



**DINÂMICA DAS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA
RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES NO ESTADO
DO ACRE, ENTRE 1989 a 2010**

KAMILLA ANDRADE DE OLIVEIRA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**DINÂMICA DAS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA
RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES NO ESTADO
DO ACRE, ENTRE 1989 a 2010**

KAMILLA ANDRADE DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: PROF. Dr. REGINALDO SERGIO PEREIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM-200/2013

BRASÍLIA/DF FEVEREIRO 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

DINÂMICA DAS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA RESERVA
EXTRATIVISTA CHICO MENDES NO ESTADO DO ACRE, ENTRE
1989 a 2010

KAMILLA ANDRADE DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADO POR:

Prof. Dr. REGINALDO SERGIO PEREIRA

Professor da Faculdade de Tecnologia/Departamento de Engenharia Florestal – UnB
reginaldo@unb.br (ORIENTADOR)

Prof. Dr. ERALDO APARECIDO TRONDOLI MATRICARDI

Professor da Faculdade de Tecnologia/Departamento de Engenharia Florestal – UnB
ematricardi@unb.br (EXAMINADOR INTERNO)

Prof. Dr. ECIO RODRIGUES

Professor da Universidade Federal do Acre/ Departamento de Engenharia Florestal -
UFAC
ecio@ufac.br (EXAMINADOR EXTERNO)

Brasília/DF, 06 março de 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília. Acervo 1006630.

O48d Oliveira, Kamilla Andrade de.
Dinâmica das mudanças na paisagem na Reserva Extrativista Chico Mendes no Estado do Acre, entre 1989 a 2010 / Kamilla Andrade de Oliveira. -- 2013.
126 f. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, 2013.

Inclui bibliografia.

Orientação: Reginaldo Sérgio Pereira.

1. Desmatamento - Reservas florestais - Estradas rurais.
2. Acre (Estado) - Desmatamento - 1989-2010. I. Pereira, Reginaldo Sérgio. II. Título.

CDU 634.0.432

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, K. A. (2013). Dinâmica das mudanças na paisagem na Reserva Extrativista Chico Mendes no Estado do Acre, entre 1989 a 2010. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Publicação PPGENE. DM-200/2013, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, DF, 126p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Kamilla Andrade de Oliveira

TÍTULO: Dinâmica das mudanças na paisagem na Reserva Extrativista Chico Mendes no Estado do Acre, entre 1989 a 2010.

GRAU: MESTRE ANO: 2013

É concedida à Universidade de Brasília (UnB) permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Mãe... Sublime mulher e fonte de inspiração,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, iluminando meus caminhos e mostrando várias oportunidades e por estar sempre presente na minha vida e da minha família

A minha amada mãezinha que tem uma força gigantesca para vencer na vida, apesar das dificuldades, sempre abençoando e apoiando minhas decisões e meu querido pai *in memoriam*.

À Universidade de Brasília e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, juntamente com seus docentes, pela oportunidade de crescimento, aprendizado e realização profissional.

Ao meu orientador Reginaldo Sérgio por acreditar em mim, pelos ensinamentos e apoio amigo em todos os momentos. Ao professor Eraldo Matricardi, sempre presente e disposto a ajudar com um ótimo humor descontraído em momentos de aflição, aprendi muito na UnB e grade parte devo a vocês ao qual tenho muita satisfação e orgulho de termos trabalhado juntos. Desejo realizarmos muitos trabalhos ainda, as palavras são poucas para agradecer.

Ao Nuno (Geociências) grande pessoa e amigo sempre, uma satisfação ter lhe conhecido espero revê-lo.

Aos funcionários Pedro e Francisco Borges pelo carinho e amizade sempre dispostos a ajudar.

Ao Secretário Eufraim Amaral pelo apoio na pesquisa no Acre. A Cida ao Ecio à equipe da UCEGEO Jô, Alice, Lúcio, Leandro e Djallene por tudo, grata!

A todos meus irmãos sempre torcendo por mim especialmente Mary, Silvana, Suzana, João e a Bininha Yngrid *amore mio*

Ao meu amorzão Paulo César sem o qual não sei conseguiria chegar até aqui. Por todo apoio, incentivo, amizade, carinho e principalmente paciência! Você é o meu anjo, querido! Amo-te.

A linda Carina uma pessoa maravilhosa gosto muito de você, te desejo muita coisa boa nessa vida, sei que você terá, porque és muito especial.

A todas as amizades que fiz na pós graduação pelo companheirismo e todos os momentos de alegria, especialmente: Alexandre, Bárbara, Eder, Fabiano, Fabrícia, Fabrício, Glória, Helena, Lamartine, Olívia e Raul, gente me desculpem qualquer coisa. Gosto muito de todos vocês afinal vocês são a família que pude escolher desejo só que o há de melhor a todos.

Alexandre um poço de conhecimento sempre mostrando nas entrelinhas, além do mais, um fofo. Fabrícia, Glória e Helena, umas florzinhas. Helena obrigada por todas as conversas na reta final, amo você linda. Fabrício sem palavras, você sempre sensacional... Se um dia for 10% do que você é, serei muito feliz, moço você me ensinou muito! Um grande homem.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meu muito obrigada!

RESUMO

DINÂMICA DAS MUDANÇAS NA PAISAGEM NA RESERVA EXTRATIVISTA CHICO MENDES NO ESTADO DO ACRE, ENTRE 1989 A 2010.

Autor: Kamilla Andrade de Oliveira

Orientador: Reginaldo Sérgio Pereira

Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais

Brasília, 06 de março de 2013

O presente estudo teve como objetivo a análise das mudanças no uso da terra na Reserva Extrativista (RESEX) Chico Mendes no Estado do Acre, período de 1989 até 2010, realizando um breve histórico político de sua evolução aliado a comparação de metodologias de mapeamento realizadas por instituições oficiais para quantificação do desmatamento, bem como a relação com variáveis que possam explicar tal fenômeno através de estatísticas probabilísticas utilizando um modelo *probit*. Para realizar a comparação entre metodologias e quantificação do desmatamento na RESEX foram utilizados os dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Unidade de Geoprocessamento do Acre (UCEGEO) vinculada a Fundação de Tecnologia (FUNTAC). A primeira foi realizada a partir dos dados do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) e a segunda metodologia adotada pela própria instituição. As quantificações realizadas pelo projeto PRODES em geral subestimaram as taxas de desmatamento, enquanto a metodologia UCEGEO/FUNAC superestimou. O desmatamento bruto acumulado segundo a maior série temporal mapeada para área de estudo até 2010 foi de 57.110,30 ha representando 0,1% da sua área total. Na análise das variáveis significativas para o incremento do desmatamento foi realizada a digitalização manual das estradas no interior da UC utilizando imagens do sensor Landsat TM 5, obedecendo à série anual, resultando um total de 967,81km. Observou-se durante a digitalização anual que logo após um período de maior desenvolvimento em extensão das estradas no ano seguinte houve um maior incremento do desmatamento. Com base em resultados obtidos com o uso do modelo *probit*, as variáveis que afetaram a ocorrência do desmatamento (estatisticamente significante a 95%) nesse período, foram: distância euclidiana das estradas no interior da RESEX, proximidade das colocações, longitude e a longitude x latitude no eixo longitudinal. Finalmente, os resultados desta pesquisa poderão ser utilizados para subsidiar a elaboração de políticas públicas pelos órgãos competentes, a fim de reduzir as taxas de desmatamento na UC.

Palavras-chave: RESEX Chico Mendes, Desmatamento, estradas.

ABSTRACT

This study aimed at analyzing the deforestation inside the Chico Mendes Extractivist Reserve (RESEX), a Conservation Unity (UC) located in the Legal Amazon, from 1990 to 2010. Moreover, it aimed at comparing methodologies used by government institutions in order to quantify the deforestation and the political history of its evolution, correlating variables which may explain such phenomenon through probabilistic statistics using a probit model. It was used data from the National Institute for Space Research (INPE) and from Acre Unit of Geoprocessing (UCEGEO) so as to compare the methodologies and to quantify the deforestation in the RESEX. The first methodology regards that used by the Program for the Calculation of Deforestation in the Amazon (PRODES), while the second regards UCEGEO. The quantifications performed by PRODES underestimated the deforestation rates, while UCEGEO's methodology overestimated them. The accumulated gross deforestation, according to the greatest temporal series mapped for the study area until 2010, was 57,110.30 ha (0.1% of its total area). To analyze the significant variables for the increase in deforestation, a manual digitalization of the roads inside the UC using images from Landsat TM 5 sensor was carried out, following the annual series, resulting in a total of 967.81 km. During the annual scanning, it was verified that a period of higher roads expansion was followed by a higher increase in deforestation during the following year. According to the probit model, the variables which affected the deforestation in the area (statistically significant at 95%) over this period were: Euclidian distance of the roads inside the RESEX, closeness of the placements, longitude and longitude x latitude in the longitudinal axis. Overall, the results may be used in order to subsidize politics and programs development by environmental institutions with the aim to reduce deforestation rates inside the UC.

Keywords: RESEX Chico Mendes, Desforest, road.

SUMÁRIO

1	- INTRODUÇÃO GERAL.....	17
1.1	- CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2	- PROBLEMA DA PESQUISA	18
1.3	- JUSTIFICATIVA	19
1.4	- OBJETIVOS	20
1.5	- REFERENCIAL TEÓRICO	20
1.6	- ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
2	- POLÍTICAS PÚBLICAS E PREVENÇÃO DO DESMATAMENTO NO ESTADO DO ACRE	22
2.1	- INTRODUÇÃO.....	22
2.2	- REVISÃO DE LITERATURA	22
2.2.1	- Políticas Nacionais	22
2.2.1.1	- Código Florestal Brasileiro de 1965 e suas alterações	22
2.2.1.2	- Constituição Federal de 1988	24
2.2.1.3	- Políticas Públicas na Amazônia.....	25
2.2.1.4	- Plano de Prevenção e Controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM).....	26
2.2.1.5	- Plano Amazônia Sustentável (PAS)	27
2.2.1.6	- Fundo Amazônia.....	27
2.3	- Política Estadual de monitoramento e controle do desmatamento no Acre.....	28
2.3.1	- Requerimentos para a autorização de exploração florestal.....	29
2.3.2	- Requisitos para a autorização do manejo florestal e do desmatamento.....	30
2.3.3	- Regras para o manejo florestal.....	30
2.4	- Gestão Ambiental no Estado do Acre	32
2.4.1	- Base Legal Estadual.....	32
2.4.2	- Estrutura e Capacidade Institucional para a Gestão Ambiental	35
2.4.2.1	- Estrutura jurídica ligada à gestão ambiental.....	35
2.4.2.2	- Infraestrutura para a gestão.....	36
2.4.3	Aspectos legais do uso da RESEX Chico Mendes	37
2.5	- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
3	- AVALIAÇÕES DE METODOLOGIAS PARA QUANTIFICAÇÃO DO DESMATAMENTO NA RESEX CHICO MENDES ACRE, BRASIL.....	42
3.1	- INTRODUÇÃO.....	42
3.2	- REVISÃO DE LITERATURA	43
3.2.1	- Metodologia empregada pelo Programa de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia (PRODES).....	43
3.2.2	- Metodologia Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Acre - UCEGEO	45
3.2.3	Classificação de imagem	47
3.2.3.1	Classificação por algoritmo de Máxima Verossimilhança (Maxver)	48
3.3	- MATERIAL E MÉTODOS	49
3.3.1	- Caracterização da área.....	49
3.3.1.1	- Localização, extensão e limites da RESEX Chico Mendes.....	49
3.3.1.2	- Tipologias Florestais.....	50
3.4	- Classificação do uso da terra para acurácia.....	53

