos cálculos sobre a contribuição de suas emissões no contexto global, a imagem negativa deve ser questionada e as estratégias devem ser pensadas a partir da realidade nacional, contrabalanceando responsabilidades e importâncias e propondo soluções específicas, que levem em consideração os mecanismos de compensação das emissões por solos bem manejados<sup>39</sup>. Com exceção de Bernardo, que se aproximou das posições dos pesquisadores da Embrapa sobre a defesa da pecuária e a dissociação dos “bandidos” ou “vilões”, as narrativas dos cientistas do CSR partiram da interpretação dos interesses de países na arena de negociações climáticas como complementares (e não antagônicas), no sentido de tentarem integrar tanto a pesquisa quanto as soluções de mitigação da pecuária brasileira às preocupações internacionais, com a preservação de áreas nativas de florestas e os critérios ambientais de regulação da produção.*

---

<sup>39</sup> Tais estratégias, entre a intensificação e a compensação, são exploradas na subseção 4.3, na medida em que definem as direções das potenciais políticas públicas a serem adotadas para mitigar as emissões da pecuária.

Mais ainda, as relações da pecuária com o manejo e o uso das terras, dentre as quais foram ressaltadas práticas como desmatamento e degradação ambiental, também integram as narrativas dos cientistas do CSR sobre possíveis limites da sustentabilidade da criação de bovinos. Essas narrativas, junto às relações com a terra, mobilizam as dimensões da ineficácia de conversão proteica realizada pelos bovinos e do tamanho do rebanho a nível nacional para apontar o “problema climático” da pecuária (Roberto). Isso porque as emissões pela pecuária brasileira são, para Roberto, grandes, constantes e crescentes, na medida em que os processos físicos próprios dos animais, no caso da digestão de ruminantes, geram emissões que não podem ser “fiscalizadas”, como seria o caso do desmatamento, e não podem ser resolvidas, uma vez que não há como desmobilizar todo esse rebanho, que cresce ao longo dos anos. De forma similar, Sandro apresenta limites ou até impossibilidades de pensar a produção sustentável do rebanho, dado que os impactos ambientais são relevantes e, talvez, complexos para serem superados. Por isso, o pesquisador aponta outras saídas para além da associação da produção a critérios ambientais mais rígidos, na direção de uma diminuição do consumo, tendo em vista que “se todo mundo comer bastante carne de boi, isso vai gerar um colapso ambiental. Então cada vez mais o homem tem que sair de uma dieta baseada na carne bovina”. Essas narrativas estão mais alinhadas a esforços de repensar a produção animal no Brasil, se aproximando dos modelos, por exemplo, estadunidenses, que, a partir de métodos de intensificação, com “menos da metade do rebanho brasileiro, produz duas vezes e meia mais carne”.

Cada grupo de cientistas se referiu à pecuária e suas conexões com as mudanças climáticas de formas distintas, focando nos benefícios e singularidades dos potenciais de remoção de carbono no contexto brasileiro ou nas consequências negativas decorrentes dos vínculos com o desmatamento e dos limites da sustentabilidade. Tais focos diferenciados fundamentam-se na concordância ou no questionamento da visão negativa sobre a pecuária, construída nas arenas internacionais, e suscitam distintas representações geopolíticas, ou melhor, distintas interpretações sobre os interesses em disputa nessas arenas climáticas.

Nesse sentido, torna-se relevante reforçar que as representações geopolíticas mobilizadas por cada um dos grupos em foco não devem ser pensadas apenas na dimensão dos discursos ou das interpretações sobre a realidade, justamente por seus efeitos de realidade. Ou seja, as implicações ontológicas de tais representações geopolíticas devem ser consideradas, na medida em que impactam diretamente na forma como os cientistas pensam soluções, saídas e futuros para a pecuária brasileira. Não é apenas sobre narrativas, é sobre como elas refletem nas propostas dos cientistas com relação às direções mais adequadas para os esforços e compromissos climáticos da pecuária no interior das arenas de negociação internacionais. Dito

isso, a próxima seção tem como foco as concepções epistemológicas coproduzidas, tendo em vista que, além de interpretarem de maneiras distintas as relações entre países nas negociações do clima e os interesses disputados para garantir as posições dos países, os cientistas coproduzem concepções epistemológicas diferenciadas, entre sentidos de nacionalismo, ao priorizarem a ciência para resolução de problemas nacionais, e cosmopolitismo, por integrarem suas pesquisas à produção internacional de conhecimento climático. Ademais, essas concepções acabam por construir o que vamos descrever como os vieses mais adequados para a ciência, se alinhados aos interesses nacionais ou às narrativas globais.

#### 4.3 NACIONALISMO E COSMOPOLITISMO EPISTEMOLÓGICOS?

De maneira geral, cada grupo de cientistas incorpora, em suas narrativas, distintas representações da geopolítica climática: uma baseada no antagonismo de interesses e na situacionalidade de conhecimento entre o Norte e o Sul Global, criticando as faltas de especificidades e distorções ao comparar dados produzidos fora do Brasil; e outra voltada para a integração do país às discussões e preocupações internacionais, ao considerarem, sem maiores questionamentos, tanto os dados sobre as emissões da pecuária e os vínculos com o desmatamento no cenário global quanto as responsabilidades específicas a serem assumidas no contexto brasileiro, concordando com a imagem negativa construída sobre a atividade a partir disso. Ambas as representações da geopolítica, seja dos interesses antagônicos e especificidades do Brasil, seja dos interesses complementares e responsabilidades do país nas emissões globais, como argumentamos na seção anterior, têm implicações ontológicas, na medida em que direcionam as ações e recomendações dos cientistas. Em poucas palavras, se eles partem de uma interpretação de interesses antagônicos nas arenas de disputa internacionais, torna-se relevante considerar a realidade brasileira e seus potenciais específicos de mitigação, contra a imagem negativa veiculada “*de fora*”. Mas, se os interesses forem percebidos como complementares e a pecuária a partir dessa visão negativa, as responsabilidades do país devem se direcionar para esse setor, pensando em critérios ambientais de regulação no mercado e redução do desmatamento, mesmo que a sustentabilidade da criação de bovinos ainda seja questionada. Assim, as disputas pelas interpretações geopolíticas transbordam para quais metodologias científicas, dados e teorias devem ser ou são mais adequadas para investigar as questões climáticas. Isso porque, se a geopolítica é representada no sentido de antagonismo de interesses e clivagem entre os países, as metodologias mais localizadas de investigação são preferidas pelos cientistas – ao invés de grandes projetos de comparação das emissões. Por

outro lado, se as representações geopolíticas estão mais voltadas para uma necessidade de alinhamento de interesses, de aceitação das perspectivas internacionais e propostas a partir disso, os métodos comparativos são adequados para representar a realidade brasileira no contexto climático global.

Com base disso, argumentamos que os cientistas disputam e propõem metodologias científicas distintas, voltadas mais especificamente para o que chamamos de nacionalismo ou cosmopolitismo epistemológico, na medida em que priorizam dados e pesquisas mais localizadas ou métodos comparativos em uma escala global. Nas Ciências Sociais, existe um amplo debate entre nacionalismo e cosmopolitismo metodológico, pela forma de enquadramento e interpretações da sociedade e das questões sociais<sup>40</sup>. Em outras palavras, a sociologia moderna formulou concepções sobre a política, o Estado-nação e o sujeito a partir especialmente da Europa, com interpretações hegemônicas que acabam por generalizar e naturalizar outras sociologias, de acordo com os estudos pós-coloniais (PERLATTO, 2012). Por exemplo, a teoria social de Beck (2010, 2018), ao incorporar a concepção de riscos como fabricados pela modernização e perigos a serem enfrentados pela mesma sociedade que os produziu, aponta para a necessidade de repensar metodologicamente as categorias explicativas da sociedade, na direção de uma sociologia cosmopolita, de um cosmopolitismo metodológico que seja capaz de abarcar concepções de um futuro compartilhado globalmente, ou seja, uma certa dimensão temporal da sociedade não mais restrita às perspectivas nacionais. Além disso, no contexto de institucionalização da própria sociologia enquanto campo de estudo e pesquisa, os autores expoentes, majoritariamente europeus, interpretaram as sociedades a partir da perspectiva hegemônica e de suas próprias experiências da modernização, relegando lugares periféricos a outros países e reforçando as dinâmicas de colonização (CHERNILO, 2010; MIGNOLO, 2020; entre outros). Tudo isso impulsionou os estudos decoloniais e pós-coloniais, em uma tentativa de transcender às categorias e às interpretações da sociedade formuladas no mundo europeu, recorrendo ao nacionalismo metodológico, ou seja, a formas de pensar sociologicamente a partir de outros lugares além daqueles historicamente hegemônicos (PERLATTO, 2012). Nos inspirando no debate entre posições nacionalistas e cosmopolitas, quando argumentamos sobre perspectivas epistemológicas associadas às narrativas dos cientistas, buscamos enfatizar como eles propõem formas distintas de analisar cientificamente os dados e as pesquisas na área ambiental, considerando dinâmicas geopolíticas do

---

<sup>40</sup> Para os propósitos da presente argumentação, nos debruçamos sobre o embate entre nacionalismo e cosmopolitismo epistemológico na sociologia, mas essas discussões estão presentes em diversos outros campos de estudo, como a política, a história e a economia.

conhecimento e aproximando-se de posições de nacionalismo e cosmopolitismo (ciência preocupada *versus* eivada de interesses).

Assim, mais do que negociações sobre as ferramentas, ou artefatos da ciência e da tecnologia, os cientistas disputam as próprias epistemologias da atividade científica. Isso quer dizer que eles apresentam propostas divergentes para o que significa fazer ciência, a partir de quais enquadramentos essa atividade deve seguir, ou por quais critérios suas produções devem ser guiadas. Em paralelo a Duarte (2019), em seu estudo sobre duas tentativas nacionais de coproduzir as ciências e as políticas climáticas através de projetos distintos para o PBMC, associados a propostas de uma contra-expertise ou a expertises mais integrativas, os dois grupos de cientistas entrevistados assumem concepções epistemológicas distintas, especialmente com relação aos direcionamentos, implicações e espaços assumidos pelos interesses nas pesquisas. Assim, tais concepções se relacionam, de um lado, a um nacionalismo, e de outro, a um cosmopolitismo epistemológico. Mobilizamos esses termos, justamente, para compreender como os cientistas da Embrapa narram propostas de uma ciência mais comprometida com os interesses nacionais, mais situada, como forma mais adequada de “fazer” ciência, enquanto os cientistas do CSR, de outro lado, propõem tentativas de diminuir o enviesamento intrínseco da atividade científica ao se fundamentarem nos resultados. O ponto principal desta seção, portanto, é apresentar as ambivalências nas maneiras pelas quais os cientistas se referem aos interesses e suas conexões com as práticas científicas. Mesmo que reconheçam a impossibilidade de “isenção” na ciência, devido ao que denominamos de contaminação do conhecimento por interesses, eles propõem soluções epistemológicas diferentes: ou partir dos interesses de seu respectivo país, o que é considerado mais adequado do que se alinhar a “narrativas dominantes”; ou tentar diminuir os vieses ao buscar uma maior fundamentação nos resultados, e não em “modismos”.

Apesar disso, também descrevemos como não estão sendo colocadas em jogo as “regras do jogo científico”, ou seja, os termos da própria definição da ciência. Isso quer dizer que os cientistas, em suas narrativas, compartilham uma visão dita situacional da produção científica, reconhecendo os interesses envolvidos, mas sem questionar o status dos resultados construídos por ambos os grupos. Ademais, eles apresentam a ciência enquanto um espaço de críticas e testes de hipóteses, os quais irão culminar em debates e controvérsias, características dessa atividade e fundamentais para a evolução do campo. Embora as concepções epistemológicas sejam diferentes, a ideia que perpassa as narrativas dos pesquisadores em foco é de que ambos os grupos se entendem cientificamente, no sentido de compatibilidade, ou seja, não existem acusações de mentiras ou falta de embasamento. Para eles, tais concepções coexistiriam de

maneira saudável, levando em consideração que a própria atividade científica é controversa e aberta aos debates e críticas, as quais levariam a evoluções no seu desenvolvimento. Então, se os cientistas concordam tanto com as incertezas e divergências com relação ao conhecimento produzido, quanto com as impossibilidades de isenção e neutralidade científica, o que está sendo disputado é: até que ponto os interesses devem integrar epistemologicamente as maneiras de “fazer” ciência.

#### **4.3.1 Ciência aberta a debates e incertezas, mas eivada de interesses**

De forma ambivalente, as narrativas dos cientistas apontam para o desenvolvimento científico, fundamentado tanto em regras internas à própria ciência, como na necessidade e importância do conflito de ideias e na evolução das técnicas como forma de evoluir cientificamente, quanto em elementos externos, que seriam os interesses, a característica de situacionalidade da ciência. Ambas as narrativas, de conflito e evolução, em um lado, e de interesses entremeados, em outro, parecem compor uma perspectiva compartilhada entre os atores sobre a própria ciência. Ao discorrer sobre cientistas que apresentam resultados divergentes daqueles postos em suas pesquisas, Antônio, da Embrapa, afirma que “do ponto de vista científico acho que a gente se entende, o confronto de ideias ele é muito bem-vindo, a gente busca assimilar o que é bom, o que é pra avançar, combater o que é ruim, nefasto, mentiroso, predatório”. Assim, o referido pesquisador concorda com um certo entendimento em relação aos outros cientistas envolvidos na controvérsia, na medida em que apresenta ideias conflitantes como parte do desenvolvimento científico. Ao contrário disso, ele afirma que se deve ter cuidado com o que é ruim ou mentiroso, e não com divergências dentro da categoria da ciência. Nesse sentido, Bruno, do CSR, afirma que, além de todos os cientistas estarem trabalhando com certa convergência teórica, a ciência é construída nos debates, e nas confirmações e refutações das hipóteses científicas, como podemos perceber no trecho: “ciência é algo que a gente fala de forma muito difusa. A ciência é construída do debate, é construída a partir da troca de ideias e de testes de hipóteses, se confirmando e se refutando estudos, se confirmando ou refutando hipóteses e por aí vai”. Novamente, as divergências são colocadas como centrais nas dinâmicas científicas, seja para assimilar os avanços no confronto de ideias, seja para confirmar ou refutar os trabalhos realizados. As narrativas de Antônio e Bruno aproximam-se, portanto, de perspectivas filosóficas sobre o desenvolvimento da ciência, em especial, da visão popperiana sobre a necessidade de testes de falsificação de hipóteses para demarcar as fronteiras das teorias científicas (POPPER, 1980). Justamente por isso, elas

apontam para o confronto de ideias, os debates e as refutações características de suas atividades. Por outro lado, ao ressaltar as incertezas presentes em todos os estudos e o estabelecimento de paradigmas na ciência com os objetivos de trabalhar a partir dos mesmos preceitos e categorias, Sandro vai ao encontro das explicações sociológicas para o desenvolvimento científico, como demonstra a citação a seguir.

Sim, todo estudo tem que mostrar as incertezas, todo estudo tem que ter uma análise de incerteza, ninguém tem certeza de nada. Obviamente a ciência ela caminha para o, ela estabelece paradigmas depois no seu tempo [...]. Mas bom, já foram feitos vários estudos demonstrando que a terra não é plana, então isso já é, como diz, um paradigma da própria ciência moderna. Você trabalhar de acordo com os preceitos da ciência, é isso (Sandro).