3.4.1 – Características metodológicas.....	54
3.5 - Base CARTOGRÁFICA	54
3.5.1 – Processamento dos dados	55
3.6 - Acurácia dos dados	56
3.7 - RESULTADOS	60
3.7.1 - Mapeamento do desmatamento.....	60
3.7.2 - Resultados da acurácia dos dados	70
3.8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
4 MAPEAMENTO DE ESTRADAS POR SENSORIAMENTO REMOTO NA RESEX CHICO MENDES	75
4.1 - INTRODUÇÃO.....	75
4.2 - REFERENCIAL TEÓRICO	76
4.2.1 - Estradas Florestais.....	76
4.2.2 - Distância Euclidiana	78
4.3 - MATERIAL E MÉTODOS	79
4.3.1 - Área de estudo.....	79
4.3.2 - Base de dados	80
4.3.3 - Proposta Metodológica	81
4.3.4 - Avaliação da influência das estradas para o desmatamento	83
4.4 - RESULTADOS	83
4.4.1 - Extensão e traçado das estradas.....	83
4.4.2 - Extensão geográfica das estradas utilizando imagem Formosat.....	89
4.4.3 - Distribuição do desmatamento em relação a distância euclidiana das estradas oficiais e digitalizada no interior da RESEX	90
4.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA APLICADA AO DESMATAMENTO	96
5.1 - INTRODUÇÃO.....	96
5.2 - REVISÃO DE LITERATURA	97
5.2.1 - Análises sobre o desmatamento na Amazônica.....	97
5.2.2 Conceitos básicos em estatística espacial de dados geográficos.....	99
5.3 - MATERIAIS E MÉTODOS	100
5.3.1 - Base de dados	100
5.3.2 - Métodos de Análises	102
5.3.2.1 - Variáveis	102
5.3.2.2 - Modelo probabilístico multivariado <i>probit</i>	107
5.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	108
5.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
APÊNDICES	124
Apêndice A - Cidade de Rio Branco setembro de 2005.....	124
Apêndice B - Data das cenas utilizadas para identificação das estradas.....	125

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 -	Tipologias florestais presentes na RESEX Chico Mende de acordo com Zoneamento Ecológico Econômico 2006	52
Tabela 3.2 -	Quantitativo do desmatamento por tipologia florestal	67
Tabela 3.3 -	Quantitativo do desmatamento por classe de solos.	68
Tabela 3.4 -	Metodologias e quantificações das áreas desmatadas na RESEX Chico Mendes para o ano de 2008.	70
Tabela 3.5 -	Comparação dos resultados obtidos pelas duas imagens de classificadas.	73
Tabela 4.1 -	Quantitativo das estradas mapeadas de acordo com cada ano, na RESEX Chico Mendes	84
Tabela 4.2 -	Quantitativo da ocupação em hectares e valores relativos de cada nível das distâncias calculados através distância euclidiana para rodovias federais e digitalizadas.	92
Tabela 4.3 -	Quantitativo do desmatamento em cada nível da distância euclidiana, para rodovias digitalizadas e rodovias federais.	93
Tabela 5.1 -	Modelo probit para variáveis influenciadoras do desmatamento na RESEX Chico Mendes.	109

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - (1) Detecção pela nova metodologia e (2) detecção pela metodologia antiga	47
Figura 3.2 - Localização da Reserva Extrativista Chico Mendes, município Xapuri Estado do Acre.	50
Figura 3.3 - Tipologias vegetais presentes na RESEX Chico Mendes.	51
Figura 3.4 - Bloco diagrama do relevo suave ondulado Região da RESEX Chico Mendes.	52
Figura 3.5 - Organograma das atividades realizadas para comparação das metodologias das classificações.	56
Figura 3.6 - Detalhe de área da RESEX com as respectivas metodologias: (1) Classificação da UCEGEO, (2) Classificação PRODES, (3) Classificação algoritmo de Máxima verossimilhança com imagem Landsat (4) Classificação Máxima verossimilhança na imagem Formosat 2 Fusionada.	59
Figura 3.7 - Detalhe da área da RESEX cujas amostras das classificações foram selecionadas para análise comparativa.	60
Figura 3.8 - Mapa de desmatamento da Unidade de Conservação Extrativista Chico Mendes, Acre.	62
Figura 3.9 - Quantificação dos hectares desmatados por ano, de acordo com as duas metodologias de mapeamento. *Sendo que o ano de 1988 é o marco zero para UCEGEO e o ano de 1997 é o marco zero para metodologia PRODES, havendo interrupção nos anos de 1998 e 1999 para esta metodologia.	63
Figura 3.10 - Comparação das metodologias de desmatamento para anos coincidentes de mapeamento.	64
Figura 3.11 - Desmatamento por rodovias situadas dentro e no entorno da RESEX a uma distância de <i>buffer</i> de 5km.	65
Figura 3.12 - Desmatamento acumulado de 1989 a 2010 em relação às tipologias florestais pertencentes à RESEX Chico Mendes.	66
Figura 3.13 - Valores percentuais do desmatamento em cada uma das classes de solo da RESEX.	68
Figura 3.14 - Desmatamento acumulado de 1989 a 2010 em relação às classes de solos pertencentes à RESEX Chico Mendes.	69
Figura 3.15 - Áreas desmatadas na RESEX Chico Mendes para o ano de 2008 segundo as metodologias PRODES, UCEGEO, Maxver.	70
Figura 3.16 - Imagem original (1) Formosat-2 fusionada, Imagem classificada com algoritmo de Máxima Verossimilhança (2)	71
Figura 3.17 - Comparação classificação PRODES para acurácia referente ao ano de 2008: (1) classificação por Maxver, (2) classificação pelo método PRODES.	72
Figura 4.1 - Localização da RESEX Extrativista Chico Mendes.	79
Figura 4.2 - Órbitas/ponto da região do estudo 02/67, 02/68, 03/67 e 03/68 do sensor Landsat TM.	80
Figura 4.3 - Delineamento do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual de imagens Landsat – TM composição R(7), G(5) e B(3), imagem ano de 1990.	81

Figura 4.4 - Delineamento do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual de imagens Landsat – TM composição R(7), G(5) e B(3), imagem ano de 2010.	82
Figura 4.5 - Localização das Imagens Formosat-2 fusionadas T-80 e T-81 para delineamento do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual composição R(3), G(4) e B(2), imagem ano de 2010.	82
Figura 4.6 - Recuperação de ramais Reserva Extrativista Chico Mendes.	85
Figura 4.7 - Evolução relativa do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes para o período de 1991 a 2010	85
Figura 4.8 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 1990 a 1997.	86
Figura 4.9 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 1998 a 2005.	87
Figura 4.10 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 2006 a 2010.	88
Figura 4.11 - Evolução e variação relativa do produto interno bruto – PIB por setor de atividade, juntamente com o desmatamento e estradas encontrados na RESEX Chico Mendes, para o período de 1998 a 2008.	89
Figura 4.12 - Comparação da digitalização das estradas na RESEX: (1) imagem Landsat, (2) imagem Formosat-2	90
Figura 4.13 - Distância Euclidiana calculada de acordo com a distância das rodovias principais do Estado do Acre	91
Figura 4.14 - Distância Euclidiana calculada de acordo com a distância das rodovias digitalizadas na série histórica de 1990 a 2010.	92
Figura 4.15 - Relação da Distância Euclidiana das principais rodovias federais no entorno da RESEX para explicar a proximidade do desmatamento.	93
Figura 4.16 - Relação da Distância Euclidiana das principais rodovias internas da RESEX para explicar a proximidade do desmatamento.	94
Figura 5.1 - Variável classes de solos apresentando: (1) Latossolo, (2) Gleissolo, (3) Argissolo (4) Plintossolo.	103
Figura 5.2 - Representação da variável hidrografia, representada pelos rios permanentes que constituem a RESEX Chico Mendes.	103
Figura 5.3 - Representação da variável tipologia florestal.	104
Figura 5.4 - Representação da variável desmatamento fora do limite da RESEX.	104
Figura 5.5 - Representação da variável distância das estradas em função da distância Euclidiana digitalizadas no interior da RESEX.	105
Figura 5.6 - Representação da variável distância das estradas oficiais no entorno do limite da RESEX, mensurada em função da distância Euclidiana.	105
Figura 5.7 - Representação da variável localização geográfica distância do desmatamento no interior da RESEX.	106
Figura 5.8 - Representação da variável localização comunidades no interior da RESEX	106
Figura 5.9 - Representação da grade regular de 5km x 5km para amostras aleatórias no interior da RESEX.	107
Figura 5.10 - Representação do cruzamento das variáveis no modelo probabilístico espacial.	108

- Figura 5.11** - Probabilidade de ocorrência de desmatamento próximo às estradas no interior da RESEX, no modelo *probit*. 110
- Figura 5.12** - Probabilidade de ocorrência de desmatamento próximo às colocações da RESEX. 111
- Figura 5.13** - Probabilidade de ocorrência de desmatamento de acordo com a latitude x longitude no interior da RESEX. 112
- Figura 5.14** - Probabilidade de ocorrência de desmatamento de acordo com a longitude. 112

LISTA DE SIMBOLOS ABREVIATURAS

- APP - Áreas de Preservação Permanente
- APAT - Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável
- CAU - Comunidades de Atendimento Universal
- CAP - Comunidades de Atendimento Prioritário
- COP - Comunidades Polo
- CBERS - China-Brazil Earth-Resources Satellite
- DEGRAD - Degradação Florestal na Amazônia brasileira
- DETER - Detecção de desmatamento em tempo real
- DETEX - Detecção de Exploração Seletiva
- FLONA - Floresta nacional
- FNDF - Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal
- IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
- IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
- ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
- IFP - Instituto de Florestas do Paraná
- LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*
- PN - Parques Nacionais
- PAS - Plano Amazônia Sustentável
- PMFS - Planos de Manejo Florestais Sustentáveis
- POA - Planos Operativos Anuais
- PRODES - Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia
- PPCD Acre - Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento do Acre
- PPCDAM - Plano de Prevenção e Controle do desmatamento na Amazônia Legal
- REDD - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação
- RESEX - Reserva Extrativista
- RL - Reserva Legal
- SFB - Serviço Florestal Brasileiro
- SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente
- SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação
- ZAP - Zonas de Atendimento Prioritário

ZEDs - Zonas Especiais de Desenvolvimento

ZEE- Zoneamento Ecológico Econômico

WGS - *World Geodetic System*

1 - INTRODUÇÃO GERAL

1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo Ferreira et al. (2005), a questão do desmatamento na floresta amazônica vem proporcionando o aumento das preocupações dos diversos seguimentos da sociedade mundial, motivando institutos de pesquisa nacional a estudar e monitorar ao longo de décadas seu comportamento e evolução. O fim do desmatamento da Amazônia brasileira proporcionaria uma redução de 2 a 5% das emissões globais de carbono (NEPSTAD et al., 2009; BETTS et al., 2004).

No estado do Acre essa conduta não se diferencia do restante dos estados amazônicos, por se tratar de uma região com fronteiras internacionais e considerando os processos de ocupação territorial, cujos incentivos fiscais da década de 1970 priorizavam a agropecuária. Dados de Brandão Júnior et al. (2007), relata a criação de corredores ecológicos como uma alternativa para contenção e diminuição dos índices de desmatamento, que por sua vez, veem ganhando espaço dentro das Unidades de Conservação (UCs).

A década de 70 trouxe considerável evolução nesse cenário decorrente da reorientação do modelo de desenvolvimento da Amazônia produzido pelos militares. Devido à institucionalização do Sistema Nacional de Crédito Rural¹ (1965). Assegurou-se um contexto de valorização do mercado de terras, em consequência da concretização das condições prévias para a expansão da produção agropecuária, em especial no Acre. No período de 1976 a 1985, o governo federal, por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) deu início a um processo massivo de discriminação das terras no Acre, cujo objetivo era identificar as terras públicas das particulares, utilizando o procedimento de desapropriação para fins de reforma agrária. Foram criados nessa época os primeiros Projetos de Assentamentos Dirigidos (ACRE, 2006).

Durante os anos 80, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) surgiu como resposta de órgãos governamentais ao agravamento de problemas socioambientais na Amazônia, especialmente o desmatamento acelerado e conflitos violentos sobre o

¹ Com a função de conduzir os financiamentos, sob as diretrizes da política creditícia formulada pelo Conselho Monetário Nacional, em consonância com a política de desenvolvimento agropecuário. (Circ 1.536)

acesso à terra (ACRE, 2006). Estudos de Micol et al. (2008), Santos et al. (2008), e Ferreira (2005), afirmam que a diminuição do desmatamento a partir de 2004 ocorreu de forma significativa, devido ao avanço na criação de UCs, sendo que tais áreas exigem uma intensificação na fiscalização das fronteiras e políticas públicas de prevenção e controle de desmatamentos ocasionados em parte, pela agricultura de subsistência.

De acordo com Krug (2001), existe muita especulação a respeito das possíveis causas que expliquem as variações nas taxas anuais de desmatamento dentre eles: preço das *commodities* agropecuárias Kaimowitz et al. (2004), Scarcello; Bidone (2007), Barreto et al. (2011), fatores econômicos Krug (2001), falta de infraestrutura regional Fearnside (2001), restrições ecológicas para expansão agropecuária Fearnside (2001), Lourenço (2009) e Schineider et al. (2000).