Os paradigmas descritos pelo referido cientista aproximam-se, por sua vez, da perspectiva kuhniana sobre o desenvolvimento científico, na medida em que o cientista reconhece os paradigmas estabelecidos no sentido de lidar com as incertezas inerentes à ciência. De acordo com Kuhn (2017), a ciência estabelecida (ou normal) ancora-se em paradigmas. Isso significa que a prática científica é compreendida enquanto uma resolução de quebra-cabeças, de problemas bem definidos a partir de regras e normas definidas pelo paradigma de determinada comunidade científica. A ideia de Sandro de “trabalhar de acordo com os preceitos da ciência” compartilha a visão de Kuhn (2017) sobre as normas definidas no paradigma, que orienta e ancora a prática das comunidades científicas. Mais do que isso, o pesquisador já indica que, mesmo sob determinados preceitos ou paradigmas, alcançar a “certeza” na ciência não é tão trivial. Assim, para além das visões mais positivistas acerca da ciência, Sandro já adianta que “ninguém tem certeza de nada”, suscitando questionamentos sobre as possibilidades da ciência de descobrir verdades imutáveis. Tais questões também são colocadas por Rodrigo, mesmo que com certa ambivalência. Ao discorrer sobre o foco das pesquisas brasileiras na questão das remoções de carbono pelos solos, ele menciona ser necessário gerar dados sólidos e melhorar as técnicas de mensuração, no intuito de convencer a comunidade científica internacional. Isso porque as remoções de carbono não eram tratadas de forma tão direta internacionalmente, apesar de estarem “pegando” agora, e caberia aos cientistas brasileiros convencer a comunidade nacional e internacional sobre a importância dessa temática a partir de geração de dados e técnicas precisas.

Mas eu acho que o motivo da gente focar bastante no carbono é que a gente tem uma área de pastagem muito grande né, então a capacidade que a gente tem, uma vez que a gente convença a comunidade científica que os dados da gente, que nossos dados são sólidos, que a gente tire aqueles empecilhos né, que é a dificuldade de medir, a variabilidade da medida... Que a gente vai fazer isso gerando dados, porque a gente não tem tantos dados assim, e melhorando as técnicas, gerando os dados né. E aí, eu acho que a gente tem uma boa chance de convencer, e eu falo isso também porque a própria ONU, FAO, por exemplo, elas tão voltando muito [pra] essa parte de carbono

no solo, a importância de carbono no solo como fonte de sequestro de carbono, assim, isso tá pegando (Rodrigo).

Aparentemente, mobilizar estratégias de convencimento soa incompatível com uma perspectiva linear e positivista do desenvolvimento científico, na qual a geração de dados cada vez mais sólidos, a partir de técnicas consideradas “melhores”, acabariam por levar de maneira automática a conclusões coerentes com os resultados obtidos. Contudo, para Rodrigo e outros cientistas entrevistados, a necessidade de convencer perpassa o entendimento de nuances nas dinâmicas do conhecimento, principalmente relacionadas aos contextos em que as pesquisas e atores estão inseridos, aos interesses refletidos na produção científica. Nas palavras de Bernardo, fica claro que as pesquisas não vão colocar as próprias conclusões em xeque, apontando suas falhas. No entanto, torna-se necessário buscar uma certa isenção, ou se distanciar de posicionamentos e resultados considerados enviesados demais.

Eu acho que pra gente que faz a pesquisa, que tá inserido nos contextos, você sabe qual que é o [limite]... Mas se você também estiver tão enviesado, o resultado que você vai obter é enviesado de qualquer jeito. Então você tem que ter também uma certa isenção, eu uso exemplo do resultado... Tudo bem, você já entende que aquilo ali tem os seus limites. Mas quando a pesquisa sai, bota os limites né, quando a pesquisa sai como se fosse bem categórica né, isso é isso. E até nesse ponto eu faço minha crítica pra um dado científico aí, sempre tem... A nossa pesquisa, a gente vê que a gente tá buscando caminho, buscando, como você falou, até dados médios e tal, mas quando você vai dar uma conclusão, você não vai ficar falando também "Ah, porque tem essa falha", mas eu acho que tem hora que as coisas são colocadas, vamos dizer assim, veementemente como se fosse só uma verdade e uma mentira (Bernardo).

Apesar de questionar a contaminação por interesses, o status da ciência nas narrativas não foi colocado em risco, isto é, não abalou as regras do jogo científico. Nas palavras dos próprios cientistas, a ambivalência é sobre a fronteira ou separação clássica entre fatos e valores, ou dados e interesses. Se as duas narrativas descritas, são compartilhadas de certa maneira pelos cientistas, *o que está sendo disputado com relação ao fazer científico?* Seria, então, como lidar com essa ambivalência, que práticas científicas são mais adequadas ou devem ser defendidas. Ou seja, justamente as formas de fazer ciência, a partir do reconhecimento dos interesses na atividade científica ou em cima dos resultados em um sentido clássico de diminuição dos vieses. Dessa maneira, as duas subseções seguintes abordam formas diferenciadas de lidar com a ambivalência de uma ciência com conflito de ideias para evoluir, mas eivada de interesses, ou seja, distintas concepções epistemológicas (*fazer científico*) suscitadas nas narrativas dos cientistas.

Em especial, descrevemos como os cientistas da Embrapa, que interpretam a geopolítica climática a partir de uma divisão binária e a imagem negativa da pecuária como fruto de interesses de outros países, sem considerar as especificidades brasileiras, acabam por defender

uma ciência “proativa e preocupada” com os interesses nacionais, tomando cuidado para não se alinhar a narrativas dominantes, contaminadas de outros interesses que não são aqueles de seu próprio país. Em contraposição, os pesquisadores do CSR assumiram uma posição mais objetiva da ciência, ou seja, propuseram uma concepção voltada ao desenvolvimento científico fundamentado em resultados, buscando avançar na fronteira do conhecimento ao produzir uma ciência séria e robusta. Porém, como buscamos apontar na presente subseção, existem dois pontos em comum nas narrativas descritas, que são a evolução do conhecimento científico e a impossibilidade de isenção, devido à inserção dos cientistas e suas pesquisas em contextos determinados. Apesar de ambivalentes, tais pontos foram suscitados de maneira conjunta nas narrativas, no sentido de que os cientistas reconheceram a situacionalidade do conhecimento e os vieses na ciência, mas apresentaram a geração de mais dados e pesquisas como mecanismo de diminuição das incertezas, de forma a trabalhar a partir dos preceitos da própria ciência. Ou seja, as “regras do jogo” científico não estão em disputa, apesar de formas divergentes de “fazer” ciência serem defendidas por cada grupo de cientistas, sem questionar seus status de autoridade na interface com as políticas públicas, principalmente climáticas. Isso quer dizer que, mesmo delimitados em contextos específicos, nos quais “ninguém é dono da verdade” (Bruno), as coisas precisam ser colocadas em seus devidos lugares, no sentido de apontar verdades e mentiras, gerar dados e técnicas para evoluir e avançar no conhecimento, e estabelecer paradigmas (Bernardo, Antônio, Sandro).

#### **4.3.2 Nacionalismo metodológico e ciência “proativa e preocupada” com interesses nacionais**

Ao mesmo tempo em que constroem representações geopolíticas em suas narrativas da responsabilidade climática da pecuária brasileira, os cientistas partem de concepções epistemológicas distintas acerca da ciência. Com relação ao grupo da Embrapa, cujas interpretações da geopolítica climática questionavam a imagem negativa da pecuária, por estar associada aos interesses de outros países sem reconhecer seus benefícios e especificidades, especialmente no contexto brasileiro, a dimensão dos interesses continua sendo ressaltada, agora para o caso da própria ciência. Como apresentamos anteriormente, Rodrigo destaca como os dados internacionais sobre a pecuária são situados, ou seja, não são contextualizados para a realidade brasileira, o que acaba por gerar distorções na imagem dessa atividade e nos apontamentos de alternativas possíveis para a mitigação. A situacionalidade na produção de dados científicos é um elemento que perpassa as narrativas de todos os cientistas entrevistados.

No caso daqueles vinculados à Embrapa, esse elemento vem acompanhado de outra questão: a desconfiança da ciência de fora, da comunidade científica internacional. Em outras palavras, ao suscitar as condições e os limites da pesquisa, remetendo às ideias de contextualização do conhecimento, os cientistas ressaltam a existência de mentiras, e de teorias aceitas, mas que não necessariamente estão baseadas na verdade, como aparece nos trechos a seguir.

Então é uma posição interessante inclusive de conflito de ideias, que precisam ser discutidos, por que que você tá falando que não resolve? Nós estamos falando que resolve nessas e nessas condições. Quais são as condições? Porque você fala que não resolve... E aí a gente vai ver como é que isso funciona, como é que isso não funciona tá? A gente tem certeza, e aí são 20, 30 anos de pesquisa de campo, mostrando que o teor de matéria orgânica no solo aumenta. Aumenta de um ano pra outro? Não. Mas aumenta. [...] A gente sempre faz isso, une os estudos pra poder confrontar essas ideias, vamos confrontar essas ideias [...]. Sem mentira né, porque tem muita gente mentindo aí (Antônio).

Então assim, a ciência ela é longe de ser isenta. Então se eu fosse falar pra você que, assim, o papel da ciência, seria um papel de isenção, mas isso é impossível, por quê? Porque para o cientista ele se tornar um agente relevante dentro da ciência, ele precisa de alinhar ao pensamento predominante dentro das comunidades científicas predominantes, que estão nos Estados Unidos e na Europa. [...] Não existe essa ciência desprovida de viés e de interesses que são associados, e estão associados à mídia. [...] E aí surge as narrativas predominantes, então assim, precisa tomar bastante cuidado com as narrativas predominantes, porque não necessariamente elas estão certas, de tanto se falar muitas vezes elas se tornam verdade, aceitas como verdade, mas é preciso a gente analisar com mais cuidado pra realmente estar buscando o que é real e o que é uma narrativa que pode estar contaminada, vamos dizer assim, por determinados interesses (Bruno).

Apesar de incluírem tanto o conflito de ideias quanto a impossibilidade de isenção em suas narrativas sobre a ciência, os pesquisadores da Embrapa afirmam que é preciso se distanciar de afirmações consideradas mentirosas. Tal desconfiança não é direcionada para o outro grupo de cientistas envolvidos na controvérsia, e sim para “narrativas predominantes” na comunidade científica. Nas palavras de Bruno, mesmo que vieses e interesses estejam associados à prática científica, é preciso ter cuidado com tais narrativas – vindas, principalmente, dos Estados Unidos e países europeus –, que podem estar contaminadas por determinados interesses. Lahsen (2004, 2007, 2009) e Duarte (2019) afirmam que visões sobre conhecimentos situados e de suspeitas em relação às ciências produzidas no Norte Global, ao promoverem interesses de países específicos nas negociações acerca das mudanças do clima, são acionadas por atores brasileiros na interface entre ciência e política climáticas. Argumentamos, então, que a situacionalidade e as desconfianças também estão presentes nos discursos dos próprios cientistas responsáveis pela produção de dados e tecnologias para mensurar e construir alternativas de mitigação climática. Mais ainda, elas transbordam para as concepções epistemológicas dos atores, ou seja, para os direcionamentos e contornos do fazer científico.

Nesse sentido, mesmo acusando a contaminação de interesses nas narrativas dos países dominantes do Norte Global, os cientistas da Embrapa utilizam a dimensão dos interesses para propor os rumos desejáveis da ciência climática, mais voltados para a resolução de seus problemas brasileiros do que para seus erros. Monteiro e Rajão (2017) descrevem como os cientistas do INPE, vinculados aos modelos de sensoriamento remoto, lidam com seus papéis enquanto produtores de conhecimento objetivo sobre o desmatamento na Amazônia de um lado, e cidadãos preocupados com o problema mais amplo do desmatamento de outro, argumentando que esses atores ressaltam seu próprio contexto social na produção do conhecimento. Em outras palavras, os autores afirmam que os cientistas reconhecem sua posição na formulação de políticas e, também, a maneira como são influenciados por elas. A partir desses apontamentos, argumentamos que, ao invés de se referirem aos interesses como justificativa para pesquisas ou resultados considerados equivocados, mesmo que compartilhem métodos e técnicas aceitas na comunidade, os cientistas da Embrapa incorporam esses elementos como parte fundamental do seu próprio fazer científico, sendo, inclusive, almejados, no sentido da necessidade de se alinhar aos interesses considerados corretos. Para Bruno, os interesses para se alinhar seriam aqueles de seu país, em contraposição aos interesses pessoais associados à repercussão e à busca por financiamento científico.

A gente tem muitos problemas? Temos problemas enormes, temos a responsabilidade de resolver? Temos. Só que, assim, não é por isso que você chuta cachorro morto [risos], é fácil chutar cachorro morto. Então assim, eu acho que a gente tem que ter uma ciência mais proativa e mais preocupada em realmente resolver os nossos problemas, e não só apontar os erros. Precisa de uma ciência que venha a contribuir, contribui pra construir e não contribuir pra destruir. Eu acho que é isso, se eu fosse dizer, esses são meus maiores incômodos com a ciência brasileira nesse sentido. [...] O quanto que você vê americanos e europeus criticando a política ambiental do próprio país e o quanto que você vê brasileiros fazendo isso. Tudo bem, eu acho que o Brasil realmente tem problemas ambientais e tal, mas assim, o que você percebe, como o dinheiro vem e a repercussão científica vem de países, de países desenvolvidos, dinheiro de pesquisa e tal, acaba que você se compromete com interesses que não são seus, não são do seu país, do seu povo, pessoas se comprometem com interesses que são de terceiros porque esse passa a ser o seu interesse pessoal e não o interesse do país, é o interesse pessoal de ter repercussão como cientista (Bruno).

Duarte (2019) aponta que, para os cientistas vinculados ao PBMC, o reconhecimento de dinâmicas geopolíticas não necessariamente implicou na argumentação da situacionalidade do conhecimento, a qual perpassou, em especial, as concepções do formulador de políticas que almejava fundar um contra-painel climático e genuinamente brasileiro. Porém, essa situacionalidade não significaria perder a imparcialidade ou neutralidade da ciência, que seriam defendidas, “somente se cientistas fizessem algo como adulterar seus resultados de modo a produzir dados que fossem do interesse de seu país” (DUARTE, 2019, p. 93). Dito isso, a

produção de uma ciência neutra e imparcial poderia estar relacionada à percepção da ciência como estratégica para o Brasil, mas sem estar fundamentada ou ser direcionada por seus interesses. Todavia, Bruno propõe, de maneira mais forte, o alinhamento epistemológico da ciência com os interesses dos países de cada cientista, no sentido de promover uma ciência capaz de contribuir para a resolução dos problemas nacionais. Em outras palavras, o fazer científico encontra-se intimamente relacionado aos interesses do país, por intermédio de uma ciência considerada mais “proativa e preocupada”. Como apontamos nos parágrafos anteriores, apesar de mobilizar os interesses para questionar narrativas dominantes na geopolítica climática, cientistas da Embrapa demonstram como esses elementos são necessários para a produção e o fazer da ciência. A situacionalidade do conhecimento, portanto, é acionada de forma acusatória e defensiva ao mesmo tempo. Porém, essa concepção epistemológica vai de encontro às perspectivas dos cientistas do CSR, os quais apresentam a necessidade de focar nos resultados, e nas categorias clássicas de ciência separada dos valores e interesses, na medida do possível.

#### **4.3.3 “A gente vai em cima dos resultados”: cosmopolitismo epistemológico por uma ciência séria e robusta**

Para os cientistas da Embrapa, a incorporação dos interesses como central em sua concepção epistemológica da ciência remete às representações geopolíticas sobre o antagonismo entre posições e interesses de países do Norte e Sul Global nas negociações. Se as perspectivas internacionais são vistas com desconfiança, especialmente com relação à imagem da pecuária no cenário climático, a ciência deve considerar interesses no sentido de se comprometer com a resolução dos problemas nacionais, em que as especificidades brasileiras das remoções de carbono e dos solos degradados por pastagens configuram preocupações importantes. Por outro lado, os cientistas do CSR apresentaram concepções epistemológicas divergentes, fundamentadas nas perspectivas clássicas sobre as descobertas científicas e na objetividade dos resultados para orientar suas práticas. De maneira geral, as posições desses cientistas alinham-se à agenda climática internacional, pois trazem para suas pesquisas a importância e a responsabilidade da pecuária nas emissões globais, principalmente, associada com o desmatamento. Tais posições suscitam outras concepções epistemológicas, voltadas a uma visão do fazer científico imbricado na separação entre ciência e política, em resultados objetivos e no “peso” da ciência séria.

Isso significa dizer que os cientistas do CSR apresentam maneiras distintas pelas quais o conhecimento é produzido, e indicam a partir de quais categorias o fazer científico deve se orientar. Como exemplo disso, ao ser questionado sobre as práticas da ciência e seu papel na sociedade, Roberto afirma que existe uma divisão entre o que pode ou não ser considerado como parte da ciência, a qual deveria estar relacionada aos resultados, e não ao denomina de “modismos”, ou seja, de perspectivas com alta aceitação e enfoque em determinado contexto. Mesmo reconhecendo as impossibilidades de separar por completo a ciência dos interesses envolvidos, as narrativas desses cientistas, de uma forma geral, acionam tentativas de vincular epistemologicamente a ciência aos resultados, retomando ideais de neutralidade e objetividade. Trata-se, portanto, de uma perspectiva mais positivista sobre o desenvolvimento científico.

Mas a gente, assim, a gente vai em cima também dos resultados né, a gente não segue o modismo, porque senão você tá trabalhando como consultoria, você não tá trabalhando como ciência. Então... Também aquela coisa, o Sandro gosta muito de falar isso, acabou a ciência, a ciência é controversa, uma ciência que mobiliza o debate, uma ciência que às vezes aponta para algo que não é óbvio, que não era considerado até então. E você trabalhar com essa ciência é você avançar com a fronteira do conhecimento (Roberto).

A concepção epistemológica mais objetiva, como ideal científico a ser seguido, caracteriza as narrativas dos cientistas do CSR. Dessa maneira, ao mesmo tempo em que eles não representam a geopolítica climática de forma binária, também não questionam as perspectivas científicas internacionais, desde que sejam respeitados os princípios científicos da ciência, como a replicabilidade, e os métodos rigorosos e categorizados (Roberto e Sandro). Mais especificamente, Sandro recupera algumas demarcações do conhecimento científico válido ou aceito, em seu contexto intrinsecamente controverso e contraditório. Assim como em suas argumentações sobre a controvérsia, apontadas na seção anterior, os cientistas apontam para critérios objetivos de validação do conhecimento, como seriedade, robustez das pesquisas, detalhes metodológicos, mecanismos de revisão por pares e publicações em revistas internacionais, como aparece na citação subsequente. Essas categorias são mobilizadas, portanto, no intuito de diferenciar a ciência da “não-ciência”, como no caso de modismos e consultorias apontadas anteriormente por Rodrigo. Dessa maneira, pode-se ressaltar como tal concepção epistemológica dos cientistas do CSR, ao apontarem para critérios objetivos para delimitação de uma ciência “crível”, vinculam-se aos discursos políticos e científicos das mudanças climáticas no contexto da governança global, especialmente de organismos internacionais, como o IPCC (MILLER, 2004a, 2004b; MILLER; EDWARDS, 2001). Em outras palavras, as concepções epistemológicas desses cientistas se aproximam tanto das ideias políticas de cooperação internacional promovidas pelos IPCC (2014), quanto da produção de

uma ciência politicamente neutra para lidar com as mudanças climáticas. Nas palavras de Miller (2004a), para garantir e reforçar sua autoridade científica nas tomadas de decisão acerca das mudanças climáticas, o IPCC mobilizou uma divisão entre a política e a ciência, colocando-se no campo científico pelas suas características de neutralidade e objetividade, ao reunir os trabalhos relevantes nessa área e garantir a participação democrática de experts de diversos países. Argumentamos, portanto, que essa perspectiva de neutralidade e objetividade é mobilizada pelos cientistas do CSR para discorrerem sobre o conhecimento científico, como aparece na citação de Sandro.

Eu sei que a gente tem que ter uma visão aberta, a ciência ela é inovadora, ela se renova, ela é contraditória, ela é controversa, e ela evolui. Não estamos dizendo que o nosso estudo é um paradigma, nem que o da Embrapa é um paradigma, nós vamos caminhar aí, desde que seja feita uma ciência séria, robusta, revisada pelos pares, publicadas em jornais internacionais, críveis né. [...] Então é o peso, a gente tem que ter um peso diferente. E tem que analisar o currículo dos pesquisadores, tem que olhar o detalhe da metodologia, se replicável ou não, então cabe agora a outros cientistas a cotejarem né, essas diferentes opiniões pra chegar numa opinião própria, como já tem sido feito em outros trabalhos [...], Mas enfim, ninguém é dono da verdade (Sandro).

Mesmo que tenham mencionado a separação da ciência e das mentiras (ou dos mentirosos), os cientistas da Embrapa não suscitaram especificamente as condições para delimitar a validade da ciência. Assim, concluímos que, apesar de compartilharem perspectivas sobre a ciência, cada grupo de cientistas apontou concepções epistemológicas divergentes para o fazer científico, no intuito de responder à pergunta de como lidar com a inevitável contaminação da ciência por interesses. Para os cientistas da Embrapa, a solução é direcionar corretamente as pesquisas, ou seja, alinhar-se aos interesses considerados pertinentes e construir uma ciência preocupada não apenas em criticar, mas sim em resolver problemas reais. Já para os cientistas do CSR, deve-se considerar os ideais de neutralidade e objetividade para separar e distinguir o conhecimento científico. Inclusive, Bernardo aponta que a fronteira entre ciência e política fica obscurecida, especialmente, em discussões ambientais. Isso seria prejudicial, justamente porque “você tem um interesse, acho que nem conhece os interesses que tão por trás. [...] Nesse complemento política, ciência, você não sabe onde que fica a política, onde começa a ciência” (Bernardo).

Porém, não se trata apenas de ideias epistemológicas no que se refere à ciência, mas também de quais metodologias são mais adequadas para fundamentar as decisões políticas brasileiras. A ciência preocupada e comprometida com interesses nacionais se entrelaça, nas narrativas dos cientistas da Embrapa, aos cálculos e dados mais localizados para o contexto brasileiro, de maneira contrária aos modelos computacionais de simulação ambiental defendidos pelos cientistas do CSR, os quais se relacionam aos modelos de circulação climática

utilizados nacional e internacionalmente (EDWARDS, 2010; DUARTE, 2016; MIGUEL; MAHONY; MONTEIRO, 2019). Portanto, as concepções epistemológicas também estão intrinsecamente relacionadas com metodologias de mensuração das remoções de carbono nos solos e com cálculos para as projeções de cenários futuros do setor pecuário nacional. Tais concepções são coproduzidas, tanto nas narrativas quanto nas pesquisas dos cientistas, com as políticas mais adequadas para lidar com as estratégias de mitigação climática na criação de bovinos. Em outras palavras, cada grupo coproduz ciências e políticas direcionadas às estratégias de mitigação da pecuária nacional. Mais ainda, como abordamos na seção seguinte, as disputas pelas concepções epistemológicas da ciência também transbordam para as negociações políticas, nos rumos e direções da política climática da pecuária nacional.

#### 4.4 DIMENSÕES INSTITUCIONAIS E TENTATIVAS DELIBERADAS DE DISPUTAR POLÍTICAS

Cada grupo de cientistas mobiliza representações distintas da geopolítica climática, ora indo contra a imagem negativa vinculada nas arenas de discussão internacionais e propondo, em reação, considerar os benefícios da pecuária, dissociá-la dos verdadeiros “bandidos” e questionar os dados produzidos fora do território nacional; ora alinhando suas narrativas às preocupações internacionais e buscando formas de romper os vínculos com o desmatamento, devido a importantes consequências climáticas, mesmo compreendendo os limites e as impossibilidades da produção sustentável desses animais. Mais ainda, esses pesquisadores propõem concepções epistemológicas diferentes para o fazer científico, principalmente no que se refere ao alinhamento a interesses e vieses nas pesquisas como algo a ser almejado ou como uma consequência involuntária da prática científica, mas que deve ser evitada. A coprodução da ciência e da política climática configura-se de maneira explícita nas narrativas dos cientistas entrevistados. Em linhas gerais, ao mesmo tempo em que são acionadas diferentes representações da geopolítica climática e as formas de “fazer” ciência são disputadas, diferentes estratégias políticas acabam por ser construídas.

Assim, nas seções anteriores, buscamos apresentar como as representações da geopolítica climática e as formas de fazer ciência são coproduzidas. Agora, a presente seção destina-se a compreender quais são as políticas construídas nos discursos dos cientistas, partindo tanto de suas narrativas durante as entrevistas quanto dos trabalhos desenvolvidos em seus grupos (não necessariamente de autoria dos entrevistados, mas que tenham a ver com a sua atuação). O que pretendemos argumentar é que, além de concepções epistemológicas e

geopolíticas, também são coproduzidas políticas públicas específicas para a pecuária nacional em cada grupo de cientistas, reconhecendo as implicações materiais das disputas entre esses atores, especificamente no que se refere à dimensão institucional das estratégias climáticas. Os cientistas da Embrapa coproduzem, ao mesmo tempo, concepções epistemológicas de uma ciência mais situada e preocupada com interesses, e políticas de compensação de carbono, no intuito de promover uma agropecuária eficiente, sustentável e brasileira. Em paralelo, os cientistas do CSR coproduzem maneiras consideradas mais objetivas e imparciais para fazer ciência, além de estratégias mais alinhadas com as políticas e recomendações internacionais, voltadas para mecanismos de intensificação da pecuária, como a suplementação alimentar e o manejo genético do rebanho. Mesmo que a política nacional apresente direcionamentos e estratégias mais próximas das posições dos cientistas da Embrapa, os pesquisadores do CSR tentam ativamente apresentar alternativas, no sentido de que as definições da política climática poderiam ser diferentes. Mais ainda, eles criticam o cumprimento dos objetivos climáticos a partir dos arranjos atuais da política nacional. Seguindo as ideias de Jasanoff (2004c), podemos dizer que ambos os grupos acabam por coproduzir deliberadamente as políticas brasileiras relacionadas às mudanças climáticas, no sentido de apontar e escolher quais estratégias são mais adequadas para atingir os compromissos assumidos pelo país no cenário internacional, a partir de suas pesquisas.

A noção de coprodução advém da compreensão conjunta e inseparável dos entendimentos sobre o mundo e das formas de intervir e lidar com ele. Assim, assume-se que o conhecimento e suas formas materiais são tanto produtos de realidade quanto constitutivos da vida social (JASANOFF, 2004c). A exemplo disso, pode-se pensar no modo que a necessidade de uma governança global para problemas como as mudanças climáticas e as categorias de neutralidade e objetividade do conhecimento foram coproduzidas, especialmente no âmbito da consolidação de determinadas instituições globais, como o IPCC (MILLER, 2001, 2004a; EDWARDS, 2010). Dessa forma, ciência e política encontram-se imbricadas e são pensadas de maneira constitutiva da realidade. A partir dessas considerações, buscamos atentar para a *coprodução deliberada*, ou seja, para as tentativas explícitas dos atores de influenciar nos direcionamentos da arena política, de definir como interferir em um mundo ameaçado pelas mudanças climáticas. Em outras palavras, nosso argumento é que os próprios cientistas exemplificam, em suas narrativas, as estratégias consideradas mais adequadas para a política climática nacional, no que se refere à mitigação da pecuária. Porém, é necessário reconhecer os limites da ciência e sua capacidade de provocar mudanças em discussões políticas, mesmo no nível nacional e em um contexto marcado por distintas posições geopolíticas assumidas pelos

atores (LAHSEN, 2009). A ideia, aqui, não é explicar por que determinados cientistas tiveram mais influência na constituição das diretrizes políticas brasileiras em questão, e sim compreender quais estratégias são construídas por cada grupo e como elas são coproduzidas em seus discursos sobre as representações geopolíticas e as concepções epistemológicas do conhecimento. Assim, os cientistas divergem tanto sobre as formas de entender cientificamente os dados quanto sobre as estratégias políticas, de maneira inseparável e deliberada. Isso não significa que eles invalidam outras políticas, e sim que organizam e enfatizam de maneiras distintas os rumos mais adequados para atingir as reduções almejadas das emissões pela criação de gado no território nacional.

#### **4.4.1 Embrapa e estratégias políticas para uma pecuária eficiente, sustentável e brasileira**

Por intermédio das narrativas dos cientistas e dos trabalhos centrais nas discussões sobre as controvérsias nas variáveis de mensuração e projeção das remoções de carbono, apresentamos, até o presente momento, que eles negociam categorias de validade e credibilidade das pesquisas, disputam formas distintas de fazer ciência, e exprimem concepções geopolíticas e epistemológicas específicas. Assim, nas seções anteriores, discorreremos extensamente sobre as justificativas dos cientistas da Embrapa no que se refere à quantidade de estudos disponíveis sobre as remoções, em especial no contexto nacional, e à suficiência desses dados, mesmo com incertezas, para conferir “sentido plausível” (Bernardo) à política. Para Bernardo, as pesquisas já realizadas são consistentes para indicar sentidos da política climática nacional, uma vez que a existência de variabilidades temporais nos fatores de remoção não coloca em jogo o “caminho certo” (Rodrigo). *E qual seria esse caminho?* Em poucas palavras, seria a adoção de tecnologias de recuperação e integração de pastos degradados, tanto para atingir os objetivos de mitigação climática quanto para beneficiar a produção como um todo, levando em conta a facilidade de adotá-las, os estímulos financeiros e as oportunidades no contexto brasileiro. Assim, ao mesmo tempo em que ressaltam a clivagem entre o Sul e o Norte Global no conhecimento científico produzido sobre as mudanças climáticas, e buscam uma forma de nacionalismo epistemológico no sentido de incorporar interesses nacionais na própria produção da ciência, os cientistas da Embrapa também estabelecem, como eles mesmos narram, sentidos e direções plausíveis das políticas. Tais direcionamentos encontram-se alinhados tanto às diretrizes das políticas públicas nacionais para a mitigação da pecuária quanto à posição institucional e à atuação da Embrapa.

Os cientistas dessa organização participaram e continuam participando das discussões na esfera institucional sobre as estratégias brasileiras voltadas para a mitigação na pecuária. Histórica e institucionalmente, a Embrapa é uma empresa pública vinculada ao Mapa, criada como um dos produtos de um grupo de trabalho instaurado no âmbito do Ministério da Agricultura, em 1972, pela Portaria nº 143 de 18 de abril de 1972. Mais especificamente, levando em consideração o papel de destaque ocupado pela agropecuária nacional, como mencionamos em seções anteriores, o ministro da agricultura da época designou um grupo de trabalho, com os objetivos de definir as funções da pesquisa agropecuária em consonância com o desenvolvimento nacional, identificar suas limitações, apontar caminhos possíveis para sua expansão e potenciais financiamentos da pesquisa, propor legislações, dentre outros (PENTEADO *et al.*, 2014). Assim, entre as recomendações desse grupo de trabalho, destaca-se a criação de uma empresa pública e de um sistema nacional de pesquisa agropecuária, como descrevem Penteado *et al.* (2014). Em 1972, a recomendação por uma empresa pública de pesquisa foi, então, materializada, a partir da instituição da Embrapa pela Lei nº 5.851 de 7 de dezembro de 1972 (BRASIL, 1972), que passou a operar no ano seguinte nas atividades de administração da pesquisa agropecuária nacional.