Com isso, a região tem enfrentado um grande desafio na busca de alternativas de uso, que possibilitem alcançar o desenvolvimento sustentável nas áreas já desmatadas (AMARAL, 2008). Infelizmente, não se conhece como inferir com maior precisão a influência das variáveis nas taxas de desmatamento nas UCs no Estado do Acre.

Desta forma, não se constata claramente como o incremento do desmatamento vem se manifestando espacialmente e a área de influência direta dos fatores de crescimento ao longo das últimas décadas. Diante destas lacunas, o presente estudo buscou entender melhor as mudanças de uso da terra na RESEX Chico Mendes a partir dos dados de desmatamento anuais publicados por instituições oficiais, demonstrar e correlacionar as variáveis que influenciam o desmatamento e evolução da paisagem na UC de uso sustentável situada no sudeste do Estado do Acre.

1.2 - PROBLEMA DA PESQUISA

Para Aaron et al. (2001), o conjunto de áreas protegidas pode ser um instrumento de política pública usado para a diminuição do desmatamento na Amazônia. E com sua efetiva implementação, esse conjunto de terras florestadas cumpriria sua função de diminuir o avanço do desmatamento na Amazônia legal brasileira.

Soares-Filho et al. (2006), e Montiel (2010), realizando estudo de cenário de

governança assume que a rede de áreas protegidas públicas (unidades de conservação e terras indígenas) será expandida, como proposto pelo Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA). Nesse cenário poderá ser assegurada a proteção integral das áreas protegidas, enquanto que sem o apoio do ARPA, essas áreas podem perder em longo prazo, até 40% de sua cobertura florestal original por carência de fiscalização ambiental.

A realidade encontrada nas UCs no estado do Acre, em especial a RESEX Chico Mendes, geralmente condiz com a realidade Amazônica, devido sua grande extensão territorial aliada à ausência de fiscalização e monitoramento. Fatores que possivelmente contribuam para crescimento do desmatamento possibilitando a semelhança nos padrões encontrando em outras UCs na Amazônia e até mesmo, na intensidade de desmatamento observado fora das UCs.

1.3 - JUSTIFICATIVA

Várias instituições, como: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Sócio Ambiental (ISA), Instituto Homem e Meio Ambiente na Amazônia (IMAZON), Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM) e instituições locais, realizam estudos ao longo dos anos quantificando o desmatamento no Estado do Acre. No tocante as UCs sabe-se que a ocupação e uso não cumprem exatamente o que a lei que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) recomenda.

Estudos em grandes escalas e com algumas limitações e erros de estimativa, quantificam o uso nas UCs, entretanto conhecer exatamente o comportamento do desmatamento frente às variáveis apontadas pelos diversos estudos da região Amazônica, tais como: Schineider et al. (2000), Ferarnside (2001), Krug (2001), Kaimowitz et al. (2004), Becker (2005), Matricardi et al. (2005), Pedlowski et al. (2005), Soares-Filho et al. (2005), Scarcello e Bidone (2007), Santos (2010), e Barreto et al. (2011), mostra-se prioritário. Assim sendo, torna-se necessário a integração de dados oriundos de sensores remotos para ratificar onde estão essas áreas e sua influência ao longo dos anos.

Portanto, a partir das informações geradas no presente estudo sobre o comportamento e evolução do uso da terra frente ao aumento nas áreas desmatadas dentro da Reserva Extrativista Chico Mendes, será possível a obtenção de

informações que garantam confiabilidade na tomada de decisão e no planejamento de políticas públicas para as demais Unidades de Conservação no Estado do Acre sobretudo aquelas inseridas no grupo de uso sustentável.

1.4 - OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo foi analisar e identificar quais fatores antrópicos e naturais influenciaram a dinâmica da mudança na paisagem e suas influências perante as taxas do desmatamento na Reserva Extrativista Chico Mendes para o período de 1989 a 2010. Os objetivos específicos são:

- Elencar o arcabouço legal sobre legislação ambiental na Amazônia e no Acre, assim como as políticas públicas para conter o desmatamento;
- Comparar as taxas de desmatamentos disponibilizadas e publicadas por duas instituições oficiais: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através do programa PRODES, com aquelas os produzidos pela instituição local Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Acre (UCEGEO/FUNTAC);
- Quantificar as estradas e correlacionar aos ambientes desmatados a partir de dados de sensores remotos das instituições oficiais utilizando a maior serie temporal disponibilizada; e
- Realizar análise das variáveis antrópicas e ambientais a fim de ratificar as teorias consagradas sobre as possíveis causas do incremento do desmatamento.

1.5 - REFERENCIAL TEÓRICO

Optou-se por seguir o pressuposto indicado por alguns estudiosos do tema de desmatamento na região Amazônica tais como: Aaron, Barreto, Becker, Ferarntside, Kaimowitz, Krug, Lourenço, Matricardi, Nepstad, Scarcello e Bidone, Schineider, Soares-Filho e Souza, no que se refere sobre as principais variáveis que causam maior influência no desmatamento, adaptado a realidade existente na área interna e proximidades da RESEX Chico Mendes. Esta inclui variáveis, como a presença e proximidade de estradas e vias de acesso através dos rios com regime permanente.

Além disso, existe na RESEX Chico Mendes a presença de atividades

econômicas: extrativista com a oferta de látex, matéria prima para indústria denominada Natex situada no município de Xapuri e agropecuária. Para tal análise, foram utilizados dados não espaciais relativos, obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Secretaria Estadual de Planejamento, referente ao período pesquisado.

1.6 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O estudo buscou analisar as causas, evolução e comportamento do desmatamento na Reserva Extrativista Chico Mendes e é apresentado de forma detalhada organizado em capítulos, sendo que:

O Capítulo 1 apresenta as considerações iniciais sobre a situação-problema e os objetivos do estudo.

O Capítulo 2 elenca o arcabouço legal nacional, amazônico e acreano, destacando e sintetizando as políticas públicas pertinentes à prevenção e controle do desmatamento naquele Estado, detalhando os principais programas e metas adotadas pelo setor público e privado para mitigação do desmatamento.

O Capítulo 3, por sua vez, apresenta a análise especializada do desmatamento realizado em ambiente de Sensoriamento Remoto comparando os principais dados disponibilizados pelas instituições oficiais (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e Unidade Central de Geoprocessamento do Acre), frente aos ambientes afetados pelo desmatamento com sua quantificação em hectares.

O Capítulo 4 envolve uma análise da variável estrada, escolhida por ser considerada, em diversos estudos, com forte correlação ao desmatamento, verificando sua presença através de digitalização em ambiente SIG, para o período de 1989 a 2010 analisando sua correlação com o desmatamento, uma vez que, o Zoneamento Ecológico Econômico não disponibilizou as vias de acesso terrestre dentro da área da RESEX.

Finalmente o Capítulo 5 implementa uma análise probabilística de variáveis ligadas ao desmatamento utilizando as quantificações realizadas no capítulo 4, finalizando este documento com as considerações e recomendações finais.

2 - POLÍTICAS PÚBLICAS E PREVENÇÃO DO DESMATAMENTO NO ESTADO DO ACRE

2.1 - INTRODUÇÃO

O presente capítulo expõe as normativas legais e as ações do poder público e do setor privado, como também as políticas nacionais e estaduais especificamente para prevenção e controle do desmatamento no Acre, bem como o monitoramento do desmatamento.

Inicialmente, elencam-se as políticas nacionais vigentes no tocante a região amazônica, em seguida as diretrizes específicas para o Estado do Acre, concluindo com programas e agentes que monitoram o desmatamento em uma área específica: a região da RESEX Chico Mendes.

2.2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.2.1 - Políticas Nacionais

De acordo com Santos (2010), as legislações que tratam sobre a proteção das florestas nativas trouxeram como legado conceitual importantes instrumentos para a prevenção e controle do desmatamento, em florestas e formações vegetais no Brasil como um todo e, principalmente, ser região amazônica. Dentre outras merecem destaque, o Código Florestal de 1934 e 1965 (com alterações) e a Constituição Federal de 1988.

2.2.1.1 - Código Florestal Brasileiro de 1965 e suas alterações

Em 23 de janeiro de 1934, foi editado o Decreto nº 23.793, conhecido como o Código Florestal, com o objetivo de regulamentar, de forma mais abrangente, o uso de nossas florestas (SILVA, 2009). No entanto, segundo Ahrens (2003), em decorrência das imensas dificuldades verificadas para a efetiva implementação do Código Florestal de 1934, elaborou-se, mais de 30 anos mais tarde, um novo diploma

legal que pudesse normatizar adequadamente a proteção jurídica do patrimônio florestal brasileiro.

Dia 15 de setembro de 1965 o Congresso Nacional aprovou a Lei 4.771 denominada Código Florestal, cujo objetivo é promover o ordenamento da ocupação do território e proteção dos recursos naturais. Para isso, o Código Florestal limita o direito de uso da propriedade privada, considerando as florestas e as demais formas de vegetação natural bens de interesse comum.

De acordo com Mercadante (2012), as principais modificações introduzidas no Código Florestal de 1965 atingiram especialmente a Amazônia Legal, quando em 1996 o governo recebeu informações sobre os índices de desmatamento na Amazônia produzidos pelo INPE, editando uma Medida Provisória para minimizar os efeitos da taxa crescente de desmatamento. A principal norma introduzida pela MP 1.511 foi a ampliação da obrigatoriedade da Reserva Legal na Amazônia, de 50 para 80% da área das propriedades rurais, de domínio privado, em ecossistemas de florestas.

Atualmente o Código Florestal divide o uso da terra privada em três classes principais: Primeiro, as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que não podem ter a vegetação natural transformada e estão sob controle do Poder Público. As APPs são aquelas localizadas ao longo dos rios, ao redor das lagoas e nascentes e nos topos de morros; e em dunas, quando declarados por ato do Poder Público. Na década de 1980 a legislação aumentou o poder estatal sobre as APPs, que estão sujeitas a serem transformadas em reservas e estações ecológicas.

A segunda classe é a Reserva Legal (RL), que é a parte da propriedade que deve ser mantida com vegetação natural, que pode ser manejada para preservação florestal independentemente das situações previstas para as APPs. Na floresta tropical úmida da Amazônia, a RL deve ser de 80% da propriedade. Como dito, a área de RL na Amazônia foi ampliada de 50% para 80% a partir de 1996. Entretanto, a vegetação nativa pode ser manejada (por exemplo, para produção de madeira), desde que o manejo não implique na sua substituição ou corte raso².

A terceira classe refere-se ao uso alternativo do solo nas áreas onde a vegetação natural é completamente removida para qualquer uso agropecuário. Na floresta tropical úmida da Amazônia Legal o corte raso é permitido em no máximo

² Definição do IFP: É a eliminação de toda e qualquer vegetação existente sobre uma área. Normalmente um corte raso é feito para plantar outra cultura, seja agrícola ou florestal ao que se denomina conversão.

20% da propriedade privada. A produção de madeira, além daquela oriunda do corte raso, também pode ocorrer nos 80% destinados à área de RL, desde que realizada segundo as técnicas de manejo florestal. A partir de 2006, com a criação do Serviço Florestal Brasileiro (SFB) o manejo florestal também pode acontecer em terras públicas como Florestas Nacionais, Estaduais e Municipais por meio do instrumento da Concessão Florestal ou da destinação não onerosa para uso comunitário.

Além da concessão às empresas privadas para exploração das florestas públicas e da criação do SFB, a Lei nº. 11.284 de 02 de março de 2006, também introduziu regras para gestão de florestas para produção sustentável e criou o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal (FNDF). Esta lei foi regulamentada pelo decreto presidencial nº. 6.063 de 20 de março de 2007 (PROACRE, 2008).

A primeira experiência de concessão florestal no âmbito federal ocorreu a partir de 2009, na FLONA do Jamari em Rondônia, na qual cinco empresas se habilitaram para a fase técnica do processo de licitação para a concessão, e três empresas venceram o direito de explorar áreas de produção anual por 40 anos. A concessão do Jamari começa a render recursos financeiros para o município e demais beneficiários previstos na legislação.

Segundo Santos (2010), ao longo das 67 reedições da MP 1.511, que alterou o Código Florestal de 1965 (atualmente MP 2.166-67/2001) os congressistas ligados aos interesses do agronegócio conseguiram impor modificações descaracterizadoras, transformando-a de instrumento de defesa das florestas da Amazônia em veículo de enormes retrocessos no Código Florestal de 2012.