A criação da empresa pode ser considerada como um dos marcos inaugurais da pesquisa agropecuária no Brasil, mesmo levando em conta a existência anterior de outras instituições e departamentos de pesquisa (PENTEADO *et al.*, 2014). Porém, apenas em 1991, foi formalizado o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), a partir da Lei nº 8.171/1991, que dispõe sobre a Política Agrícola Brasileira, sob coordenação da própria Embrapa. Pode-se destacar que a pesquisa agropecuária é um dos instrumentos e objetivos da política agrícola nacional, mais especificamente, no que se refere ao estímulo ao desenvolvimento da ciência e tecnologia agrícola (PENTEADO *et al.*, 2014; MENDES *et al.*, 2014). Assim, a Embrapa assume protagonismo no que diz respeito à pesquisa agropecuária brasileira ao coordenar o SNPA e estabelecer a pesquisa e o desenvolvimento como pilares fundamentais para atender à demanda por tecnologias e conhecimentos no setor agropecuário brasileiro, além de antecipar e enfrentar desafios do futuro, como no caso das mudanças climáticas. Mais ainda, a empresa constitui-se enquanto uma figura importante nos relatórios técnicos e científicos elaborados no âmbito das políticas climáticas brasileiras, como aqueles que fundamentaram a elaboração do Plano ABC (BRASIL, 2012) e monitoram seus resultados (OBSERVATÓRIO ABC, 2015), ou que configuraram as comunicações nacionais brasileiras, tendo cientistas da Embrapa como responsáveis pelos dados sobre emissões de determinados setores (BRASIL, 2016), ou ainda que integram publicações dos ministérios sobre a pecuária nacional (BRASIL, 2020a, 2020b).

De maneira mais específica, podemos citar o pesquisador da Embrapa Informática, Eduardo Assad, que foi Secretário de Mudanças Climáticas do MMA em 2011, coordenou o IV Inventário Nacional de Gases de Efeito Estufa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), integra o Observatório ABC e, concomitantemente, é responsável por diversos trabalhos no interior da controvérsia, tanto elaborados no âmbito do Observatório ABC (2013, 2015, 2017) quanto publicados em livros e revistas sobre a capacidade de estocar carbono pelas técnicas de manejo como formas de atingir as metas climáticas de mitigação para o Brasil, aliado ao desenvolvimento da atividade pecuária (ASSAD *et al.*, 2013, 2015). Outro pesquisador da Embrapa Gado de Corte é Davi José Bungenstab, que contribuiu tanto para o documento oficial do Plano ABC+ (com vigência a partir de 2022) quanto para pesquisas sobre as estratégias de recuperação e integração das pastagens degradadas, apresentando, inclusive, no evento 7th GGAA. Esses são apenas alguns pesquisadores que traçam uma conexão direta entre o envolvimento na controvérsia científica e na elaboração dos planos e acordos nacionais. Isso porque, de maneira geral, a pecuária é um dos atores centrais nos relatórios e ações climáticas brasileiras, como fica claro na Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, elaborada pelo MCTI.

Como parte dos arranjos institucionais estabelecidos para o desenvolvimento dos inventários nacionais do Brasil, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) desempenham papel fundamental na pesquisa e coleta de dados voltados ao estabelecimento de dados de atividade e fatores de emissão e remoção. A compilação desses elementos e a preparação inicial do capítulo de agricultura do Inventário Nacional também estão sob responsabilidade do MAPA e da Embrapa, assim como apoiar o ponto focal do inventário em aspectos relacionados aos demais setores, quando necessário e oportuno (BRASIL, 2020b, p. 20).

Enquanto empresa de *“pesquisa, desenvolvimento e inovação focada na geração de conhecimentos que se traduzem em produtos, processos e serviços para a sustentabilidade da agropecuária e segurança alimentar brasileira”*<sup>41</sup>, a Embrapa direciona suas ações para projetos, ações e campanhas relacionadas a temas estratégicos junto a parceiros do meio rural. A sustentabilidade das atividades agropecuárias nacionais configura-se, nesse sentido, enquanto um tema central na atuação da empresa, sendo reconhecida na missão de viabilizar soluções sustentáveis, na visão de ser protagonista na geração de conhecimentos para o desenvolvimento sustentável do setor e, também, como um dos valores que norteiam suas práticas e seus integrantes. Isso porque a Embrapa vinculou sua atuação, tanto direta quanto indiretamente, aos

---

<sup>41</sup> Descrição disponível no site institucional da Embrapa. Disponível em <https://www.embrapa.br/>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

objetivos de desenvolvimento sustentável estabelecidos internacionalmente pela Agenda 2030, assumida pelo Brasil, inclusive com relação à produção animal. A partir de uma coleção de documentos com as contribuições da empresa para cada um dos dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável, ela demonstra como a agropecuária é um tema que envolve e mobiliza cada um desses objetivos, ou seja, como esse setor pode contribuir no cumprimento da agenda internacional de sustentabilidade (CUADRA *et al.*, 2018).

Isso quer dizer que a Embrapa atua especialmente na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias, com o objetivo de promover, para a agricultura e a pecuária nacional, um modelo de produção “*tropical genuinamente brasileiro*”, de maneira eficiente e sustentável. Tal modelo ressoa nas narrativas dos cientistas dessa empresa, na medida em que eles pontuaram a importância da pecuária para a alimentação mundial, considerando-a uma atividade essencial para fornecer alimentos a populações mais vulneráveis (e foram os únicos a mencionar essa dimensão da segurança alimentar). Cabe ressaltar, então, que essa posição está alinhada aos objetivos da Embrapa, de produzir conhecimento com foco na “*sustentabilidade da agropecuária e segurança alimentar brasileira*”<sup>42</sup>. Ou seja, tal importância também integra a posição institucional da empresa, ao assumir o desafio, no cenário nacional, de desenvolver um modelo de agricultura e pecuária tropical brasileiro, esforço que ajuda a transformar o país e sua agropecuária em uma das mais eficientes e sustentáveis do planeta. A eficiência e sustentabilidade do setor, atualmente, faz parte de uma ampla agenda ambiental internacional de lidar com os impactos dessa atividade no ecossistema terrestre, frente às preocupações globais com cenários de degradação e alterações climáticas. E, mais ainda, integra a agenda brasileira de incentivar a pesquisa e o desenvolvimento de uma “agropecuária tropical sustentável” (BRASIL, 2020b, p. 64).

As estratégias do País, ao incentivar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para uma agropecuária tropical sustentável, permitiram o aumento da produtividade por hectare, acompanhando o crescimento econômico e populacional. A adoção dessas tecnologias pelos produtores rurais tem permitido uma oferta de alimentos mais constante ao longo do ano, garantindo, assim, preços mais estáveis para o consumidor, além de alimentos com maior qualidade. Em um cenário de crescente incerteza climática, o Brasil estabelece estratégias para garantir a segurança alimentar nacional e mundial (BRASIL, 2020b, p. 64).

Essa interseção da sustentabilidade nos objetivos da pesquisa agropecuária com o desenvolvimento nacional é proposta tanto nas diretrizes da política agrícola nacional (MENDES *et al.*, 2014) quanto na atuação da Embrapa enquanto empresa pública que promove

---

<sup>42</sup> Descrição disponível no site institucional da Embrapa. Disponível em <https://www.embrapa.br/>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

uma visão de agricultura fundamentada na ciência e na tecnologia (ALVES, 2010). As soluções científicas e tecnológicas da empresa para o desenvolvimento da agropecuária nacional respondem às demandas tanto de cada uma das regiões, de biomas e de cadeia produtiva quanto do país, das instituições e do governo em si. Isso quer dizer que sua atuação se aproxima das demandas da sociedade civil, especialmente dos produtores rurais, e do governo, na medida em que se constitui enquanto uma empresa pública, que visa *“fortalecer a capacidade do Estado brasileiro para responder às demandas da agropecuária nacional e, ao mesmo tempo, antecipar e enfrentar os desafios do futuro”*<sup>43</sup>. Assim, suas soluções são traduzidas em produtos e serviços para os produtores rurais, e para auxiliar na formulação, execução e monitoramento de políticas públicas com relação à agropecuária. A Embrapa torna-se, então, um ator central nas discussões científicas e políticas de sustentabilidade do setor agropecuário, inclusive, no que diz respeito às tecnologias propostas para mitigar as emissões de GEE de tais atividades.

Alinhar eficiência e competitividade à sustentabilidade ambiental, além de se configurar como uma das principais finalidades institucionais da referida organização, ressoa nos discursos dos cientistas entrevistados, na medida em que enfatizam os benefícios da pecuária para o sistema de produção como um todo. Em outras palavras, eles apontam que as remoções de carbono, seja pelo plantio de árvores diversas, desde florestas até culturas agrícolas, que aumentaria os processos de fotossíntese e os níveis de biomassa viva e morta nas pastagens, seja pela introdução de forrageiras com a capacidade de aumentar o acúmulo de matéria orgânica em profundidade, trazem benefícios ambientais e produtivos importantes. Na perspectiva de Antônio, deve-se pensar também em vantagens em termos de resiliência da produção e outros benefícios “no espaço”. Já para Rodrigo, a integração com outros agrossistemas e recuperação das pastagens é uma “técnica sensacional” com muito sucesso dentre aqueles produtores que a adotaram. Bruno, por sua vez, destaca que, além do impacto positivo na conservação ambiental nas áreas de produção pecuária, a recuperação das pastagens é uma das políticas mais relevantes na PNMC, juntamente com a redução do desmatamento.

[...] Quando eu faço uma intensificação da pecuária porque eu melhorei aquele pasto eu tô evitando desmatamento, então eu tenho uma prática de redução de desmatamento que eu melhora a produção agrícola, daí você tem diretamente um benefício ambiental. [...] Mas quando você começa a ver isso no espaço, você começa a ver o seu solo melhor, você perde menos, as raízes aprofundam, pode vir uma seca grande que você tem uma resiliência maior, tudo isso é função da melhoria dos seus trabalhos de manejo e conservação de solo que não começaram hoje. [...] É preciso que as pessoas vejam que ao melhorar um pasto, você aumenta a fotossíntese. E você aumentando a fotossíntese, aumentando a produção de biomassa aérea, você começa

---

<sup>43</sup> Descrição disponível no site institucional da Embrapa. Disponível em <https://www.embrapa.br/>. Acesso em 20 de outubro de 2022.

a fixar carbono no solo. Então você sai de uma situação de tipicamente emissora para uma situação minimamente removedora, remove carbono... Eu não gosto da palavra sequestro, mas você remove carbono. Então isso melhora. Quando você faz integração lavoura-pecuária-floresta, ou integração lavoura-pecuária, nós temos resultados muito bons que mostra que o enraizamento da *Brachiaria* aumenta e muito o teor de matéria orgânica no solo, que é a responsável pelo carbono no solo (Antônio).

O que a pesquisa tem mostrado é que de fato é uma das grandes formas da gente melhorar o balanço, tanto por diminuir emissão, porque a gente sempre tá trabalhando com uma qualidade maior de alimentação, como especialmente pelo sequestro de carbono das raízes das forrageiras... Que inclusive é exatamente esse aumento de carbono que traz os maiores benefícios pro sistema. [...] E ao mesmo tempo você tem um aumento muito grande do carbono no solo, e é um carbono que não é um carbono qualquer, é um carbono que tá indo com a raiz, que é ao mesmo tempo tá fazendo uma estruturação melhor do solo, permitindo uma percolação melhor de água né. Então realmente é uma técnica sensacional, e não é à toa que, assim, o sucesso dela fala por si só. Quem adotou não se arrependeu. Então assim, é uma coisa até que eu achava que era complicado de acontecer, e você vê que não. As pessoas realmente adotaram porque é uma coisa, é muita vantagem, existe muita complementação e sinergias (Rodrigo).

Então a recuperação de pastagens degradadas, vamos dizer, pelo aspecto de gás de efeito estufa, ela é, eu entendo, uma iniciativa bastante importante dentro da política nacional de combate à mudança climática. [...] É uma iniciativa bastante positiva sob vários aspectos, tanto com a conservação ambiental em geral, não só gás de efeito estufa, mas do ambiente em si, como a proteção de mananciais, por causa das erosões, por causa da degradação das pastagens, degradação do solo e assim por diante. Então, na minha visão ela é sim uma das políticas, depois da redução de desmatamento, é uma das políticas mais importantes dentro do plano nacional de combate às mudanças climáticas (Bruno).

*Como intervir em um planeta ameaçado pelas mudanças climáticas, partindo do contexto da pecuária brasileira e sua responsabilidade climática?* A palavra-chave, aqui, seria a compensação das emissões pela recuperação e integração, junto aos benefícios sistêmicos das técnicas de manejo de solos degradados para a consolidação de uma agropecuária brasileira eficiente, competitiva e sustentável. Assim como os cientistas da Embrapa e a própria empresa, a política climática nacional e as contribuições determinadas para a redução das emissões globais posicionam a pecuária e suas consequências para a degradação dos solos e o desmatamento de vegetações nativas de forma central para a construção das políticas. Das estratégias apontadas para o setor da pecuária no Plano ABC, a recuperação e a integração a outros agrossistemas configuram aquelas com maior potencial de mitigação. Mais especificamente, propõe-se a recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e a ampliação do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em 4 milhões de hectares, com projeções de reduzirem em até 104 e 22 milhões de gramas de dióxido de carbono equivalente, respectivamente, representando mais de 70% do total do potencial de mitigação das estratégias no setor da pecuária (BRASIL, 2012). Porém, dentro do Plano ABC, até o ano de 2020 (término de sua vigência), estava prevista a necessidade de recursos financeiros na ordem de R\$ 197

bilhões, oriundos de diversas fontes, como do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) ou de recursos próprios dos bancos, para alcançar as metas físicas do programa (BRASIL, 2016)<sup>44</sup>. Para isso, os itens a serem financiados devem estar associados às estratégias preconizadas pelo Plano, que são, além da recuperação e integração de pastagens, os sistemas agroflorestais, os sistemas de plantio direto, a fixação biológica de nitrogênio e as florestas plantadas.

De acordo com o relatório da Embrapa sobre as estimativas parciais dos resultados do Plano ABC (MANZATTO *et al.*, 2020), entre os anos de 2013 e 2018, foram financiados via Programa ABC cerca de R\$ 6 bilhões somente para a recuperação de pastagens, o que representou quase metade do valor total financiado para todas as tecnologias de mitigação. Quando questionados sobre o motivo de a maior parte dos recursos do Plano serem direcionados às técnicas de recuperação e integração das pastagens, os cientistas colocaram posições distintas: enquanto Rodrigo aponta que tais tecnologias precisam de maiores estímulos para serem adotadas pelos produtores rurais, devido à necessidade de recursos e aos tabus envolvidos, Antônio afirma ser mais fácil (e mais confortável para os pecuaristas) recuperar os pastos degradados. Por isso, a maioria dos recursos vão para essa estratégia, levando em consideração que se forem recuperados “os 50, 60 milhões de pastos degradados que nós temos no Brasil hoje, milhões de hectares né, você vai reduzir em 30% as emissões da pecuária brasileira. 30%, e isso pode ser feito em dois anos” (Antônio).

Se levarmos em conta a controvérsia e os critérios de negociação de credibilidade elencados pelos cientistas (e discutidos na seção anterior), ao demarcar as fronteiras entre as duas posições, também se discute que políticas públicas devem ser construídas e, ao fim e ao cabo, os contornos da atividade da pecuária, para onde direcionar os investimentos, como se posicionar nas discussões internacionais, tendo em vista disputas geopolíticas, e como a ciência deve ser produzida epistemologicamente. Essas dimensões estão interligadas e, se nos restringimos à controvérsia científica na seção anterior, aqui apontamos que as dimensões da ciência e da sociedade, ou da política, não podem ser separadas analiticamente. É preciso, portanto, pensar no que está em jogo pela perspectiva de um ou outro lado da controvérsia, pela adoção de uma projeção climática mais estática das remoções de carbono ou sintótica (sensível a variações temporais desses estoques). Com relação à Embrapa, descrevemos na presente subseção sua posição com relação às instituições e políticas governamentais, e como ela propõe políticas de mitigação climática direcionadas à importância dos estoques de carbono nos solos

---

<sup>44</sup> Informações disponíveis no site institucional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

na construção de uma pecuária brasileira, competitiva e sustentável. A partir de Miller (2005), pode-se pensar nessa empresa enquanto uma instituição de fronteira, na produção da ciência e influência política. Não trata-se, necessariamente, de uma instituição que estabelece as políticas, mas que participa ativamente dessas formulações e produz conhecimento, demarcado enquanto legítimo, para fundamentá-las. Assim, argumentamos que os cientistas coproduzem deliberadamente as políticas mais adequadas, representações da geopolítica do conhecimento, e concepções epistemológicas da própria ciência.

#### **4.4.2 Poderia ter sido diferente: políticas diversificadas**

Enquanto os cientistas da Embrapa direcionam as políticas no sentido das estratégias de recuperação e integração para aumentar o estoque de carbono em solos anteriormente degradados e, conseqüentemente, trazer vantagens à produção de uma pecuária sustentável, competitiva e, de certa forma, brasileira, os cientistas do CSR afirmam que poderia ter sido diferente. Mas o que isso quer dizer? Quer dizer que eles acionam outras estratégias, com o objetivo de diminuir as emissões da pecuária. Em linhas gerais, os pesquisadores ligados ao CSR apontam a necessidade de pensar em estratégias adicionais, para além da recuperação e integração, tendo em vista que “de fato você vai aumentar o carbono no solo [pelo manejo dos solos], *mas o que você não vai precisar, quanto que vai custar isso, em termos econômicos, mas também em termos ambientais?*” (Bernardo, comentários da autora). Ou seja, eles questionam o que seria necessário para adotar as tecnologias de recuperação e integração, mesmo que não coloquem em xeque as remoções de carbono em si. Como já argumentamos na seção anterior, tais pesquisadores não criticam nem a ciência produzida pelos pesquisadores da Embrapa, nem a validade das tecnologias de manejo para remover carbono pelos solos, e sim a adoção dessas estratégias, assumidas de maneira central nas políticas climáticas. E ainda, criticam que fatores devem ser levados em conta para além das contas dos potenciais de sequestro.

Se, para os cientistas da Embrapa, as vantagens do manejo de pastagens degradadas são os benefícios sistêmicos adicionais e conseqüentes de sua adoção, seja na fertilidade dos solos ou na produtividade, para os cientistas do CSR, a crítica se volta para os fatores envolvidos na adoção das tecnologias, os custos adicionais e as complexidades da contabilização desses benefícios na produção. Assim, a estimativa de Antônio, por exemplo, sobre a capacidade de reduzir as emissões ao reformar apenas 50-60% das pastagens degradadas nacionalmente, pode ser bastante questionada, especialmente devido ao período de tempo em que as recuperações

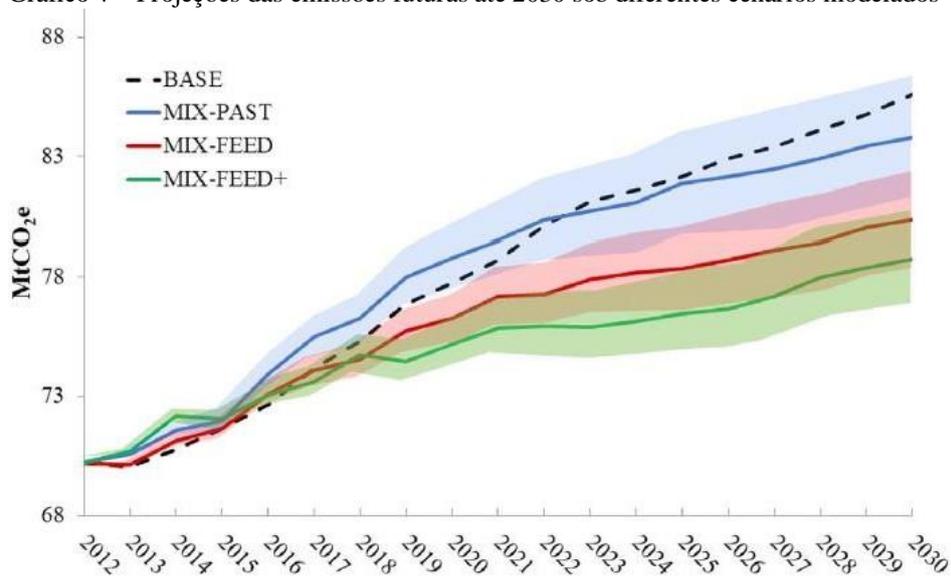
podem ser feitas, e o padrão das remoções, que não necessariamente é linear, como apontam cientistas do CSR (Roberto, Sandro e Bernardo). Para eles, essa conta é bem mais complexa, e não é possível concluir que isso seria feito em apenas dois anos, nem por quanto tempo essa remoção seria possível, em que medidas ou em que ponto se estabilizaria (se essa tendência é zero ou um valor mínimo de remoção, como 0,5 toneladas por hectare/ano, segundo afirma Antônio). A partir dessas contas, os cientistas acabam por defender explicitamente a adoção de outras políticas nacionais, que seriam consideradas mais adequadas, como discutimos nos parágrafos seguintes.

Com relação ao CSR, dentre os principais projetos desenvolvidos e relacionados à temática das pastagens e manejo das terras agropecuárias, podem ser destacados o SimBrasil/Otimizagro (2011); a plataforma Dinâmica EGO (2016); o Cenários para a Pecuária de Corte Amazônica (2014); o servidor de mapas (2016), para visualização das terras brasileiras de acordo com parâmetros selecionados; o relatório Opções de Mitigação de Gases de Efeito Estufa em Setores-Chave do Brasil (2017), financiado pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (*Global Environment Facility* - GEF) e elaborado pelo antigo MCTIC em parceria com o Pnuma; e, mais recentemente, o Cenários de intensificação da pecuária no Brasil (2019). Tais projetos são vinculados a pesquisas acadêmicas, como dissertações e teses de pós-graduação, especialmente da UFMG, além de publicações em revistas científicas nacionais e internacionais, como a *Nature*, relatórios encomendados por instituições governamentais, como o MMA, e pesquisas financiadas por instituições financeiras, como o Banco Mundial.

Em suma, os modelos Otimizagro e SimPecuária são construídos no âmbito do *software* Dinâmica EGO, sendo que, no segundo, os dados estão intimamente relacionados aos processos e variáveis da bovinocultura de corte, tomando como base as simulações da expansão das pastagens e outros usos da terra realizadas pelo Otimizagro. Como esses modelos são desenvolvidos a partir do mesmo *software*, ambos têm seus resultados dispostos na forma de diagramas, os quais seguem o fluxo de dados determinado pelas escolhas dos usuários. Dessa maneira, eles têm como base a plataforma de modelagem Dinâmica EGO e, por intermédio dos dados previamente selecionados, elaboram cenários futuros, em especial, para as atividades relacionadas à agricultura, à pecuária, e aos usos e mudanças nos usos dos solos – o que depende dos objetivos de cada projeto, pesquisa ou relatório elaborado. Por exemplo, o Otimizagro é uma metodologia para contabilizar emissões e custos das opções de mitigação para o setor AFOLU no âmbito do projeto “Opções de mitigação”, em que são mobilizados parâmetros de estoque de carbono disponíveis na literatura científica e fatores de emissão da Terceira Comunicação Nacional do Brasil. Já o SimPecuária foi desenvolvido na tese de Batista (2016)

e utilizado em artigos publicados posteriormente (BATISTA *et al.*, 2019; entre outros). Em cada trabalho, os cenários modelados também são escolhidos, como “referência” e “baixo carbono” no projeto “Opções de mitigação”, e “atual”, “tendencial” e “inovador” nos trabalhos citados sobre cenários da bovinocultura de corte nacional. A partir dessa metodologia, os trabalhos dos cientistas associados ao CSR concluem que as estratégias de recuperação e integração, estabelecidas na política climática, não serão suficientes para atingir as metas climáticas até 2030 (BATISTA *et al.*, 2019). Por intermédio de cenários futuros projetados no âmbito do SimPecuária e levando em consideração diferentes políticas e tecnologias de mitigação adotadas, pode-se perceber que as emissões da pecuária são maiores quando aplicadas metodologias relacionadas ao manejo das pastagens (MIX-PAST), como a recuperação e integração das pastagens, como demonstra o gráfico a seguir.

Gráfico 4 – Projeções das emissões futuras até 2030 sob diferentes cenários modelados<sup>45</sup>



Fonte: Batista *et al.* (2019)

Já nos cenários da aplicação de outras tecnologias de mitigação, principalmente aquelas relacionadas às mudanças alimentares do rebanho, as emissões são relativamente menores (MIX-FEED, MIX-FEED+). Mais especificamente, o cenário MIX-PAST fundamenta-se na adoção de tecnologias de manejo, as quais são centrais na política nacional e nos estudos da Embrapa. Apesar de demandarem um investimento maior em vista de outros cenários, essas estratégias não são capazes de reduzir, de maneira substancial, as emissões da pecuária com relação ao cenário BASE, ou seja, sem adoção de qualquer técnica de mitigação (BATISTA *et*

<sup>45</sup> No gráfico em questão, devemos ressaltar que as sombras das linhas se referem à margem de erro de cada um dos cenários modelados.

*al.*, 2019). Como alternativa, Batista e colaboradores (2019) apresentam a implementação de tecnologias diversificadas como suplementação alimentar do rebanho, diminuição do tempo de vida desses animais por um abate antecipado, as quais são reunidas nos cenários de MIX-FEED e MIX-FEED+. Assim, os autores afirmam que é possível reduzir mais as emissões e, ainda, aumentar a produtividade entre 8% e 11% em comparação com o cenário MIX-PAST (BATISTA *et al.*, 2019).

Como conclusão, tais pesquisadores citados no parágrafo anterior apontam que as estratégias de manejo das pastagens, ou seja, a recuperação e a integração, estabelecidas tanto na política climática quanto apontadas pelos estudos de cientistas vinculados especialmente à Embrapa, não serão suficientes para atingir as metas climáticas até 2030, como as contribuições nacionalmente determinadas sugerem. Nas palavras de Bernardo, a intenção das pesquisas que partem das modelagens supracitadas é colocar no debate outros pontos de vista, questionando se a reforma de pastagens seria a melhor solução para a política nacional. Aqui, argumentamos que existe uma tentativa deliberada de influenciar nos direcionamentos políticos, a partir de críticas de quais aspectos são levados em consideração em cada um dos estudos, considerando as especificidades regionais das áreas de pastagens, e da defesa de outras estratégias, como o confinamento e a suplementação alimentar do rebanho. Esse ponto é reforçado por Sandro ao afirmar que seus estudos pontuam como a reforma de pastagens não seria a melhor solução, na medida em que isso traria como efeito colateral a expansão do rebanho, o que acabaria por neutralizar as emissões teoricamente compensadas pelas técnicas de manejo. Mais ainda, Roberto apresenta explicitamente que, com relação à questão climática, faz mais sentido adotar políticas diversificadas. Em suas palavras, seria melhor adotar um “mix de estratégias”, como apontado anteriormente, do que a reforma de pastagens.

Olha, eu acho que ele é mais uma, não é uma provocação, mas talvez é mais você colocar ali dentro da discussão uma necessidade de olhar outros pontos de vista, e que outros pontos de vista também, eles têm fundamento né. Ali a gente fez muito mais isso né "Olha, será que reformar pasto é a melhor solução? Mas e esse aspecto, e aquele outro aspecto?". Muitas vezes, você trabalha uma política desse tamanho, é uma coisa muito geral, aí você pega o Brasil, um país continental, com particularidades regionais, com tipo de clima, tipo de cultura, com logística, como que você vai poder propor uma solução, como se fosse, uma única estratégia? Eu acho sim que a reforma de pasto é importante, é necessário você aumentar essa solução, mas também você tem outra estratégia, por exemplo, que é essa própria questão do confinamento, do semiconfinamento, mas isso muda com as características regionais, entendeu? (Bernardo).

Essa aí realmente, inclusive existe uma meta né do ABC de reformar quinze milhões de hectares mais quinze milhões da NDC. É, o nosso estudo publicado mostra que somente essa... A reforma de pastagens talvez não seja a melhor opção, porque ela pode levar a um efeito colateral que é estimular a expansão do rebanho, mas eu preciso ter um rebanho menor e mais produtivo. E uma solução mais viável pra isso, apesar também de ter outras externalidades que teriam que ser administradas, é o

confinamento, é o modelo americano. Tá? É o mais barato, é o mais econômico, ele tem problemas obviamente, não seria uma carne mais saudável, mas como eu falei, na verdade no futuro a gente vai ter que consumir menos carne. E o nosso estudo demonstrou que fazer a reforma de pastagem em grande extensão, por si só, ela não é a melhor solução (Sandro).

Outra coisa também é o seguinte, até o trabalho que foi feito pela equipe [dele] mostra que a variável mais importante pra poder mitigar as emissões do gado é a diminuição do tempo de vida do animal. O animal que é abatido em vinte e quatro meses é o animal que tem menos emissões embutidas por quilo de carne do que o animal que fica em um pasto reformado por trinta e seis meses, por exemplo. Então apesar de ser uma noção que às vezes assusta as pessoas, mas a intensificação com confinamento, grãos, etc., apesar de ser horrível do ponto de vista do bem-estar animal porque o boizinho até fica muito mais feliz no pasto aberto, do ponto de vista climático faz mais sentido você ter o mix [estratégias], você também ter esse momento dessa pecuária mais industrializada como é por exemplo nos Estados Unidos. Então eu acho que isso é uma outra dimensão do problema também que tem uma controvérsia, um debate aberto aí (Roberto).

Para os cientistas da Embrapa, como descrevemos em seções anteriores, o manejo de pastagens permitiria aumentar a lotação animal dessas áreas, sem que isso impactasse nas metas de redução das emissões do setor. Em um cenário de aumento da demanda de produtos de origem animal, essas tecnologias assumiriam um papel importante na produção nacional. Porém, de acordo com Sandro, o aumento da produtividade com uma produção de baixo carbono está mais atrelado a outras tecnologias de mitigação, como confinamento, semiconfinamento, suplementação alimentar do rebanho e melhoramento genético – posição similar à que Bernardo suscita no trecho anterior. Tal visão é acompanhada de comparações com produções da agropecuária de outros países, principalmente dos Estados Unidos, que têm uma produção maior de carne do que o Brasil, mesmo com um rebanho menor. Sandro, apesar de reconhecer as projeções de aumento da demanda e consumo por produtos de origem animal, e a pressão disso na produção pecuária, afirma que, no Brasil, o aumento da produção ainda se encontra atrelado à expansão das pastagens e não a formas de intensificação, como ocorre nos Estados Unidos.

Os cientistas do CSR, em outras publicações, tecem suas críticas ao revelar os vínculos entre o desenvolvimento econômico, a captação de recursos financeiros e a promoção das tecnologias de recuperação e integração das pastagens. Segundo Merry e Soares-Filho (2017), a aplicação de tecnologias relativas ao manejo e à conversão dos solos objetiva a captação de recursos para a agropecuária, na tentativa de fortalecer a posição desse setor no cenário climático internacional, ao invés da promoção da conservação ambiental em si. Dentre os recursos financeiros potencialmente captados por essas tecnologias de manejo, podemos citar o Plano ABC a nível nacional. Isso se traduz na narrativa de Arthur que, ao contrário de uma visão de benefícios sistêmicos da reforma de pastagens de forma mais prática e facilitada para

os produtores e para as metas climáticas propriamente ditas, argumenta que um dos gargalos da implementação das tecnologias de manejo é, justamente, a necessidade e a dependência de recursos financeiros pelos produtores, considerando que os retornos são mais a longo prazo. Por esse motivo, junto à diversidade brasileira, no quesito de sistemas de produção, o pesquisador defende que o plano nacional deve abranger essas dificuldades e especificidades, o que não seria adequado apenas com o manejo dos solos na promoção de uma pecuária carbono neutro.