2.2.1.2 - Constituição Federal de 1988

Segundo Ahrens (2003), a Constituição Federal de 1988 trouxe importantes avanços na área ambiental, visto que, a constituição determina que é direito das atuais e futuras gerações a existência das florestas e demais formas de vegetação, expresso em seu Art. 255 que se lê: (BRASIL/SENADO FEDERAL, 2010).

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Aqueles que integrarão as futuras gerações, e que sequer ainda nasceram, já têm direitos, então, os que compõem as atuais gerações, por óbvio, têm deveres e obrigações (AHRENS, 2003).

De acordo com Silva (2009), é apenas com a promulgação da Constituição Federal de 1988, que a questão dos espaços territoriais especialmente protegidos ganham um conteúdo mais delimitado e forte, passando a exigir uma regulamentação por meio de normas infraconstitucionais. O inciso III do § 1º do art. 225 da Constituição Federal determina que para assegurar a efetividade do direito fundamental ao meio ambiente ecologicamente equilibrado incumbe ao Poder Público.

“III - definir, em todas as unidades da federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção”.

Porém, isso não significa que, no Brasil, entre 1934 e 1988, viveu-se uma guinada ambientalista. Corroborando com essa ideia, a marca dos governos brasileiros no século XX, foi a promoção da devastação ambiental “ora em nome do desenvolvimento, ora em consequência do abandono do planejamento territorial; ora como fruto da busca da integração nacional, ora como resultado da mais absoluta incúria administrativa” (SILVA, 2009).

2.2.1.3 - Políticas Públicas na Amazônia

Segundo IPAM (2011), a região Amazônica sofreu o que pode ser denominado como a primeira fase de colonização. Atualmente, a Amazônia está em uma segunda fase, onde os incentivos governamentais à ocupação já não são tão volumosos e estão sendo substituídos pela lucratividade da exploração madeireira e do agronegócio.

Para Becker (2005), e Santos (2010), a intensificação das pressões internacionais e posteriormente nacionais para proteção da Amazônia, para reduzir as taxas de desmatamento e organizar a posse da terra, uma vez que, os projetos agropecuários expulsavam pequenos produtores e ameaçava índios, fossem controladas pelo governo, especificamente o federal, foi aumentada após o comparecimento do líder sindical Chico Mendes em Washington para uma reunião do Banco Mundial, na qual expôs sua ideia de Reservas Extrativistas como

alternativa do intenso processo de desmatamento causado pelo financiamento do Banco.

De acordo com Santos (2010), esta pressão, materializada internamente desde sempre por algumas organizações não governamentais, pesquisadores nacionais e internacionais, bancos financiadores e pela mídia televisiva, fez com que surgissem diferentes iniciativas governamentais visando controlar e combater o desmatamento na Amazônia.

Desde 1937 a criação de áreas protegidas por lei tem sido utilizada como uma das principais estratégias de conservação e redução do desmatamento e proteção do território ocupado por populações tradicionais na Amazônia Brasileira IPAM (2011), Rocha et al. (2010), e Nepstad et al. (2006).

Pode-se afirmar que o crescimento das áreas protegidas, no Brasil, deu-se, principalmente, nas décadas de 1980 e 1990, conforme dados disponibilizados pelo ICMBio (2012). Naquele período, a legislação que regula a criação das UCs no País sofreu grandes transformações, primeiro em 1988, com a promulgação da Constituição, seguida da lei federal que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), classificando as UCs em 12 categorias (SILVA, 2009).

Formou-se assim o sistema atual, vasto e diversificado, que, segundo o Cadastro de UCs do Ministério do Meio Ambiente, em 14 de agosto de 2008, abrangia 65 Parques Nacionais (PNs), além de pelo menos 658 UCs federais de outras categorias (ROCHA et al., 2010).

2.2.1.4- Plano de Prevenção e Controle do desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM)

Segundo IPAM (2011), o primeiro plano com ações articuladas para combater o desmatamento amazônico e que surgiu como resposta do governo federal ao aumento das taxas de desmatamento cujas importantes iniciativas, dentre elas:

- Criação de unidades de conservação em áreas de pressão antrópica;
- Apoio à elaboração dos zoneamentos estaduais, criação de sistemas de monitoramento, como o DEGRAD, DETER, DETEX e PRODES;
- Realização de operações de fiscalização do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) integradas às instituições parceiras;

- Aprovação da Lei de Gestão de Florestas Públicas com a decorrente criação do Serviço Florestal Brasileiro do Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal;
- Além da criação do Fundo Amazônia gerido pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e destinado a captação de recursos internacionais para investimentos na conservação da região.

2.2.1.5 - Plano Amazônia Sustentável (PAS)

Segundo IPAM (2011), o PAS foi elaborado com objetivo de definir diretrizes para o desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira. Com a intenção de estabelecer um modelo de desenvolvimento que enfatizasse o potencial florestal, priorizando a geração de emprego e renda para a população que vive na floresta, através da implementação de novas atividades econômicas sustentáveis na região e redução das desigualdades sociais.

De acordo com Santos (2010), o PAS é um conjunto de diretrizes para o desenvolvimento das políticas públicas para Amazônia, pactuadas com os governos estaduais. Em outras palavras, pretende ser o guarda chuva conceitual na elaboração destas políticas. No entanto, deve ser encarado tão somente como uma declaração de intenções, ou como diretrizes, uma vez que não estabelece prazos e metas nem discrimina as ações que devem ser realizadas para que seus sete eixos estratégicos sejam concretizados.

2.2.1.6 - Fundo Amazônia

De acordo com IPAM (2011), o Fundo Amazônia consiste em um mecanismo proposto pelo governo brasileiro, visando à contribuição voluntária de países desenvolvidos detinham para redução das emissões de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento e da degradação das florestas, nos países em desenvolvimento.

Segundo Santos (2010), o Fundo tem como principal objetivo captação de recursos internacionais para projetos e ações de prevenção, monitoramento e combate ao desmatamento e de promoção da conservação e uso sustentável no bioma amazônico.

2.3 - POLÍTICA ESTADUAL DE MONITORAMENTO E CONTROLE DO DESMATAMENTO NO ACRE

O Plano Estadual de Prevenção e Controle do Desmatamento visa garantir reduções expressivas, consistentes e duradouras nas taxas de desmatamento do Estado do Acre, a partir do fortalecimento das capacidades do governo e sociedade para gestão ambiental e para consolidação de uma Economia Limpa, Justa e Competitiva com forte Base Florestal (ACRE, 2010).

Para definição de suas metas de redução do desmatamento, o Acre calculou o desmatamento anual médio do Estado, pelo PRODES, entre 1999 e 2008, que somou 530 km². Tendo esse número como linha base, o Estado se compromete a reduzir o desmatamento em 75%, no período de 2009-2018. Se alcançar a meta o plano evitará o lançamento de 14 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera.

A gestão das florestas estaduais no Acre foi normatizada pela Lei nº. 1.426 de 27 de dezembro de 2001, conhecida como Lei Florestal. Diferente do âmbito federal, no Acre a gestão das florestas estaduais atualmente é realizada de duas formas: direta pelo próprio Estado, ou por meio de leilão de lotes de árvores em pé para empresas privadas (PROACRE, 2008). No primeiro caso cabe ao estado realizar todas as atividades de manejo florestal, do Inventário à decisão de quais indivíduos arbóreos serão explorados, bem como as atividades de exploração, arraste e transporte das toras, que serão vendidas em leilão, revertendo o lucro da exploração para a manutenção da própria floresta estadual que está sendo manejada para as comunidades que nela vivem, realizando em conjunto com as comunidades, a repartição dos benefícios oriundos da exploração florestal.

Já no segundo caso, o leilão é realizado por área em hectares de florestas preparadas para a exploração. O Estado se responsabiliza pelo Inventário Florestal e elaboração do Plano de Manejo, leiloando as árvores para as empresas. Não há no Acre, nenhum exemplo de concessão florestal nos moldes previstos na legislação federal e aplicados na Floresta Nacional (FLONA) Jamari pelo governo federal.

É importante ressaltar que as comunidades residentes nas florestas estaduais tiveram seus direitos fundiários reconhecidos através das leis estaduais de nº. 1.382 e 1.787. Em conjunto, estas leis estabeleceram o título de concessão de direito real de uso para os moradores, com um limite máximo de cem hectares por família, nas florestas estaduais e demais áreas submetidas à regularização fundiária estadual.

Dessa forma, estas famílias passaram a ter sua condição fundiária resolvida, reconhecendo-se que elas têm o direito de permanecer e utilizar a terra nas florestas públicas, obedecendo-se os limites e preceitos estabelecidos pelas respectivas leis.

2.3.1 - Requerimentos para a autorização de exploração florestal

O governo controla a utilização das terras florestais, estaduais e privadas mediante um sistema que inclui a emissão de autorizações para desmatamento e para manejo florestal e de licenças ambientais, após vistorias de campo e fiscalização do transporte de toras. A licença ambiental e a autorização são mecanismos similares, mas distintos. O licenciamento ambiental é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente criado por Lei Federal em 1985 e deve ser exigido para as atividades efetivamente ou potencialmente poluidoras ou causadoras de degradação do meio ambiente. As atividades agropecuárias e a exploração de madeira estão sujeitas ao licenciamento ambiental com o objetivo de proteger APPs, reduzir a erosão dos solos e a poluição de aquíferos com substâncias agrotóxicas, e evitar incêndios florestais. O licenciamento ambiental tem sido conduzido principalmente pelos órgãos estaduais de meio ambiente (OEMAs) nos locais onde o pacto federativo foi concluído.

As autorizações para projetos de manejo e desmatamento eram baseadas no Código Florestal Brasileiro de 1965 e normas florestais subsequentes. Originalmente, o processo de autorização era concentrado na proteção da cobertura vegetal e no controle do volume explorado. O controle do volume explorado é uma medida para a conservação dos recursos florestais e também é usado para a contabilidade e cobrança da reposição florestal. A reposição florestal refere-se à obrigação dos consumidores de madeira de origem não sustentável (isto é, de desmatamento e exploração sem manejo florestal) de recompor o volume explorado. No entanto, com o aumento da preocupação sobre os impactos ambientais e sociais da exploração florestal, o processo de autorização também passou a incorporar critérios mais amplos como segurança do trabalho e disposição de resíduos poluentes e resíduos sólidos.

A autorização da exploração de madeira e de outros produtos florestais vinha sendo atribuição exclusiva do IBAMA. Desta forma, havia uma sobreposição de requerimentos e processos entre órgãos federais e estaduais para obtenção da licença

ambiental e da autorização de exploração. Entretanto, em 2005 o governo federal iniciou um processo de descentralização no licenciamento do manejo florestal. Assim, ainda em 2006 foi celebrado um Acordo de Cooperação Técnica entre o IBAMA e o governo do Estado do Acre, por intermédio da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Instituto de Meio Ambiente do Acre e da extinta Secretaria de Estado de Floresta para o licenciamento das atividades de manejo florestal. Tal acordo representou um grande avanço para o manejo florestal no estado, pois além de descentralizar o processo de licenciamento do manejo, criou um local especialmente voltado para o atendimento do público que realiza o manejo florestal.

A autorização para exploração é exigida para qualquer escala e tipo de exploração florestal (desmatamento e manejo). Contudo, as autorizações de exploração podem ser emitidas sem o licenciamento ambiental quando o desmatamento for menor do que três hectares. Quatro requerimentos principais são comuns para a concessão da licença ambiental e da autorização: (i) engenheiros florestais ou agrônomos credenciados devem ser responsáveis pelos projetos; (ii) as APPs e RLs devem ser respeitadas; (iii) os requerentes devem demonstrar algum documento de propriedade ou posse da terra; e (iv) os requerentes devem se comprometer a registrar a Reserva Legal em cartório.

2.3.2 - Requisitos para a autorização do manejo florestal e do desmatamento

O manejo florestal preconizado pela legislação brasileira é policíclico; ou seja, a floresta deve ser explorada em vários ciclos, de forma a deixar sempre um estoque de árvores que possa ser explorado no futuro. Assim, o manejo deve envolver medidas para reduzir os impactos da exploração, medidas para estimular a regeneração florestal e o respeito a um ciclo de corte. Os requerimentos para a autorização do desmatamento e do manejo variam conforme o tipo de uso, tamanho e tipo da propriedade, e escala do empreendimento.