Então assim, para ter um sistema de carbono neutro, nós vamos ter que pensar mais ainda no manejo do solo usando pastagem, agricultura e uma silvicultura junto né. Então assim, é uma estratégia, só que dependendo da situação, nem todos os produtores conseguem colocar isso em prática, que depende de financiamento, porque você introduzir um eucalipto ou uma agricultura numa área de pecuária, isso aumenta muito o *input* financeiro pra que esse produtor possa realizar isso. Então isso é um dos gargalos que faz com que essas integrações elas não são massivamente implantadas a curto prazo. O produtor ele precisa de um capital pra que ele possa investir nessas áreas e ter o retorno de longo prazo quando ele vai cortar a madeira né. Então isso é um dos gargalos do sistema que normalmente o produtor ele não, ele não assimila rapidamente essas tecnologias. [...] Eu acho que o problema é que quando nós temos a pecuária de carbono neutro, o pecuarista ele fica dependente de ter mais recurso financeiro pra ter que investir na agricultura e até mesmo numa silvicultura por exemplo. Então isso é uma das coisas que a gente vê que a técnica, ela não é massivamente implantada no Brasil. E outra coisa que nós temos que pensar também, a diversidade do Brasil ela é muito grande, então o plano ele tem que abranger essa diversidade (Arthur).

Ou seja, os cientistas do CSR entrevistados convergem para afirmações de que a reforma de pastagens, que engloba as tecnologias de recuperação e integração a outros agrossistemas, não seria suficiente para a política nacional e para o cumprimento dos compromissos firmados pelo país. Assim, outras estratégias são propostas, tanto nas pesquisas realizadas quanto em suas narrativas, como o confinamento, a suplementação alimentar, a diminuição da idade de abate dos animais, entre outras. Especificamente, tais cientistas consideram a ameaça da restauração de pastagens em larga escala para o sucesso das metas de redução das emissões brasileiras, e propõe-se que “investimentos em suplementação alimentar [...] e o confinamento juntamente com melhorias complementares nas estratégias de produção são mais prováveis de impulsionar melhorias econômicas, produtivas, e, em particular, perspectivas ambientais” (BATISTA, 2016, p. viii). Mais ainda, com relação ao cenário de aumento da produção de carne, a restauração dos pastos mitigaria apenas parte das emissões marginais devido ao aumento do rebanho, e as estratégias integradas de intensificação seriam mais efetivas (BATISTA *et al.*, 2019). A intenção, aqui, é argumentar que essas políticas são coproduzidas com as concepções geopolíticas e epistemológicas do conhecimento de maneira intencional, no sentido de que as próprias falas dos cientistas demonstram tal intencionalidade. Dizer que a reforma não é a melhor solução e que o plano nacional deve abranger outras estratégias é uma

tentativa deliberada de influenciar nos rumos da política climática brasileira. Assim, as políticas propostas são construídas nas disputas, de maneira imbricada, entrelaçada às concepções de conhecimento científico no contexto geopolítico das negociações climáticas. Os cientistas, tanto da Embrapa quanto do CSR, direcionam as estratégias mais adequadas, indicam o que seria uma pecuária sustentável, discutem de que maneira os investimentos deveriam estar alocados, e negociam as variáveis e cálculos da própria controvérsia com relação às remoções de carbono.

#### 4.5 CONCLUSÕES: DISPUTAS HÍBRIDAS DA CIÊNCIA E DA POLÍTICA

Em resumo, apresentamos na presente seção que as estratégias de remoção de carbono pelos manejos de áreas degradadas, a partir das pesquisas dos cientistas da Embrapa, aparecem como uma solução para a consolidação de uma agropecuária brasileira, partindo do caminho certo já demonstrado por extensas pesquisas, de uma ciência que leva em conta os interesses nacionais e as clivagens nas dinâmicas geopolíticas do conhecimento. Por outro lado, os cientistas do CSR defendem as políticas diversificadas, fundamentando-se nas experiências de outros países, nas incertezas das variáveis, em um entendimento mais amplo dos sistemas de produção e em uma concepção de ciência epistemologicamente desinteressada, baseada em resultados. Para isso, a partir da noção de coprodução, buscamos compreender como os pesquisadores entrevistados escolhem viver no mundo, questionando que mundo é esse. Ou seja, tentamos entender quais mundos estão sendo disputados por eles, e em que termos isso ocorre no sentido das representações geopolíticas, concepções epistemológicas e dimensões institucionais. Cabe lembrar, nesse sentido, que não se questiona a própria ciência, e sim suas possibilidades ou concepções epistemológicas, no interior de uma ciência controversa e aberta às discussões inerentes à atividade, ao desenvolvimento e à evolução científica. Não se disputa o que é política ou qual tipo de conhecimento deve ser valorizado, ao partirem da autoridade científica nessas discussões, mas disputa-se que estratégias políticas são consideradas mais adequadas. Assim, as narrativas dos cientistas envolvidos na controvérsia previamente delimitada, junto aos trabalhos associados, são mobilizadas justamente porque as discussões sobre a política nacional de mitigação climática para a criação de animais e, em especial, sobre as mensurações de carbono removido por pastagens recuperadas ou integradas, são locais privilegiados em que ciência e política estão sendo coproduzidas. Discutir as fronteiras da ciência significa, portanto, discutir sobre a geopolítica do conhecimento e sobre quais políticas

devem ser propostas a nível nacional, em uma arena de disputa híbrida da ciência e política – as quais, inevitavelmente, se entrelaçam.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção desta dissertação foi compreender a controvérsia acerca do potencial de mitigação das tecnologias de manejo de pastagens degradadas e suas conexões com os arranjos políticos nacionais no cenário global de governança climática. Para isso, buscamos investigar e descrever em detalhes os rumos e contornos da controvérsia, levando em consideração que ela ainda se encontra aberta nos cenários nacional e internacional. Dessa maneira, argumentamos que a controvérsia em questão é marcada por entrelaçamentos inevitáveis entre a ciência e a política, constituindo uma arena de disputa híbrida. Como Bernardo, um dos próprios cientistas do CSR narra, “[...] nesse complemento política e ciência, você não sabe onde que fica a política, onde começa a ciência”. Essa é a principal ideia defendida nesta dissertação: os entrelaçamentos inevitáveis, aliados às demarcações do que seria considerado conhecimento válido para fundamentar os direcionamentos políticos, partindo da controvérsia da mensuração das remoções de carbono pelos solos. Para isso, a análise aqui empreendida foi dividida em dois momentos complementares.

Inicialmente, destacamos as posições de cada grupo de cientistas dos dois “*lados*” da controvérsia e a forma como negociam critérios e demarcam fronteiras acerca do que deve ser considerada uma “*boa*” ciência, ou ainda um resultado “*correto*”. Assim, descrevemos quais foram esses critérios suscitados nas narrativas, e quais as justificativas elencadas por eles quando se referem aos resultados do outro grupo, evidenciando os “trabalhos de fronteira” realizados. De um lado, para os cientistas da Embrapa, é possível e suficiente afirmar, a partir de uma gama de estudos previamente realizados, que o mecanismo de remoção de carbono se estabiliza em torno de uma quantidade específica, que constitui o fator de remoção a ser utilizado como base dos cálculos sobre o potencial de mitigação das estratégias de recuperação e integração das pastagens brasileiras, responsáveis pelo fortalecimento do mecanismo de remoção. De outro lado, os cientistas do CSR, além de citarem outras dimensões relevantes para a mensuração, apresentam que tal mecanismo é sintótico, ou seja, há uma variação temporal e ainda tende a zero depois de determinado tempo. Dito isso, quando confrontados com as posições do outro “*lado*” da controvérsia, os cientistas acionaram critérios e demarcaram fronteiras para sustentar suas afirmações. Mais especificamente, os da Embrapa criticaram as outras pesquisas pelo que denominaram de erros metodológicos, e pela demora na publicação em revistas científicas, as quais exigem revisão por pares. Já os do CSR afirmaram que os estudos do outro grupo não abarcaram questões e variáveis importantes, e não consideraram as complexidades inerentes à mensuração do potencial de remoção de carbono

pelos solos recuperados e integrados. Os critérios de escopo e as variáveis analisadas, junto às credenciais científicas, foram mobilizadas por ambos os grupos no esforço de demarcar qual a ciência e os resultados corretos na disputa.

Posteriormente, ao aprofundarmos nas narrativas dos cientistas, argumentamos que mais do que negociações de credibilidade e validade das pesquisas, eles também disputam os próprios termos das negociações. Nesse sentido, apontamos que, na controvérsia, ocorre uma coprodução de diferentes formas de enquadrar e viver no mundo, além dos critérios e fronteiras entre as pesquisas. Isso porque também são colocadas em jogo concepções epistemológicas, representações geopolíticas do conhecimento e dimensões institucionais das políticas, em uma tentativa deliberada de orientar e direcionar a elaboração de políticas públicas consideradas mais adequadas. Apesar de não questionarem a autoridade ou a posição da ciência, os cientistas apontam para concepções epistemológicas distintas do “*fazer científico*”, relacionadas ao que denominamos de nacionalismo ou cosmopolitismo epistemológico. Ao disputarem até onde os interesses devem integrar as atividades da ciência, aqueles ligados a Embrapa propõem uma ciência “*proativa e preocupada*” com os interesses nacionais, ao passo que os do CSR assumem uma posição em prol de uma ciência dita séria, robusta e mais direcionada aos resultados do que a determinados interesses.

Tais concepções epistemológicas relacionam-se intimamente às representações da geopolítica climática – também suscitadas nos discursos dos cientistas. Ou seja, além do interesse no “*fazer*” ciência, são disputadas representações acerca das dinâmicas geopolíticas envolvidas na governança das mudanças climáticas. Os cientistas da Embrapa acionam a importância alimentar, econômica e social da pecuária, indo de encontro às críticas elaboradas por outros países. Mais especificamente, eles questionam a validade das narrativas hegemônicas para o contexto brasileiro, ressaltando os benefícios da pecuária no sentido de defendê-la da visão negativa construída internacionalmente. Já os cientistas do CSR destacam a problemática do desmatamento e suas conexões com a pecuária enquanto uma questão grave a ser endereçada, em acordo com as críticas internacionais que pontuam critérios ambientais descumpridos pela atividade pecuária no Brasil. Por fim, argumentamos que os cientistas, para além das posições geopolíticas e epistemológicas disputadas, também tentam deliberadamente influenciar nos direcionamentos da política climática nacional. Isso porque, ao defender a pecuária brasileira pela sua importância e capacidade de mitigação, e apontar a necessidade de fazer ciência de maneira preocupada com os interesses nacionais, os cientistas da Embrapa procuram influenciar os rumos da política nacional na direção das estratégias de remoção de carbono pelas pastagens. E ao propor uma ciência voltada para resultados e ressaltar a

problemática do desmatamento em consonância com as posições internacionais de crítica ambiental com relação à pecuária brasileira, os cientistas do CSR apresentam políticas diferenciadas, incluindo alimentação do rebanho e tipo de criação, como um outro rumo para os ordenamentos políticos nacionais. Todas essas dimensões, sejam da ciência ou da política, foram suscitadas nas narrativas e devem ser pensadas de maneira interligada e imbricada, na medida em que são coproduzidas.

Para além de critérios negociados, como as credenciais científicas e as variáveis analisadas pelos trabalhos, buscamos descrever em detalhes o contexto da controvérsia e apresentar, a partir dos discursos dos cientistas envolvidos, os entrelaçamentos inevitáveis da ciência e da política, sendo coproduzidas e constituindo uma arena híbrida de disputa. Assim, esperamos contribuir para os estudos na interface ciência-política, em especial, para as discussões climáticas no Brasil, aprofundando nos entendimentos das complexas relações do conhecimento científico e das políticas públicas. Porém, cabe ressaltar algumas limitações desta pesquisa. Apesar de termos buscado enfatizar as narrativas dos cientistas, a pandemia do coronavírus impôs alguns empecilhos, como a impossibilidade de entrevistar mais cientistas envolvidos na controvérsia, que foram mapeados nas primeiras etapas. Mais ainda, não foi possível entrevistar nem conversar com os tomadores de decisão, ou seja, os formuladores de políticas no contexto brasileiro, na intenção de compreender de que forma eles tratam sobre a ciência na interface com as políticas públicas. Portanto, como direcionamentos para trabalhos futuros, apontamos para a necessidade de abarcar e investigar as narrativas desses formuladores na arena de tomada de decisões políticas. Assim, a partir das narrativas de tais atores, seria possível entender de maneira mais aprofundada como a ciência se imbrica com a política. Por ora, no cenário de limitações apresentado, a ideia foi buscar nas narrativas dos cientistas os significados atribuídos e seus efeitos de realidade.

## REFERÊNCIAS

- ABONIZIO, J. Conflitos a mesa: vegetarianos, consumo e identidade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 115-136, 2016.
- ABONIZIO, J. Consumo alimentar e anticonsumismo: veganos e freeganos. **Ciências Sociais Unisinos**, São Leopoldo, v. 49, n. 2, p. 191-196, 2013.
- ADAMS, C. **A política sexual da carne**: uma teoria feminista-vegetariana. São Paulo: Alaúde Editorial, 2018.
- ALMEIDA, R. G. de; MEDEIROS, S. R. de. Emissão de gases de efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. *In*: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: 10 ANOS DE PESQUISA, 1., 2013, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Embrapa/MAPA, 2013. p. 1-23.
- ALVES, E. Embrapa: um caso bem-sucedido de inovação institucional. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, ano 19, ed. esp., p. 65-73, 2010.
- ALVES, F. **Carne Carbono Neutro**: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos [recurso eletrônico]. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2015. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158193/1/Carne-carbono-neutro.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2019.
- ANISTIA INTERNACIONAL. **Fence off and bring cattle**: Illegal cattle farming in Brazil's Amazon. Amnesty International Ltd: London, 2019.
- ASSAD, E. *et al.* Changes in soil carbon stocks in Brazil due to land use: paired site comparisons and a regional pasture soil survey. **Biogeosciences**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 6141–6160, 2013.
- ASSAD, E. *et al.* Potencial de mitigação da emissão de gases de efeito estufa por meio da adoção da estratégia de integração lavoura-pecuária-floresta. *In*: CORDEIRO, L. A. M. *et al.* (ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2015.
- ASSAD, E. *et al.* Sequestro de carbono e mitigação de emissões de gases de efeito estufa pela adoção de sistemas integrados. *In*: BUNGENSTAB, D. J. *et al.* (ed.) **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Beef Report**: Perfil da Pecuária no Brasil 2021. Brasília, DF; São Paulo: ABIEC, 2021.
- AZEVEDO, E. Alimentação, sociedade e cultura: temas contemporâneos. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 19, n. 44, p. 276-307, 2017.

BAILÃO, A. S. **Ciências e mundos aquecidos**: narrativas mistas de mudanças climáticas em São Paulo. 2014. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Programa de Pós-Graduação em Antropologia Social, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

BAILÃO, A. S. Imagining Nations and Producing Climate-Change Knowledge in Brazil. *In*: SILLITOE, P. (org.). **The Anthropocene of Weather and Climate**. Ethnographic Contributions to the Climate Change Debate. v. 1. 1. ed. New York: Berghahn Books, 2021. p. 271-293.

BARNES, B. **Scientific Knowledge and Sociological Theory**. Abingdon, UK: Routledge, 1974.

BARNES, B.; BLOOR, D. Relativism, rationalism and the sociology of knowledge. *In*: HOLLIS, M.; LUKES, S. (ed.). **Rationality and Relativism**. Nova Jersey: Blackwell, 1982.

BARROS, G. *et al.* Representações sociais do consumo da carne em Belo Horizonte. **Physis**: Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 365-383, 2012.

BATISTA, E. L. da S, *et al.* Large-scale pasture restoration may not be the best option to reduce greenhouse gas emissions in Brazil. **Environmental Research Letters**, United Kingdom, v. 14, p. 1-12, 2019.

BATISTA, E. L. da S. **Modeling the economic and environmental impacts of cattle ranching intensification in Mato Grosso**. 2016. Tese (Doutorado em Meteorologia – *Doctor Scientia*) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Aplicada, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

BECK, S.; MAHONY, M. The IPCC and the new map of science and politics. **WIREs Clim Change**, New Jersey, v. 9, n. 6, e547, 2018.