2.3.3 - Regras para o manejo florestal

Em novembro de 2006 a exploração florestal passou a obedecer aos preceitos do decreto presidencial nº. 5.975, que estabeleceu de maneira geral as regras para o manejo florestal, as formas de utilização dos produtos florestais e penalidades para

infrações quanto à exploração irregular das florestas e de seus produtos. De acordo com ICMBIo (2012), em dezembro de 2006 foram lançadas no âmbito federal as Instruções Normativas (IN) nº. 04 e 05 que estabelecem de forma detalhada as exigências documentais, as modalidades de planos de manejo e os parâmetros de exploração florestal. A IN 04 trata das exigências legais e documentais e estabelece a Autorização Prévia à Análise Técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável (APAT), que foi exigida após constatar-se que grande parte das propriedades nas quais havia planos de manejo carecia de embasamento quando a situação fundiária. Portanto, segundo a IN 04, a análise técnica do plano só é realizada quando a propriedade atende aos requisitos legais de posse e propriedade.

Já a IN 05, por sua vez, trata dos procedimentos técnicos para elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Planos de Manejo Florestais Sustentáveis (PMFS) na Amazônia Legal. Ela estabelece as atribuições quanto à aprovação dos planos de manejo, as categorias de planos de manejo, os parâmetros para a limitação e controle da produção florestal, a forma de apresentação dos PMFS e Planos Operativos Anuais (POAs), as vistorias técnicas e as sanções administrativas. A Norma de Execução nº. 01 de 18 de dezembro de 2006 e seus anexos estabelecem em mais detalhes os procedimentos técnicos para realizar o manejo florestal na Amazônia Legal. Além das exigências técnicas e documentais os PMFS devem ainda apresentar mapas e informações georreferenciadas quanto à localização da propriedade, de reservas legais e de suas áreas de manejo florestal. As normas técnicas que exigem estas informações foram estabelecidas nas INs nº 93 e nº. 101 de 2006.

Atualmente os PMFS estão divididos em categorias quanto à dominialidade da floresta, o tipo de detentor, os produtos decorrentes do manejo, a intensidade de exploração no manejo florestal para a produção madeireira, o ambiente predominante e o estado natural da floresta manejada. De forma geral os PMFS encontram-se em duas grandes categorias: os PMFS de baixa intensidade, realizados por comunidades e pequenos produtores e os PMFS Plenos realizados por empresários madeireiros, grandes produtores e pelo governo através das concessões florestais. A principal diferença entre estes PMFS está no ciclo e intensidade de corte e na utilização de maquinário para a exploração. Os PMFS de baixa intensidade devem ter um ciclo de corte inicial de 10 anos, só podem explorar $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ e não utilizam máquinas para o

arraste das toras. Já os PMFS Plenos devem ter um ciclo de corte inicial de 35 anos, preveem a utilização de máquinas e podem explorar até 30 m³/ha.

Além das diferenças nos requerimentos técnicos os PMFS de baixa intensidade e plenos apresentam também diferentes exigências documentais e de mapas. Em comparação com a legislação anterior isto representou um avanço para que comunidades e pequenos produtores pudessem realizar o manejo florestal com menor burocracia e facilidade na exploração de produtos florestais, hoje observa-se, que maior dificuldade tanto para grandes e pequenos manejadores são problemas com o órgão de regularização fundiária. No caso dos pequenos produtores, a demora em regularizar e fazer valer a lei nos assentamentos é um dos principais problemas na adoção do manejo florestal.

2.4 - GESTÃO AMBIENTAL NO ESTADO DO ACRE

Ao longo dos anos, o estado do Acre, em decorrência de uma ocupação desordenada e de uma política de desenvolvimento não compatível com a realidade Amazônica, sofreu impactos significativos com relação a sua estrutura social, econômica, política e ambiental (ACRE, 2010).

A partir de 1999, o Acre vem avançando significativamente na Gestão Ambiental especialmente pela construção participativa de seus instrumentos, tais como o ZEE, pela consolidação do Conselho de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, pelo desenvolvimento e aplicação dos mecanismos de controle, monitoramento e fiscalização, bem como pela instituição e aplicação da legislação Ambiental fundamental para a consolidação das políticas de meio ambiente do Estado (ACRE, 2009).

Um resumo da base legal estadual e da estrutura estadual para a gestão ambiental é apresentado abaixo.

2.4.1 - Base Legal Estadual

O Estado conta com uma Política Estadual de Meio Ambiente, previstas no Sistema Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (SISMACT) (lei estadual 1.117/1994). Essa Política estabelece as diretrizes e mecanismos para a gestão ambiental no Estado, fixando normas básicas para a proteção e conservação do meio

ambiente e recursos ambientais, como premissa de melhoria de qualidade de vida da população. Entre outros instrumentos, estão vinculadas diretamente a essa Política Estadual de Meio Ambiente a Política Estadual de Recursos Hídricos (lei estadual 1.500/2003), a lei 1.235/1997 sobre acesso a recursos genéticos do Estado, e a Lei Florestal (1.426/2001), que regula o uso das florestas do Acre, entre outros, o que representa um significativo avanço em termos de gestão integrada dos recursos naturais.

O Acre concluiu recentemente (2007) a segunda fase do seu Zoneamento Ecológico Econômico, resultante de trabalho detalhado e participativo que incluiu de forma inovadora um eixo cultural-político, trazendo para a construção do ZEE a visão das diferentes comunidades acreanas. Instituído pela Lei 1.904 de 05 de junho de 2007, o ZEE norteia todas as ações estaduais de desenvolvimento, que contam com o Mapa de Gestão Territorial na escala de 1:250.000,00 elaborado a partir dos eixos temáticos dos recursos naturais, socioeconômico e cultural-político para orientar seu planejamento. O ZEE está atualmente sendo detalhado para o nível local com as seguintes especificidades: Etnozoneamento das terras indígenas (na escala 1:50.000); Ordenamento Territorial Local dos municípios na escala 1:100.000; desdobramentos do ZEE para Zonas Especiais de Desenvolvimento (ZEDs) na escala 1:100.000; e Zonas de Atendimento Prioritário (ZAPs), desdobradas conforme o tamanho das comunidades em Comunidades de Atendimento Universal (CAU), Comunidades de Atendimento Prioritário (CAP) e Comunidades Polo (COP), na escala mínima de 1:10.000 para preparar os Planos de Desenvolvimento Comunitário (PROACRE, 2008).

De acordo com Acre (2009), o Estado possui ampla legislação ambiental, reunida e detalhada na “Coletânea de Normas Ambientais do Estado do Acre”. Dentro desse arcabouço legal, destacam-se os seguintes instrumentos:

- *Lei 1.022 de 21 de Janeiro de 1992*: Institui o Sistema Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e o Conselho Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e dá outras providências.
- *Lei 1.116, de 13 de Janeiro de 1994*: Dispõe sobre a produção, armazenamento, comercialização, transporte, consumo, uso, controle, inspeção, fiscalização e destino final de agrotóxicos, seus componentes e afins no Estado do Acre, e dá outras providências.

- *Lei 1.117, de 26 de janeiro de 1994*: Dispõe sobre a Política Ambiental do Estado do Acre e dá outras providências.
- *Lei 1.235, de 09 de julho de 1997*: Dispõe sobre os instrumentos de controle do acesso aos recursos genéticos do Estado do Acre e dá outras providências.
- *Lei 1.290, de 20 de julho de 1999*: Dispõe sobre a criação do Programa de Aproveitamento Agrícola das Praias dos Rios e Demais Cursos D'Água do Estado do Acre.
- *Decreto 2.242, de junho de 2000*: Institui a Comissão de Educação Ambiental do Estado do Acre e dá outras providências.
- *Lei 1.426, de 27 de dezembro de 2001*: “Lei Florestal” - Dispõe sobre a preservação e conservação das florestas do Estado, institui o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas.
- *Lei 1.500, de julho de 2003*: Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado do Acre, dispõe sobre infrações e penalidades aplicáveis e dá outras providências.
- *Decreto 8.423, de 11 de agosto de 2003*: Dispõe sobre o Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural e Florestal Sustentável – CDRFS e dá outras providências.
- *Decreto 8.452, de 14 de agosto de 2003*: Estabelece a estrutura e composição do Conselho Florestal Estadual e regulamenta o Fundo Florestal.
- *Lei 1.530, de 22 de janeiro de 2004*: Institui o ICMS Verde, destinando cinco por cento da arrecadação deste tributo para os municípios com Unidades de Conservação ambiental.
- *Lei 1.904 de 05 de junho de 2007*: Institui o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre – ZEE e apresenta o Mapa de Gestão Territorial na escala de 1:250.000, elaborado a partir dos eixos temáticos dos recursos naturais, sócio econômico e cultural-político.
- *Lei 2.025, de 20 de outubro de 2008*: Cria o programa de certificação das unidades produtivas familiares do Estado do Acre.

2.4.2 - Estrutura e Capacidade Institucional para a Gestão Ambiental

2.4.2.1 - Estrutura jurídica ligada à gestão ambiental

O Estado do Acre possui o seguinte arranjo institucional relacionado à questão jurídico-ambiental, com as respectivas atribuições:

- **Procuradoria Especializada de Meio Ambiente** - promove o cumprimento das políticas públicas ambientais em conjunto com a sociedade e órgãos governamentais. Trata, portanto, das questões ambientais do Estado, oficiando nos procedimentos administrativos e/ou judiciais que tratem da preservação do meio ambiente. É uma procuradoria especializada que trata única e exclusivamente da preservação do meio ambiente acreano, em meio à Amazônia brasileira e toda a sua biodiversidade. Além disso, é proativa na gestão da preservação dos recursos naturais transfronteiriços, como é o caso do rio Acre, que envolve três países: Brasil, Bolívia e Peru.
- **Coordenadoria de Defesa do Meio Ambiente, Conflitos Agrários, Urbanismo e do Patrimônio Histórico e Cultural do Ministério Público do Estado do Acre** - é um Órgão de Execução e de Apoio Operacional visando a coordenação da atuação dos demais Órgãos de Execução das áreas afins em todo o Estado do Acre, tem como objetivo a implementação de planos, programas e metas que visem integrar, estimular e aprimorar a atuação dos órgãos de execução na área ambiental, de habitação e urbanismo e de conflitos agrários.
- **Promotoria Especializada de Defesa do Meio Ambiente** - com atribuições em Rio Branco, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Acrelândia, Bujari e Porto Acre, fiscaliza a aplicação da legislação ambiental e defende os interesses sociais relacionados ao Meio Ambiente.
- **Assessoria Jurídica do Instituto de Meio Ambiente do Acre** – Tem como principais atribuições, prestar assistência jurídica direta e imediata ao Presidente, nas atribuições que lhe incumbe o cargo; fixar a interpretação da Constituição, das leis, dos pactos e dos demais atos normativos a ser uniformemente seguidos em sua área de atuação e coordenação, quando não houver orientação normativa da Procuradoria Geral do Estado; emitir pareceres jurídicos sobre as questões, dúvidas ou conflitos submetidos ao Presidente, em matérias relativas à sua competência; lavrar Autos de

Infração, Termos de Embargo, de Interdição, de Apreensão, de Inutilização, de Suspensão e de Demolição; opinar sobre atos a serem submetidos ao Presidente, com vistas à vinculação administrativa; estudar e redigir contratos e/ou instrumentos congêneres; elaborar minutas de projetos de leis, decretos e, sempre que necessário, outros atos normativos expedidos pelo Presidente; promover a execução fiscal dos autuados por infração ambiental; e representar e assessorar o IMAC em ações e questões jurídicas relacionadas ao licenciamento, monitoramento e fiscalização das atividades produtivas que utilizam recursos naturais.

- **Pelotão Florestal** – Composto por 14 Policiais Militares, não com atuação específica na área, atende essencialmente as demandas da capital Rio Branco e poucas atuações nos municípios do Alto e Baixo Acre.

2.4.2.2 - Infraestrutura para a gestão

A estrutura institucional para a gestão ambiental do Acre tem crescido e melhorado nos últimos anos, mas ainda necessitam de capacitação, complementação de pessoal e melhor coordenação interinstitucional. A capacidade institucional existente em cada agência é avaliada abaixo, incluindo as necessidades de fortalecimento institucional.

A Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) foi criada pela Lei Complementar 171 de 31 de agosto de 1987 é uma autarquia estadual com autonomia administrativa e financeira, com atuação em todo o Estado do Acre, sendo supervisionada pela Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico Sustentável (SEPLAN). São vinculados a SEMA o Instituto de Meio Ambiente do Acre (IMAC) e o Instituto de Terras do Acre (ITERACRE). Dentre outras atribuições, compete à SEMA: (i) elaborar, coordenar e supervisionar a política estadual de meio ambiente, biodiversidade, serviços ambientais e unidades de conservação, de acordo com as diretrizes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA); (ii) planejar, coordenar e supervisionar o desenvolvimento das atividades de acesso aos recursos genéticos do Estado do Acre; (iii) elaborar, monitorar e orientar o zoneamento ecológico-econômico do território estadual; e (iv) propor as políticas de controle, monitoramento, fiscalização, licenciamento e educação ambiental, bem como de ordenamento e reordenamento territorial do Estado do Acre.

Em 2008 foi criada a Comissão Estadual de Gestão de Riscos Ambientais do Acre (CEGdRA) através do Decreto estadual 3415 de 12/9/2008 vinculada a Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA, tendo como Coordenador o Secretário de Estado de Meio Ambiente, devido ao grande problema ambiental ocorrido na cidade de Rio Branco no ano de 2005 (Apêndice A), com a ocorrência de incêndio florestal de grandes proporções, que degradou 200 mil hectares de florestas.

A CEGdRA tem como objetivos principais (CEGdRA, 2011):

- Propor e avaliar programas, ações e atividades voltadas para a prevenção, controle e mitigação dos impactos decorrentes de queimadas, secas, desmatamentos, enchentes, acidentes com produtos químicos perigosos e outros eventos de riscos ao meio ambiente decorrentes das atividades antrópicas e dos efeitos das mudanças climáticas globais.
- Colaborar com a elaboração e gerenciar a implementação do Plano Estadual de Gestão de Riscos Ambientais;
- Identificar demandas relacionadas à gestão de riscos;
- Propor e avaliar planos de programas, ações e atividades voltadas para a gestão de riscos;
- Promover a educação, a capacitação e a divulgação a respeito da gestão de riscos;
- Estruturar e fortalecer a integração da sociedade;
- Realizar gestões de forma a prover a dotação orçamentária necessária;
- Promover mecanismos para alimentação, atualização e disponibilização de sistemas de informação para subsidiar a gestão de riscos no Estado.

2.4.3 Aspectos legais do uso da RESEX Chico Mendes

A proposta de Reserva Extrativista, segundo o Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), nasceu originalmente da luta pela identidade dos seringueiros, povos que viveram explorados secularmente pelos patrões da borracha nativa na Amazônia. O processo se iniciou em Xapuri, no Estado do Acre, onde Chico Mendes se destacou como liderança, através do Sindicato de Trabalhadores Rurais que era um fato novo na vida do seringueiro e que, canalizando o confronto direto com os pecuaristas ganhou espaço em 1985, no 1º Encontro Nacional dos Seringueiros

realizado em Brasília, Distrito Federal, com a participação de 130 seringueiros do Acre, Rondônia, Amazonas e Pará (IBAMA, 2012).

Tendo as Terras Indígenas como referência os seringueiros acreditaram que o reconhecimento estatal de suas posses no modelo adotado para os índios seria conveniente. Se haviam as Reservas Indígenas haveriam de existir as Reservas Extrativistas destinadas para a prática do extrativismo. Reivindicaram assim, a chance de manter suas posses nos moldes em que viviam tradicionalmente, em uma colocação (unidade produtiva de referência no seringal) com aproximados 300 hectares de áreas, contendo em média 3 estradas de seringa, com 130 árvores de seringueiras em cada estrada. Com uma produção média de 714 quilos de borracha, por safra e por ano, uma família de seringueiro poderia conseguir a renda suficiente para sua sobrevivência, com um importante valor adicional advindo da produção de 2 toneladas de castanha-do-Brasil por ano (RODRIGUES, 2004).

No modelo de Reserva Extrativista, RESEX, idealizado pelos seringueiros do Acre, as terras pertencem à União, mas com o usufruto dos que nela vivem para exploração do recurso florestal. Indo além da segurança fundiária o princípio legal da Reserva Extrativista se baseia na assinatura de um Contrato de Concessão de Direito Real de Uso, por um período de 30 anos, mas que pode ser repassado de pai para filho e renovado a cada 30 anos infinitamente, desde que os descendentes se comprometam com o uso florestal da colocação. Duas diretrizes são fundamentais na proposta e não podem ser modificadas sob o risco de descaracterização da RESEX.

A primeira, que o Contrato de Concessão é assinado de maneira coletiva e sem áreas definidas de propriedade uma vez que não há propriedade individual. Significa dizer que cada família de produtor nunca poderá vender a terra pois não é sua propriedade, é de propriedade da União ou da sociedade como um todo.

Já a segunda é ainda mais complexa por envolver o tipo de exploração praticada na colocação. Ocorre que a prática da agropecuária, isto é, a substituição da cobertura florestal por qualquer tipo de cultivo, pode acontecer em um espaço territorial previamente definido e que não supera 5% da área da colocação e, por conseguinte, de toda RESEX. Todo desmatamento acima desse limite está fora da diretriz e deverá ser fiscalizado. Outro ponto ainda é que as áreas desmatadas devem ter uso para subsistência e em hipótese alguma podem ser explorada para fins comerciais. O produtor não poderá na RESEX obter renda com a comercialização de

gado e farinha, arroz ou feijão, somente com os produtos florestais: borracha, castanha e madeira, por exemplo.

Em 1990, o CNS conseguiu o espaço para o reconhecimento legal do Governo Federal, de que a área proposta para Reserva possuía interesse social, e, pelo Decreto de nº 99.144, de 12 de março de 1990, é criada a RESEX Chico Mendes. A área da Reserva Extrativista ora criada fica declarada de interesse ecológico e social. Com uma área aproximada de 970.570,00ha a RESEX abrange os municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Capixaba, Xapuri, Sena Madureira e Rio Branco e Plácido de Castro (IBAMA, 2013).

De acordo com o Decreto n. 98.897, DE 30 de janeiro de 1990 em sua definição, o legislador evidencia a finalidade da RESEX, expresso em seu Art.1 que se lê: (BRASIL/SENADO FEDERAL, 2013).

Art. 1º As reservas extrativistas são espaços territoriais destinados à exploração auto-sustentável e conservação dos recursos naturais renováveis, por população extrativista.

No SNUC, o conceito de modelo de RESEX pertencente ao grupo de UC de Uso Sustentável é definido em seu Art. 18 que se lê:

Art. 18 ° A Reserva Extrativista é uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade.

Cabe lembrar, a RESEX estabelecida em virtude de solicitação formal dos moradores assim como os limites depois da formalização fez-se a discussão e aprovação do Plano de Utilização pelos moradores e assinatura do contrato de Concessão de Direito de Uso.

De acordo o primeiro plano de uso da RESEX no item 16: Os moradores da reserva poderão realizar atividades complementares, tais como agricultura, criação de pequenos animais, piscicultura, pecuária, agrossilvicultura. Estas atividades poderão ocupar até dez por cento (10%) da área da colocação. Já o item 35. Indica o limite máximo permitido de cinquenta por cento (50%) da área da colocação destinada para atividades complementares dentre elas, a criação de grandes animais (IBAMA, 2013a).

Estudos de Costa (2000), relata que a criação de animais (pecuária) desempenha um papel de “reserva de recursos/poupança” para necessidades de emergência, contribuindo com 9% da renda daquela população.

Na pauta, a agropecuária, evidencia-se a crescente preocupação da questão criação de gado, quando ao analisar-se o plano de uso final da RESEX. Uma vez que, este plano reservou as regulamentações enumeradas, 35: sobre os locais para criação, o item 36: estabelece o limite máximo para essa atividade o item 36-A: definindo o número de 2 cabeças/hectare dentro do limite máximo permitido de 15 (quinze) hectares de pastagem, sendo permitido um número maior de cabeças somente em caso de comprovação de viabilidade técnica e econômica, por meio de projeto técnico a ser submetido à análise e aprovação do órgão gestor, mediante anuência prévia da Associação Concessionária da área de jurisdição do projeto. E finalmente o item 36-B: o qual proíbe o arrendamento de áreas de pastagem no interior da Reserva (WWF, 2013).

2.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto, pode-se observar que as florestas e a natureza são motivos de especial atenção pelos gestores desde 1934 quando surgiu o primeiro Código Florestal, implementado com maior afinco quando em 1964 o congresso aprova o novo (para a época) que seria chamado de Código Florestal.

Pode-se notar que grande parte da legislação nacional e estadual de combate e controle do desmatamento surgiu como resposta às reivindicações da sociedade, fazendo com que os gestores buscassem meios para sua contenção e mitigação. Um bom exemplo disso foi o processo de criação da RESEX Chico Mendes, considerada a primeira UC de uso sustentável, que recebeu o nome em homenagem ao sindicalista Francisco Alves Mendes, assassinado quando reivindicada ações de proteção à floresta naquela região. A criação desta UC atendeu às expectativas de vários atores sociais, incluindo sindicalistas defensores dos direitos humanos, ambientalistas, pesquisadores e técnicos que atuam na Amazônia.

Outro momento de mobilização social importante no exemplo do Acre ocorreu quando em 2005, a partir de um forte período de estiagem, a fumaça pairou sobre o céu da capital, Rio Branco. Tal episódio causou sérios problemas à saúde da população, que reagiu com passeatas de protesto chamando atenção da mídia

nacional e regional. Como resultado o poder público local tomou várias iniciativas em resposta àquela situação de emergência.

Com isso as iniciativas de monitoramento no âmbito estadual cresceram de forma surpreendente a partir da “Lei Florestal” no tocante a preservação e conservação das florestas do Estado, quando foi instituído o Sistema Estadual de Áreas Naturais Protegidas. Para entender o motivo de toda atenção voltadas a diminuir as taxas de desmatamento no Estado e principalmente na UC estudada detalhou-se no capítulo a seguir as taxas anuais de desmatamento, como também os ambientes afetados pelo desmatamento.

3 - AVALIAÇÕES DE METODOLOGIAS PARA QUANTIFICAÇÃO DO DESMATAMENTO NA RESEX CHICO MENDES ACRE, BRASIL

3.1 - INTRODUÇÃO

O sucesso das técnicas de sensoriamento remoto para quantificação do desmatamento começa no planejamento e na escolha de metodologias aplicáveis às peculiaridades de cada região.

De acordo com Santos (2010), e Krug (2001), o monitoramento da cobertura vegetal na região Amazônica encontra diversas dificuldades, principalmente devido sua extensão geográfica e avanço da fronteira agrícola. Para Oliveira et al. (2009), os estados de Rondônia e Acre, que se localizam no noroeste brasileiro, na Amazônia, testemunham o debate entre a preservação ambiental e a expansão da fronteira agrícola brasileira.

Segundo Oliveira et al. (2009), o desflorestamento na Amazônia é condicionado por fatores externos e internos à unidade produtiva. Entre os externos se destacam políticas públicas como a de assentamento de agricultores na Amazônia e os subsídios para o estabelecimento de grandes propriedades na região. Segundo Vieira et al. (2008), e Fearnside (2008), o desmatamento é uma ameaça à biodiversidade na região Amazônica.

Há desmatamento até em UCs que, em tese, foram criadas para a proteção ambiental. Pedlowski et al. (2005), estimaram que, mantido o atual ritmo de desmatamento, existe UC que estará completamente desmatada em 2017.

No contexto amazônico o Acre ainda possui 88% de sua cobertura florestal original, da qual a maior parte de sua população ainda depende. O Acre desenvolveu seu Zoneamento Ecológico-Econômico de forma a buscar utilizar da melhor forma possível os 12% já desmatados do Estado (dos quais apenas 1% corresponde a áreas urbanas), manter a floresta de pé para um uso sustentável de longo prazo e recuperar áreas degradadas que não deveriam ter sido desmatadas (ACRE, 2010). O Estado monitora o desmatamento em seu território com tecnologia de alta resolução, o que permitiu identificar que a maior parte do desmatamento atual ocorre em pequenas propriedades.

Tendo em vista a importância da região e o avanço das técnicas de sensoriamento remoto, diversos institutos criaram metodologias e programas de monitoramento da cobertura florestal amazônica. Santos (2010), destaca os programas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com o Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES), Sistema Detecção de Desmatamento em Tempo Real (DETER), Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira (DEGRAD e QUEIMADAS).

O Objetivo desse trabalho foi mostrar as diferentes técnicas e metodologias utilizadas para quantificação de áreas desmatadas na RESEX Chico Mendes, e verificar sua acurácia. Para tanto utilizou-se dados obtidos a partir do uso da metodologia desenvolvida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (PRODES) e da metodologia desenvolvida pela Unidade Central de Geoprocessamento (UCEGEO) comparando-as com a classificação supervisionada realizada pelo autor desta pesquisa utilizando imagem de alta resolução espacial do sensor Formosat para acurácia do mapeamento.