BECK, U. **A metamorfose do mundo**: novos conceitos para uma nova realidade. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2010.

BERNOUX, M. *et al.* Brazil's Soil Carbon Stocks. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 66, n. 3, p. 888-896, 2002.

BIJKER, W. How is Technology Made? That is the Question! **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 34, n. 1, p. 63-76, 2010.

BIJKER, W.; PINCH, Trevor. The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. *In*: BIJKER, W.; PINCH, T. (ed.). **Social Construction of Technological Systems**. New Direction in the Sociology of Technology. Cambridge, MA: MIT Press, 1987. p. 17-50.

BLOOR, D. **Conhecimento e Imaginário Social**. São Paulo: Editora Unesp, 2009.

BRABO, B. Pará lança plataforma SeloVerde em apoio à agropecuária sustentável e à rastreabilidade da cadeia produtiva do Estado. **Agência Pará**, Belém, 26 abr. 2021. Disponível em <https://agenciapara.com.br/noticia/27809/>. Acesso em: 03 jul. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010**. Regulamenta os arts. 6, 11 e 12 da Lei no 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Coletânea de fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da pecuária brasileira**. Brasília: MAPA/SENAR, 2020a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Financiamento. **MAPA**, Brasília, 25 nov. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/financiamento>. Acesso em: dia mês. ano.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília: MAPA/ACS, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial para adaptação à mudança do clima e baixa emissão de carbono na agropecuária com vistas ao desenvolvimento sustentável (2020-2030)**: visão estratégica para um novo ciclo. Brasília, DF: MAPA, 2021.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações. **Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima** – Volume III. Brasília: MCTIC, 2016.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima** – Volume IV. Brasília: MCTI, 2020b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Página Inicial. **MMA**, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Secretaria de Inspeção do Trabalho. Painel de informações e estatísticas da Inspeção do Trabalho no Brasil. **SIT**, Brasília, [20--]. Disponível em: <https://sit.trabalho.gov.br/radar/>. Acesso em: dia mês. ano.

BRAZ, S. *et al.* Soil Carbon Stocks under Productive and Degraded Brachiaria Pastures in the Brazilian Cerrado. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 77, n. 3, p. 914-928, 2013.

BUNGENSTAB, D. J. *et al.* (ed.) **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 835p.

BUSTAMANTE, M. *et al.* Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climate Change**, [s. l.], v. 115, n. 3-4, p. 559–577, 2012.

CALLON, M. Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay. *In*: LAW, J. (org.) **Power, action and belief**: A new sociology of knowledge. Abingdon, UK: Routledge, 1986. p. 196-233.

CARRANÇA, T. Mudanças climáticas: governo Bolsonaro quer convencer o mundo que problema do Brasil é 'de imagem'. **BBC News Brasil**, São Paulo, 14 set. 2021. Disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58550080>. Acesso em: 12 set. 2022.

CARVALHO, J. L. N. *et al.* Potencial de sequestro de carbono em diferentes biomas do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 277-289, 2010.

CARVALHO, M. C. da V. S.; LUZ, M. T.; PRADO, S. D. Comer, alimentar e nutrir: categorias analíticas instrumentais no campo da pesquisa científica. **Rev. Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 155-163, 2011.

CERRI, C. C. *et al.* Brazilian greenhouse gas emissions: the importance of agriculture and livestock. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 66, n. 6, p. 831-843, 2009.

CERRI, C. C.; OLIVEIRA, D. Sequestro de carbono em áreas de pastagem. *In*: PEDREIRA, C. G. S. *et al.* (org.). **As mudanças Climáticas e as pastagens**: desafios e oportunidades. Anais do 28º Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Piracicaba: Fealq, 2017. p. 307-322.

CHERNILO, D. **Nacionalismo y cosmopolitismo**: ensayos sociológicos. Santiago: Ed. Universidad Diego Portales, 2010.

COLLINS, H. M. **Mudando a ordem**: replicação e indução na prática científica. Belo Horizonte: Fabrefactum editora, 2011.

COLLINS, H. M. The Place of the 'Core-Set' in Modern Science: Social Contingency with Methodological Propriety in Science. **History of Science**, California, v. 19, n. 1, p. 6–19, 1981a.

COLLINS, H. M. Stages in the Empirical Programme of Relativism. **Social Studies of Science**, California, v. 11, n. 01, p. 3-10, 1981b.

COLLINS, H. M.; PINCH, T. **O golem**: o que você deveria saber sobre ciência. São Paulo: UNESP, 2003.

CUADRA, S. *et al.* **Ação contra a mudança global do clima**: contribuições da Embrapa. ed. técnica. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

DAVISON, T. M. *et al.* Pathways to a carbon neutral Australian red meat industry. *In*: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das Pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.

DIAS-FILHO, M. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. Belém, PA: Ed. Do Autor, 2011.

DUARTE, T.; REYES-GALLINDO, L. Entrevistas en microsociología de la ciencia. **Revista Mexicana de Sociología**, Ciudad de México, v. 83, n. 1, p. 41-71, 2021.

DUARTE, T. R. Aquecimento global: verdade inconveniente ou teoria falsa? *In*: GOMES, A. C.; V. CARVALHO, E. B. de C. (org.). **História da Ciência no Cinema**. Belo Horizonte: Fino Traço, 2014.

DUARTE, T. R. Mecanismos de homogeneização da atividade científica: o caso da ciência das mudanças climáticas. **Revista Sociedade e Estado**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 821-843, 2016.

DUARTE, T. R. O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas na Interface entre Ciência e Políticas Públicas: Identidades, Geopolítica e Concepções Epistemológicas. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 21, n. 51, p. 76-101, 2019.

DUARTE, T. R.; REYES-GALLINDO, L. Apresentação: Estudos Sociais das Ciências e Tecnologias. **Revista Pós** – Revista Brasiliense de Pós-Graduação em Ciências Sociais, Brasília, v. 14, n. 2, p. 12-33, 2019.

EDWARDS, P. N. **A vast machine: computer models, climate data, and the politics of global warming**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2010.

EDWARDS, P. N. Meteorology as infrastructural globalism. **Osiris**, Chicago, v. 21, n. 1, p. 229–250, 2006.

EDWARDS, P. Representing the Global Atmosphere: Computer Models, Data and Knowledge about Climate Change. *In*: MILLER, C.; EDWARDS, P. (org.). **Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance**. Cambridge, MA; Londres: The MIT Press, 2001. p. 31-65.

ELIAS, N. **O processo civilizador: uma história dos costumes**. v. 1. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.

EMBRAPA. Mapa apresenta metas e tecnologias de produção sustentável para o Plano ABC+. **Embrapa Notícias**, Brasília, 18 out. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/65572858/mapa-apresenta-metas-e-tecnologias-de-producao-sustentavel-para-o-plano-abc>. Acesso em: 10 abr. 2022.

EMBRAPA. Portfólios. **Embrapa**, Brasília, 2022. Disponível em <https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/portfolios>. Acesso em: 25 set. 2022.

EZRAHI, Y. Science and the political imagination in contemporary democracies. *In*: JASANOFF, S. **States of knowledge: the co-production of science and social order**. New York: Routledge, 2004.

EZRAHI, Y. **The descent of Icarus**: science and the transformation of contemporary democracy. Cambridge, Ma: Harvard University Press, 1990.

FERNANDES, F. A.; FERNANDES, A. H. B. M. **Atualização dos métodos de cálculo de estoques de carbono do solo sob diferentes condições de manejo**. Comunicado Técnico 95. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2013.

FIDDES, N. **Meat**: a natural symbol. Londres; Nova Iorque: Routledge, 1991.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. **FAO Brasil**, Brasília, 28 jun. 2017a. Disponível em: [FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS \(FAO\). \*\*Soil Organic Carbon\*\*: the hidden potential. Roma: FAO, 2017b.](http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/#:~:text=Representante%20da%20FAO%20Brasil%20apresenta%20cen%C3%A1rio%20da%20demanda%20por%20alimentos,-Foto%3A%20%2A9FAO&text=%E2%80%9CPara%20alimentar%20essa%20popula%C3%A7%C3%A3o%20maior,2%2C5%20bilh%C3%B5es%20produzidos%20atualmente. Acesso em: 11 fev. 2021.</a></p>
</div>
<div data-bbox=)

FOUILLEUX, E. *et al.* 'Feeding 9 billion people': global food security debates and the productionist trap. **Journal of European Public Policy**, United Kingdom, v. 24, n. 11, p. 1658-1677, 2017.

FREITAS, A. *et al.* Carbon neutralization potential of beef cattle system in cerrado biome of Maranhao, Brazil. In: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019.

G1. Líderes mundiais pressionam Brasil e pedem solução para incêndios na Amazônia; veja as declarações. **G1**, [s. l.], 23 ago. 2019a. Disponível em <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2019/08/23/lideres-mundiais-pressionam-brasil-e-pedem-solucao-para-incendios-na-amazonia-veja-as-declaracoes.ghtml>. Acesso em: 12 set. 2022.

G1. Começa a COP 25, conferência do clima da ONU em Madri; entenda o que está em jogo. **G1**, [s. l.], 02 dez. 2019b. Disponível em <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/12/02/comeca-a-cop-25-conferencia-do-clima-da-onu-em-madri.ghtml>. Acesso em: 16 set. 2021.

G1. COP 25: veja repercussão do acordo que adiou para 2020 decisões sobre combate ao aquecimento global. **G1**, [s. l.], 15 dez. 2019c. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/12/15/cop-25-veja-repercussao-do-acordo-que-adiou-para-2020-decisoes-sobre-combate-ao-aquecimento-global.ghtml>. Acesso em 16 set. 2021.

GIERYN, T. Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists. **American Sociological Review**, California, v. 48, n. 6, p. 781-795, 1983.

GLOBAL FOREST WATCH. Monitoramento de Florestas Projetado para a ação. **Global Forest Watch**, [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.globalforestwatch.org/>. Acesso em: 27 jul. 2020.

HAJER, M.; VERSTEEG, W. A decade of discourse analysis of environmental politics: achievements, challenges, perspectives. **J. Environ. Pol. Plann.**, New Jersey, v. 7, n. 3, p. 175-184, 2006.

HILGARTNER, S. Mapping systems and moral order: Constituting property in genome laboratories. In: JASANOFF, S. (org.) **States of Knowledge: the co-production of science and social order**. Nova York: Routledge, 2004.

HOELLE, J. Jungle beef: consumption, production and destruction, and the development process in the Brazilian Amazon. **Journal of Political Ecology**, Arizona, v. 24, n. 1, p. 743-762, 2017.

HULME, M. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**. The International Encyclopedia of Geography. New Jersey: John Wiley & Sons Ltd., 2017.

HULME, M.; MAHONY, M. Climate change: What do we know about the IPCC? **Progress in Physical Geography**, California, v. 34, n. 5, p. 705–718, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário**: resultados definitivos. v. 8. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. p. 1-105.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário Brasileiro 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: [https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo\\_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html](https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html). Acesso em: 31 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Pecuária Municipal 2019**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm\\_2019\\_v47\\_br\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2019_v47_br_informativo.pdf). Acesso em: 11 fev. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Geneva: IPCC, 2019a.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2014 Synthesis Report** – Summary for Policymakers. Geneva: IPCC, 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Cambridge, MA: Cambridge University Press, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability** – Summary for Policymakers. Cambridge, MA; New York, NY: Cambridge University Press, 2022. p. 3–33.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Geneva: IPCC, 2006.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Special Report: Special Report Climate Change and Land – Summary for Policymakers**. Geneva: IPCC, 2019b.

JAMIESON, D. Climate Change and Global Environment Justice. *In*: MILLER, C.; EDWARDS, P. (org.) **Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance**. Cambridge, MA; London: The MIT Press, 2001. p. 287-307.

JANTALIA, C. P. *et al.* Mudanças no estoque de C do solo em áreas de produção de grãos: avaliação do impacto do manejo de solo. *In*: ALVES, B. *et al.* (ed.) **Manejo de sistemas agrícolas: impacto no sequestro de C e nas emissões de gases do efeito estufa**. Porto Alegre: Embrapa Agrobiologia, 2006. p. 35-57.

JASANOFF, S. Afterword. *In*: JASANOFF, S. (org.). **States of Knowledge: the co-production of science and social order**. New York: Routledge, 2004a.

JASANOFF, S. Constitutional Moments in Governing Science and Technology. **Sci Eng Ethics**, [s. l.], v. 17, p. 621–638, 2011.

JASANOFF, S. Contested boundaries in policy-relevant science. **Social Studies of Science**, California, v. 17, n. 2, p. 195-230, 1987.

JASANOFF, S. Future Imperfect: science, technology, and the imaginations of modernity. *In*: JASANOFF, S; KIM, S. (org.). **Dreamscapes of Modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power**. Chicago: University of Chicago Press, 2015.

JASANOFF, S. Image and imagination: The formation of Global Environmental Consciousness. *In*: MILLER, Clark; EDWARDS, Paul. (org.) **Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance**. Cambridge, MA; London: The MIT Press, 2001. p. 309-337.

JASANOFF, S. Ordering knowledge, ordering society. *In*: JASANOFF, S. (org.). **States of Knowledge: the co-production of science and social order**. New York: Routledge, 2004b.

JASANOFF, S. **The Fifth Branch: Science Advisers as Policymakers**. Cambridge, MA: Harvard Univ Press, 1990.

JASANOFF, S. The idiom of co-production. *In*: JASANOFF, S. (org.). **States of Knowledge: the co-production of science and social order**. New York: Routledge, 2004c.

JOHNSON, K. Brazil and the Politics of the Climate Change Negotiations. **Journal of Environment & Development**, California, v. 10, n. 2, p. 178-206, 2001.

JOY, M. **Por que amamos cachorros, comemos porcos e vestimos vacas?** Uma introdução ao carnismo. São Paulo: Cultrix, 2014.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectival, 2017.

LAHSEN, M. A science–policy interface in the global south: The politics of carbon sinks and science in Brazil. **Climatic Change**, [s. l.], v. 97, n. 3-4, p. 339–72, 2009.

LAHSEN, M. Distrust and participation in international science and environmental decision making: Knowledge gaps to overcome. In: PETTINGER, M. (org.). **The social construction of climate change**. Aldershot; Burlington: Ashgate Publishing Limited, 2007. p. 173–196.

LAHSEN, M. Transnational locals: Brazilian Experiences of the Climate Regime. In: JASANOFF, S.; MARTELLO, M. (org.). **Earthly politics, worldly knowledge: Local and global in environmental politics**. Cambridge, MA: The MIT Press, 2004. p. 151–72.

LAL, R. Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. **Land Degradation & Development**, New Jersey, v. 17, n. 2, 197–209. 2006.

LATOURE, B. **Ciência em ação: Como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: UNESP, 2000.

LATOURE, B. **Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

LATOURE, B. **Políticas da natureza: Como associar as ciências à democracia**. São Paulo: Editora Unesp, 2019.

LATOURE, B. **Reagregando o social: uma introdução à Teoria Ator-Rede**. Salvador: EDUFBA, 2012.

LIMA, R. de S.; FERREIRA NETO, J. A.; FARIAS, R. de C. P. Alimentação, comida e cultura: o exercício da comensalidade. **Demetra**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 507-522, 2015.

LYNAS, M.; HOULTON, B. Z.; PERRY, S. Greater than 99% consensus on human caused climate change in the peer-reviewed scientific literature. **Environmental Research Letters**, United Kingdom, v. 16, n. 11, p. 1-7, 2021.

MAHONY, M. The predictive state: science, territory and the future of the Indian climate. **Social Studies of Science**, California, v. 44, n. 1, p. 109-133, 2014.

MAIA, S. M. F. *et al.* Effect on grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, [s. l.], v. 149, n. 1-2, p. 84-91, 2009.

MAIO, A. Pecuária é capaz de gerar crédito de carbono com média lotação no pasto. **Embrapa Notícias**, Brasília, 06 jul. 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/63282137/pecuaria-e-capaz-de-gerar-credito-de-carbono-com-media-lotacao-no-pasto>. Acesso em: 12 set. 2022.