3.2 - REVISÃO DE LITERATURA

3.2.1 - Metodologia empregada pelo Programa de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia (PRODES)

Segundo Câmara et al. (2006), a interpretação de imagens na metodologia PRODES em ambiente computacional do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) resumidamente consiste nas seguintes etapas:

- Seleção de imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) acoplado ao satélite Landsat ou sensor CCD (*Charge Coupled Device*) do satélite CBERS ambos com menor cobertura de nuvens e com data de aquisição a mais próxima possível da data de referência para o cálculo de taxa de desmatamento (1º de agosto);
- Georreferenciamento das imagens, transformação dos dados radiométricos das imagens em imagens de componente de cena (vegetação, solo e sombra);
- Aplicação de algoritmo de mistura espectral para concentrar a informação sobre o desmatamento em uma ou duas imagens, segmentação em campos homogêneos das imagens dos componentes solo e sombra;

- Classificação não supervisionada e por campos das imagens de solo e de sombra, mapeamento das classes não supervisionadas em classes informativas (desmatamento do ano, floresta, etc.);
- Edição do resultado do mapeamento de classes e elaboração de mosaicos das cartas temáticas de cada Unidade Federativa.

A técnica INPE para o PRODES gera os dados oficiais de desflorestamento na Amazônia brasileira desde 1988. Estes dados servem como subsídios para indicar a eficiência das políticas de controle de desmatamento na Amazônia Legal. Atualmente esta sendo adotado como base para implementar o DETER, que monitora e alerta o desflorestamento, em formações florestais tropicais (SHIMABUKURO, 2006).

No entanto, as controvérsias geradas a partir do uso dos dados do PRODES numa discussão sobre desmatamento no Acre (COUTINHO, 2003), acarretou a correção da taxa de desflorestamento para a cena 00267 no ano de 2002, em aproximadamente 50%. Uma correção dessa magnitude induziu à a formulação as seguintes perguntas: 1) Qual é a reprodutibilidade e a acurácia dos dados do PRODES?;2) O método do PRODES pode ser usado para mapear mudanças da cobertura florestal ao nível da bacia? (MALDONADO et al., 2007).

O PRODES aplica o Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME) às imagens devidamente registradas, obtendo como resultado imagens fração solo, sombra e vegetação (SHIMABUKURU; SMITH, 1991). As imagens-fração solo e sombra são utilizadas pelo PRODES na detecção do desflorestamento. Estas imagens-fração são reamostradas para um *pixel* de 60m.

Para Maldonado et al. (2007), as imagens fração mascaradas são segmentadas por crescimento de regiões. Nesta segmentação, somente as regiões espacialmente adjacentes são agrupadas, segundo um critério de similaridade que segue dois limiares: a) O limiar de similaridade, valor mínimo estabelecido pelo intérprete, abaixo do qual, duas regiões são consideradas espectralmente similares e agrupadas em uma única região e b) O limiar de área, valor de mínima dimensão, dado em número de *pixels*, para que uma região seja individualizada. No caso do PRODES, os limiares de similaridade e de área são 8 e 16, respectivamente. O limiar de área 16 usando *pixels* de resolução espacial de 60 m significa que a área mínima a ser mapeada pelo PRODES é de 5,76 ha.

Maldonado et al. (2007), utilizaram a base metodológica PRODES e realizaram alterações como os limiares de similaridade e áreas para a segmentação por crescimento de regiões, mostraram que as diferenças estão principalmente na capacidade de melhor mapear áreas de regeneração e seus contornos. A segmentação com limiares de similaridade 8 e de área 4 (0,36 ha), conservou melhor os contornos e melhorou o mapeamento de pequenas áreas de desflorestamento predominantes em áreas da RESEX Chico Mendes.

3.2.2 - Metodologia Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Acre - UCEGEO

Após a aprovação do ZEE do Estado do Acre, o governo pode atuar de forma mais rigorosa no processo de fiscalização e monitoramento do desflorestamento no Estado (LATUF; CARMO, 2010). A metodologia de classificação do desmatamento dividir-se em duas fases: pré-processamento e o processamento das imagens. A fase de pré-processamento está associada às etapas de aquisição de imagens (com a menor taxa de cobertura de nuvens), filtragem de correção atmosférica (filtro *Haze*) e correção geométrica (utilização de imagens Geocover). A fase de pré-processamento dos dados consiste nas seguintes etapas:

- a) aquisição das cenas do sensor TM 5 da série *Landsat*;
- b) melhoria visual com redução de neblina ou fumaça; e
- c) correção geométrica.

Para composição das cenas foram adquiridas imagens dos anos de 1987 a 2009, tendo estabelecido como ano-base 1988. Foram adquiridas nos sites do INPE, no seguinte endereço: www.dgi.inpe.br/cdsr, bem como o site do *United States Geological Survey* no seguinte endereço: <http://landsat.usgs.gov>.

Para melhoria visual com redução de neblina ou fumaça, foi utilizado por Carlotto (1999), de acordo com Ponzoni (2004), a aplicação do filtro *Haze*, implementado ao aplicativo IDL (*Interactive Data Language*) do software ENVI procedimento este que minimiza os efeitos de neblina e fumaça nas cenas, aumentando a qualidade visual das imagens o filtro caracteriza-se como um filtro de passa-alta com pouca agressividade. Deste modo, todas as 322 cenas sofreram este processamento para a melhoria visual.

A fase de processamento das imagens divide-se nas etapas de segmentação (definição de áreas estatisticamente homogêneas), definição de amostras representativas (floresta e não floresta), classificação orientada a objetivo *algoritmo Support Vector Machine* (SVM), edição matricial (correção de erros de classificação), verificação da exatidão (utilização da média do índice *kappa* por órbita/ponto e por ano) e validação em campo.

Latuf e Carmo (2010), detalham o processo de segmentação reconhecido como sendo muito oneroso, tanto computacionalmente, quanto para o próprio fotointérprete, pois necessita de inúmeras repetições para se chegar a um limiar que satisfaça aos objetivos da classificação. Fato igualmente evidenciado em Câmara et al. (2006) no PRODES o qual constata que a fase mais que dobra, em termos de homens-hora o processamento das imagens, representando um custo adicional.

Porém, de acordo com Latuf e Carmo (2010), com o uso do aplicativo *Feature Extraction* incluído no módulo do software Envi Zoom 4.6, esta tarefa torna-se mais dinâmica, bem como possibilita ao fotointérprete testar vários limiares de uma forma mais prática e rápida. Não existe um limiar padrão, pois este é variável de cena para cena, porém algo entorno de 50 a 70% ajusta-se bem para o objetivo de detecção de desflorestamento.

A próxima etapa da fase de processamento das cenas consiste na etapa de extração das características dos polígonos definidos na etapa anterior. Esta etapa caracterizada como “*Compute Attributes*” é o momento onde serão extraídos 34 atributos para cada polígono (área, forma, NDVI, rugosidade, etc.). Estes estão subdivididos em atributos Espaciais, Texturais e Espectrais, além da seleção das bandas de entrada para a classificação. Em seguida adotou-se a classificação supervisionada que consiste no treinamento prévio do algoritmo classificador, a fim de ajustar estatisticamente cada classe de cobertura (floresta, não floresta, água, nuvem e sombra), para que posteriormente o *software* faça uma varredura ao longo de todos os polígonos e teste, em qual classe aquele polígono será classificado. Para isto, o foto intérprete deverá selecionar amostras representativas para cada classe, cabendo ao mesmo, a seleção destas amostras. Quanto ao algoritmo, foi utilizado o SVM com o *kernel sigmoid*. Este algoritmo é um método de classificação moderno, porém robusto e de fácil utilização.

Assim, após serem realizadas as classificações automáticas, o fotointérprete realiza a checagem da eficiência das mesmas, por meio de inspeção por toda a cena.

Desta forma, o fotointérprete decidirá, por meio de sua experiência, se o classificador foi ou não eficiente. A edição matricial é realizada no aplicativo *Class Edit*, desenvolvido na linguagem IDL do *software* ENVI versão 4.6. Na edição matricial também é feita a limpeza da classe desmate em polígonos menores que 0,54 hectares, que constitui a área mínima mapeável desta metodologia. Após a estimativa do índice *kappa*, o foto intérprete inicia o procedimento de elaboração da máscara das áreas desflorestadas naquele respectivo ano. Para análise da dinâmica temporal do desflorestamento, com a classificação de 1988 a 2010, foi utilizado o acumulado do desflorestamento do(s) ano(s) anterior (es) e classificava-se o desflorestamento do ano corrente, e assim sucessivamente até 2010. Para isso recorreu-se ao uso de “Máscara”, representando o acumulado e permitindo a classificação do desflorestamento somente do ano corrente (Figura 3.1).

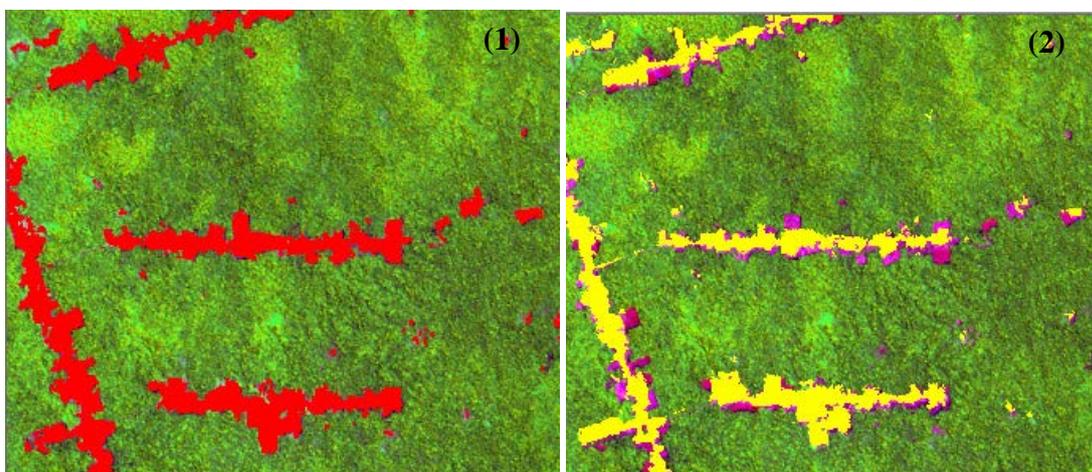


Figura 3.1 - (1) Detecção pela nova metodologia e (2) detecção pela metodologia antiga

Fonte: (LATUF; CARMO, 2010).

3.2.3 Classificação de imagem

As técnicas de classificação digital implicam na implementação de um processo de decisão para que o computador possa atribuir certo conjunto de pontos da imagem (*pixels*) a uma determinada classe. Tais procedimentos tornam o processo de mapeamento ou reconhecimento de características da superfície terrestre menos subjetivo e com maior potencial de repetição em situações subsequentes (NOVO, 2008).

Segundo Lillesand et al. (2004), o processamento de imagens é uma equação ou conjunto de equações aplicadas aos dados dos sensores,

armazenando os resultados da computação para cada *pixel*. O resultado forma uma nova imagem digital que pode ser exibida ou armazenada, para ser manipulado posteriormente.

De acordo com Crosta (1992), a classificação automática de imagens multiespectrais de sensores remotos, consiste em, associar uma rotulação descrevendo um objeto (vegetação) a cada *pixel* da imagem. Dessa forma, valores numéricos associados ao *pixel* são definidos pela refletância dos materiais que compõem esse *pixel*, são identificados cada tipo de cobertura da superfície da imagem, gerando em seguida um mapa temático mostrando a distribuição geográfica do tema em estudo.

Para tal, faz-se necessária a classificação supervisionada, sendo pré-requisito que o usuário conheça alguma feição da área a ser classificada onde observações de campo tivessem sido observadas durante a passagem do satélite para adquirir a imagem. Segundo Crosta (1992), esse tipo de observação é conhecido como verdade terrestre (*ground truth*), áreas selecionadas para comparação, com a qual todos os *pixels* desconhecidos da imagem serão comparados para decidir a qual classe pertence. O método utilizado no presente estudo, para análise de imagens de sensores remotos, é mencionado a seguir, Máxima Verossimilhança.

3.2.3.1 Classificação por algoritmo de Máxima Verossimilhança (Maxver)

Segundo Campbell (1987), um dos algoritmos mais utilizados para classificação supervisionada, é o Algoritmo da Máxima Verossimilhança (Maxver). Este algoritmo utiliza a média e a covariância das amostras de treinamento para assinalar um *pixel* desconhecido de uma classe. Dados esses parâmetros, pode ser computada a probabilidade estatística de um *pixel* desconhecido pertencer a uma ou outra classe. Funções de densidade e probabilidade são utilizadas para classificar um *pixel* desconhecido, computando a probabilidade de que aquele *pixel* venha a pertencer a uma dada categoria. Depois avaliar a probabilidade para cada categoria, o *pixel* é assinalado na classe que a probabilidade está pré-determinada pelo analista (RIBEIRO, 2003).