MALAQUIAS, F. *et al.* Atlas digital das pastagens brasileiras: dados e informações sobre a maior classe de uso da terra do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019, Santos. **Anais [...]**. Santos, SP: INPE, 2019. p. 2299-2302.

MANDARINO, R. A. *et al.* Evaluation of good agricultural practices and sustainability indicators in livestock systems under tropical conditions. **Agricultural Systems**, [s. l.], v. 174, p. 32-38, 2019.

MANZATTO, C. V. *et al.* **Mitigação das emissões de gases de efeitos estufa pela adoção das tecnologias do Plano ABC**: estimativas parciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2020.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020**. São Paulo: MapBiomass, 2021. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2020/RAD2020\\_MapBiomassAlerta\\_FIN\\_AL.pdf](https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2020/RAD2020_MapBiomassAlerta_FIN_AL.pdf). Acesso em: 28 set. 2021.

MARTINS, A; GUIVANT, J. S. A coprodução das ciências e das políticas na gestão da biodiversidade marinha brasileira: a controvérsia sobre o manejo sustentável de espécies ameaçadas. **Revista Política e Sociedade**, Florianópolis, v. 19, n. 44, p. 140–171, 2020.

MARTINS, S. *et al.* Capacidade de sequestro de CO<sub>2</sub> em pastagens produtivas no bioma Cerrado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2012, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2012.

MASON, J. **Qualitative Researching**. London; Thousand Oaks; New Delhi: Sage Publications, 2002.

MATTEDI, M. A. A sociologia da pesquisa científica: o laboratório científico como unidade de análise sociológica. **Teoria & Pesquisa**, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 51-70, 2007.

MATTEDI, M. A. Dilemas da simetria entre contexto social e conhecimento: a redefinição das modalidades de abordagem sociológica do problema do conhecimento. **Política e Sociedade**, Florianópolis, v. 3, n. 4, p. 41-79, 2004.

MEDEIROS, S. *et al.* Mitigação da emissão de gases de efeito estufa em sistemas de produção animal em pastagens: Em busca da carne com emissão zero. *In*: PEDREIRA, C. *et al.* (org.) **As mudanças Climáticas e as pastagens**: desafios e oportunidades. Anais do 28º Simpósio sobre Manejo de Pastagem. Piracicaba: Fealq, 2017. p. 163-220.

MENDES, C. *et al.* O Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária e a Cooperação entre as Instituições Públicas de Pesquisa. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 52., 2014, Goiânia. **Anais [...]**. Goiânia: UFG/Embrapa, 2014.

MERRY, F. SOARES-FILHO, B. Will intensification of beef production deliver conservation outcomes in the Brazilian Amazon? **Elem Sci Anth**, California, v. 5, n. 24, 2017.

MICHELINI, J. **A pecuária bovina de corte no Brasil**: significados, contradições e desafios em busca da sustentabilidade. 2016. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) – Programa de Pós-Graduação, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2016.

MIGNOLO, W. A Geopolítica do Conhecimento e a Diferença Colonial. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, v. 48, n. 48, 2020, p. 187-224.

MIGUEL, J. Negacionismo climático no Brasil. **Coletiva**, Recife, n. 27, 2020.

MIGUEL, J. Pós-verdade ou produção da ignorância? **CTS em foco**, Rio de Janeiro, n. 5, p. 54-59, 2021.

MIGUEL, J. Tecnopolíticas das mudanças climáticas: modelos climáticos, geopolítica e governamentalidade. **História, Ciências, Saúde**, Manguinhos, v. 24, n. 4, p. 969-987. 2017.

MIGUEL, J.; MAHONY, M.; MONTEIRO, M. “Infrastructural geopolitics” of climate knowledge: the Brazilian Earth System Model and the North-South knowledge divide. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 21, n. 51, p. 44-74, 2019.

MIGUEL, J.; MONTEIRO, M. Por que devemos nos interessar por modelos climáticos? **Clima Com Cultura Científica**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 6-17, 2014.

MILLER, C. Challenges in the application of science to global affairs: contingency, trust and moral order. *In*: MILLER, C., EDWARDS, P. (org.) **Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance**. Cambridge, MA; London: The MIT Press, 2001. p. 247-287.

MILLER, C. Climate science and the making of a global political order. *In*: JASANOFF, S. (org.) **States of Knowledge: the co-production of science and social order**. New York: Routledge, 2004a. p. 46-66.

MILLER, C. R. Novelty and heresy in the debate on nonthermal effects of electromagnetic fields. *In*: HARRIS, R. A. (ed.). **Rhetoric and incommensurability**. West Lafayette, IN: Parlor Press, 2005. p. 464-505.

MILLER, C. Resisting Empire: Globalism, Relocalization, and the Politics of Knowledge. *In*: JASANOFF, S.; MARTELLO, M. (org.). **Earthly politics, worldly knowledge: Local and global in environmental politics**. Cambridge, MA: MIT Press, 2004b. p. 81-102.

MILLER, C.; EDWARDS, P. (org.) **Changing the Atmosphere: Expert Knowledge and Environmental Governance**. Cambridge, MA; London: The MIT Press, 2001.

MONTEIRO, M; RAJÃO, R. Scientists as citizens and knowers in the detection of deforestation in the Amazon. **Social Studies of Science**, California, v. 47, n. 4, p. 466-484, 2017.

NELKIN, D. The political impact of technical expertise. **Social Studies of Science**, California, v. 5, n. 1, p. 35-54, 1975.

OBSERVATÓRIO ABC. **Agricultura de baixa emissão de carbono: a evolução de um novo paradigma. Relatório completo**. São Paulo: FGV, 2013. Disponível em <http://observatorioabc.com.br/2013/05/23agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono-a-evolucao-de-um-novo-paradigma/>. Acesso em: 31 out. 2022.

OBSERVATÓRIO ABC. **Impactos econômicos e ambientais do Plano ABC**. Relatório Completo. São Paulo: FGV, 2017.

OBSERVATÓRIO ABC. **Invertendo o sinal de carbono da agropecuária brasileira**: uma estimativa do potencial de mitigação de tecnologias do Plano ABC de 2012 a 2023. São Paulo: FGV, 2015.

OECD-FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029**. Roma: FAO; Paris: OECD Publishing, 2020.

OLIVEIRA, P. *et al.* Intensification of tropical pastures for beef cattle production in Brazil: intensity of greenhouse gases - GHG - emission and carbon balance (CO<sub>2</sub>eq). *In*: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019a.

OLIVEIRA, P. *et al.* Intensification of tropical pastures for beef cattle production in Brazil: the need for C sequestration by trees to mitigate greenhouse gas emissions. *In*: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019b.

OLIVEIRA, P. Recuperação e reforma de pastagens. *In*: PEDREIRA, C. *et al.* (ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24., 2007, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: FEALQ, 2007. p. 39-73.

ORESQUES, N. Science and public policy: what's proof got to do with it? **Environmental Science and Policy**, [s. l.], v. 7, n. 5, p. 369-383, 2004.

ORESQUES, N.; CONWAY, E. **Merchants of doubt**: how a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global warming. New York: Bloomsbury Press, 2010.

PENTEADO, M. *et al.* A trajetória do planejamento da pesquisa na Embrapa. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 35-60, 2014.

PEREIRA, J. *et al.* Low emission, sustainable beef cattle production on mixed Brachiaria grassforage peanut pastures. *In*: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019.

PEREIRA, M. *et al.* Economic analysis of silvopastoral systems eligible for the Carbon Neutral Brazilian Beef protocol. *In*: GREENHOUSE GAS AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 7., 2019, Foz do Iguaçu. **Proceedings [...]**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2019.

PERLATTO, F. A nação importa? Sociologia pública global, cosmopolitismo e sociologia brasileira. **Revista Cadernos de Estudos Sociais e Políticos**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 69-87, 2012.

PETRAS, J.; VELTMEYER, H. Whither Lula's Brazil? Neoliberalism and 'third way' ideology. **Journal of Peasant Studies**, New York, v. 31, n. 1, p. 1-44, 2003.

- PLUMER, B. O que sabemos, e não sabemos, sobre a carne e o aquecimento global. **Clima Info**, [s. l.], 02 out. 2019. Disponível em <https://climainfo.org.br/2019/10/03/o-que-sabemos-sobre-carne-e-aquecimento-global/>. Acesso em: 12 set. 2022.
- POPPER, Karl. **A lógica da investigação científica**. São Paulo: Abril cultural, 1980.
- PREMEBIDA, A; NEVES, F.; ALMEIDA, J. Estudos sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 13, n. 26, p. 22-42, 2011.
- RAJÃO, R; DUARTE, T. Performing postcolonial identities at the United Nations' climate negotiations. **Postcolonial Studies**, New York, v. 21, n. 3, p. 364-378. 2018.
- RAJÃO, R. *et al.* O risco das falsas controvérsias científicas para as políticas ambientais brasileiras. **Revista Sociedade e Estado**, Brasília, DF, v. 37, n. 1, p. 317-352, 2022.
- RAJÃO, R. *et al.* The rotten apples of Brazil's agribusiness: Brazil's inability to tackle illegal deforestation puts the future of its agribusiness at risk. **Science**, Washington, DC, v. 369, n. 6501, p. 246–248, 2020.
- RAJÃO, R.; SOARES-FILHO, B. Policies undermine Brazil's GHG goals. **Science**, Washington, DC, v. 350, n. 6260, 2015.
- REGAN, T. **Jaulas Vazias: Encarando o desafio dos direitos animais**. Porto Alegre: Lugano Editora, 2006.
- REPÓRTER BRASIL. **A carne brasileira e o acordo Mercosul-UE**. São Paulo: Repórter Brasil, 2021a.
- REPÓRTER BRASIL. **Trabalho escravo na indústria da carne**. Monitor #8. São Paulo: Repórter Brasil, 2021b.
- RIBEIRO, C.; CORÇÃO, M. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **Demetra**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 425-438, 2013.
- RITCHIE, H.; ROSADO, P.; ROSER, M. Meat and dairy production. **Our World in Data (FAO)**, [s. l.], ago. 2017a. Disponível em: <https://ourworldindata.org/meat-production>. Acesso em: 07 set. 2021.
- RITCHIE, H.; ROSADO, P.; ROSER, M. Per capita meat consumption. **Our World in Data (FAO)**, [s. l.], ago. 2017b. Our World in Data (FAO). Disponível em: <https://ourworldindata.org/meat-production#meat-consumption-tends-to-rise-as-we-get-richer>. Acesso em: 07 set. 2021.
- ROHRACHER, H. History of Science and Technology Studies. *In*: WRIGHT, J. D. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2015.
- SALLES, Ricardo. **Para compensar nossas emissões na COP, um almoço veggie!** [S. l.], 15 dez. 2019. Twitter: @rsallesmma. Disponível em:

<https://twitter.com/rsallesmma/status/1206271937535717377?lang=pt>. Acesso em: 16 set. 2021.

SHAPIN, S.; SCHAFFER, S. **Leviathan and the air-pump**: Hobbes, Boyle, and the experimental life. Princeton: Princeton University Press, 2011.

SILVA, C; MACHADO, P. **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas**: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

SILVA, M. C. da; BOAVENTURA, V. M.; FIORAVANTI, M. C. S. História do povoamento bovino no Brasil Central. **Revista UFG – Dossiê Pecuária**, Goiânia, ano 13, n. 13, p. 34-41, 2012.

SILVEIRA, E. C. Gibi: “Gases de Efeito Estufa” é apresentado para estudantes. **Embrapa Notícias**, Brasília, 14 set. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/16358843/gibi-gases-de-efeito-estufa-e-apresentado-para-estudantes>. Acesso em: dia mês. ano.

SINGER, P. **Libertação animal**. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2010.

SISMONDO, S. **An Introduction to Science and Technology Studies**. Inglaterra: Riley, 2010.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Nota Metodológica**: Setor de Mudanças de Uso do Solo e Florestas. Brasil: Seeg, 2018.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Emissões do Setor de Agropecuária**: período 1970-2018. Brasil: Observatório do Clima/Imaflora, 2019a.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil (1970-2018)**. Relatório-síntese. Brasil: Observatório do Clima, 2019b.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Análise das emissões brasileiras de gases de efeito estufa e suas implicações para as metas do Brasil (1970-2019)**. Relatório-síntese. Brasil: Observatório do Clima, 2020.

SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (SEEG). **Análise das emissões brasileiras de e suas implicações para as metas climáticas do Brasil (1970 – 2020)**. Brasil: Observatório do Clima, 2021.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Brazil’s Market for Trading Forest Certificates. *Plos One*, California, v. 11, n. 6, e0157203, 2016.

SOARES-FILHO, B. *et al.* Simulating the spatial patterns of change through the use of the dinamica model. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 721-728.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R. Traditional conservation strategies still the best option. **Nature Sustainability**, [s. l.], v. 1, p. 608-610. 2018.

SORDI, D. **De carcaças e máquinas de quatro estômagos**: estudo das controvérsias sobre o consumo e a produção de carne no Brasil. 2013. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social) – Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

SOUZA, M. C. O.; CORAZZA, R. I. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 42, p. 52-80, 2017.

STOREY, W. Plants, power and development: Founding the Imperial Department of Agriculture for the West Indies, 1880–1914. *In: JASANOFF, S. (org.) States of Knowledge: the co-production of science and social order*. New York: Routledge, 2004. p. 109-130.

SWEDLOW, B. Using the Boundaries of Science to do Boundary-Work among Scientists: Pollution and Purity Claims. **Science & Public**, [s. l.], v. 34, n. 9, p. 633-643, 2007.

TEIXEIRA, T. **“Tornar-se vegetariano/a” para estudantes da UnB**: As razões para adoção dessa prática alimentar e seus modos de consumo. 2018. Monografia (Graduação em Sociologia) – Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). Centro de Sensoriamento Remoto. **CRS/UFMG**, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://csr.ufmg.br/csr/pt/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). Dinamica EGO. **UFMG**, Belo Horizonte, 2022. Disponível em <https://csr.ufmg.br/dinamica/>. Acesso em: 12 set. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). Integração lavoura-pecuária. **UFMG**, Belo Horizonte, [20--]. Disponível em <https://csr.ufmg.br/pecuaria/portfolio-item/integracao-lavoura-pecuaria/>. Acesso em 17 set. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS (UFMG). SimBrasil/OTIMIZAGRO. **CRS/UFMG**, Belo Horizonte, 2016. Disponível em <https://csr.ufmg.br/otimizagro/>. Acesso em 16 nov. 2021.

URQUIAGA, S. Aplicação de técnicas de <sup>13</sup>C em estudos de sequestro de C em solos agrícolas. *In: ALVES, B. et al. (ed.) Manejo de sistemas agrícolas: impacto no sequestro de C e nas emissões de gases do efeito estufa*. Porto Alegre: Embrapa Agrobiologia, 2006. p. 13-34.

VELTRONE, A. As ciências sociais e as mudanças climáticas. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 11, n. 3, p. 134–154, 2018.

VENTURINI, T. Diving in Magma: how to explore controversies with actor-network theory. **Public Understanding of Science**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 258-273, 2010.

VINHOLIS, M. de M. B. *et al.* **Adoção de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em São Paulo**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2020.

VIOLA, E. O regime internacional de mudança climática e o Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v. 17, n. 50, p. 25-46, 2002.

VIOLA, E.; FRANCHINI, M. Brasil na governança global do clima, 2005-2012: a luta entre conservadores e reformistas. **Contexto Internacional** (PUC), Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, p. 43-76, jan./jun. 2013.

WARREN, C. Qualitative Interviewing. *In*: GUBRIUM J. F.; HOLSTEIN, J. A. (ed.). **Handbook of interview research: Context and method**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2002.

WOOLGAR, S.; LEZAUN, J. The wrong bin bag: A turn to ontology in Science and Technology Studies? **Social Studies of Science**, California, v. 43, n. 3, p. 321-340, 2013.