- a) Regra de decisão (Equação 3.1).

$$X = \begin{bmatrix} VN_{ij1} \\ VN_{ij2} \\ \vdots \\ VN_{ijn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Em que: X = vetor de medidas dos *pixels* desconhecidos, V = matriz de covariância da classe contemplando todas as bandas, N= número de bandas, i = 1,2,...,n possíveis classes. Assinalar a classe X se e somente se $P_c \geq P_1$, sendo: P_c = probabilidade do vetor X ser assinalado na classe em questão; e P_i = probabilidade do vetor X ser assinalado em qualquer outra classe. V_c = determinante da matriz de covariância.

b) A função da densidade de probabilidade é dada a seguir (Equação 3.2);

$$P_c = [(-0,5 \log(\det(V_c))) - [0,5(X - M_c)T(V_c)e^{-1}(X - M_c)]] \quad (3.2)$$

Para classificar o vetor X, a regra de decisão imputa o valor P_c para cada classe e atribui o *pixel* à classe que possua maior valor.

A equação considera que as classes sejam equiprováveis no terreno. No entanto, em muitas aplicações, existe alta probabilidade de encontrar algumas classes mais frequentemente do que outras.

A probabilidade a *priori* tem sido usada com sucesso como um meio de incorporar os efeitos de deslocamento e outras características do terreno na melhoria da exatidão da classificação (RIBEIRO, 2003).

O algoritmo embora largamente utilizado o Maxver tem suas limitações relatadas particularmente quanto à exigência da normalidade dos dados (KAVZOGLU; MATHER, 2003).

3.3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.3.1 - Caracterização da área

3.3.1.1 - Localização, extensão e limites da RESEX Chico Mendes

O modelo de Reserva Extrativista reconhecida pelo Decreto de nº 99.144, de 12 de março de 1990 são terras pertencem à União, mas com o usufruto dos que nela

trabalham ou habitam. Com uma área aproximada de 970.570 ha a RESEX abrange os municípios de Assis Brasil, Brasiléia, Capixaba, Xapuri, Sena Madureira e Rio Branco e Plácido de Castro (Figura 3.1).

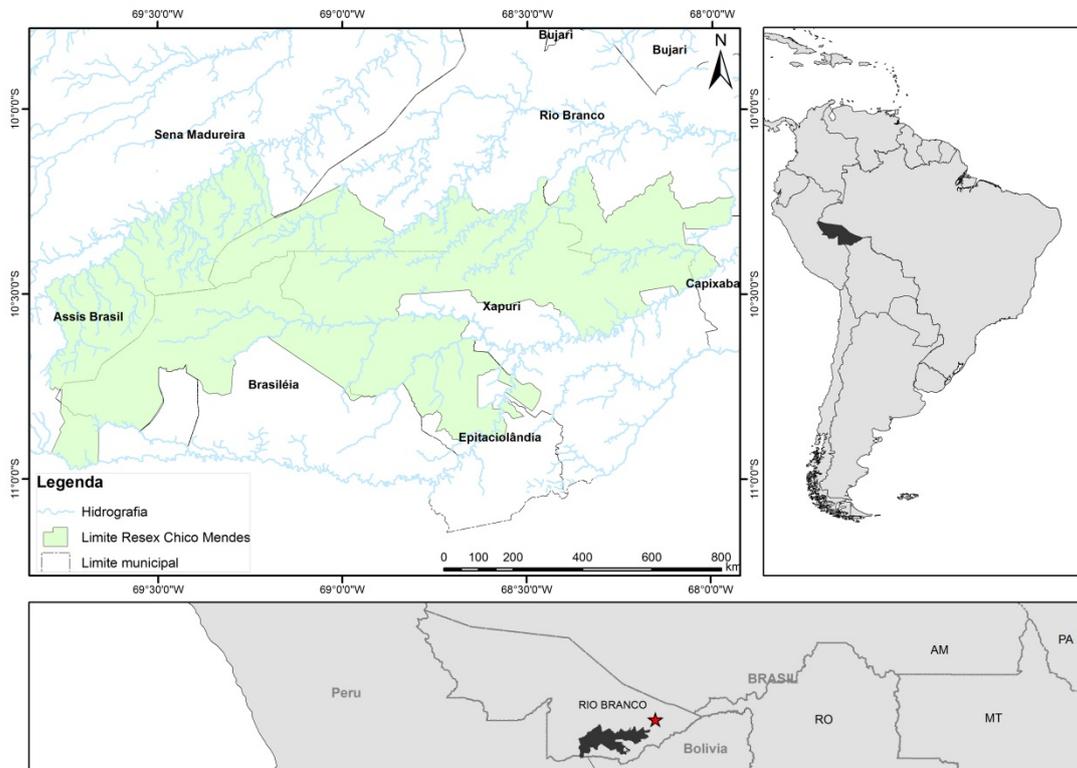


Figura 3.2 - Localização da Reserva Extrativista Chico Mendes, município Xapuri Estado do Acre.

Em escala local, está limitada ao Norte pelos Igarapés Riozinho, São Raimundo e Vai-se-Ver; a Nordeste pelo Igarapé Caipora e pelo Rio Acre; ao Sul pelo Rio Acre e os Igarapés Riozinho e São Pedro; a Oeste pelo Igarapé Samarrã e a Noroeste pelo o Rio Iaco (COSTA, 2000).

3.3.1.2 - Tipologias Florestais

A tipologia predominante encontrada na RESEX representa a Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras. A maior ocorrência de tipologias com dominância de bambu é nas áreas próximas aos rios Purus, Tarauacá, Muru, Juruá, Liberdade e Antimary. Essa tipologia apresenta uma mistura de fisionomias, entre as quais podem ser encontradas a Floresta Aberta com grande concentração de Bambu e a Floresta Aberta com Palmeiras, bem como pequenas manchas de Floresta Densa (ACRE, 2010).

A segunda tipologia dominante na RESEX e Floresta Aberta com Palmeiras. É geralmente encontrada em áreas próximas a planícies aluviais de rios com grande vazão na época das cheias. Essa fisionomia se caracteriza por uma floresta de dossel aberto com presença de palmeiras, podendo também ser encontradas áreas com cipós (ACRE, 2010).

De acordo com Costa (2000), a Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa representa a terceira maior na RESEX ocorre em manchas relativamente pequenas. É caracterizada por áreas com grande concentração de bambus e manchas de Floresta Densa, podendo apresentar também pequenas manchas de Floresta Aberta com Palmeiras. A seguir a representação de todas as tipologias presentes na RESEX (Figura 3.2).

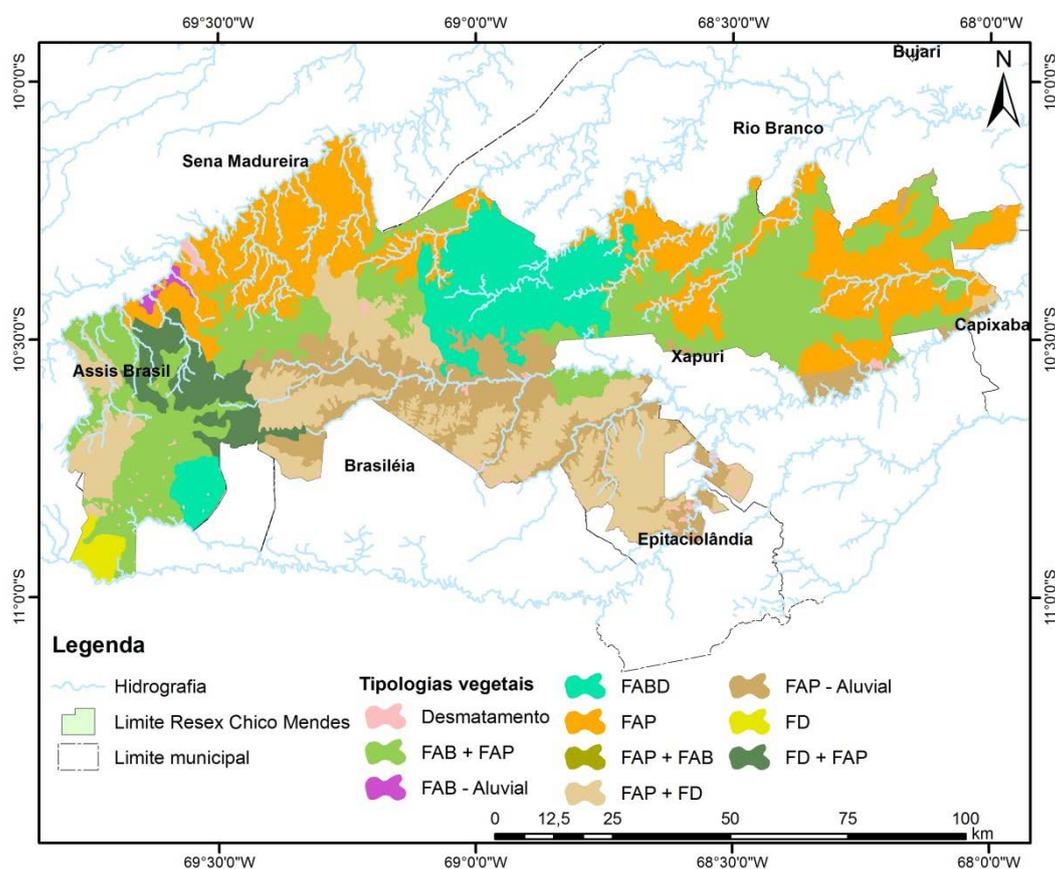


Figura 3.2 - Tipologias vegetais presentes na RESEX Chico Mendes.

A Tabela 3.1 detalha as tipologias suas respectivas áreas e valores relativos em relação à área da Reserva Extrativista Chico Mendes.

Tabela 3.1 - Tipologias florestais presentes na RESEX Chico Mende de acordo com Zoneamento Ecológico Econômico 2006.

Tipologia Vegetal	Área (m ²)	(%)
FAB + FAP	24405.447	26,23
FAP	24265.076	26,08
FAP + FD	15933.293	17,13
FAP - Aluvial	11862.351	12,75
FABD	10496.200	11,28
FD + FAP	391428.71	4,21
Desmatamento	97677.238	1,05
FD	86156.075	0,93
FAB - Aluvial	29818.591	0,32
FAP + FAB	2653.599	0,03
Total	930.397	100

Fonte: Acre, (2006).

Segundo Abud (2011), o relevo predominante é suave ondulado, com algumas áreas de relevo ondulado (Figura 3.3). As maiores altitudes são verificadas dentro da RESEX Chico Mendes, mais a noroeste, predominando o relevo suave ondulado.



Figura 3.3 - Bloco diagrama do relevo suave ondulado Região da RESEX Chico Mendes.

Fonte: (ABUD, 2011).

3.4 – CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA PARA ACURÁCIA

Esta metodologia de classificação supervisionada com algoritmo de Máxima Verossimilhança para distinguir os polígonos do desmatamento, dividir-se em duas fases: pré-processamento e o processamento das imagens. Na fase do pré-processamento estão associadas às etapas de aquisição de imagens (com a menor taxa de cobertura de nuvens), e correção geométrica (utilização de imagens Geocover).

As cenas foram obtidas em imagens dos anos de 1990 a 2010, as adquiridas nos sites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2012), no seguinte endereço: www.dgi.inpe.br/cdsr.

Na avaliação da acurácia foi utilizada uma imagem Formosat fusionada de 10 de setembro de 2008, com resolução espacial no modo multiespectral de 8m e modo *pancromático* de 2 m no que cobre 24 km x 24 km da área Sudoeste RESEX Chico Mendes.

As imagens obtidas para classificação foram cenas órbita/ponto 02/67, 02/68, 03/67 e 03/68. Estas imagens foram registradas com base em imagens ortoretificadas do Landsat, datum WGS 84.

A fase de classificação iniciou-se com uma imagem já georreferenciada. Adotou-se as seis bandas imagem Landsat 1,2,3,4,5,7, salvas em formato imagem (IMG) em ambiente ENVI 4.6. (ENVI, 2011). Em seguida selecionou-se regiões de interesse (ROIs) que são áreas conhecidas do interprete sendo: corpos de água, áreas de floresta, solo exposto regeneração e desmatamento. Em seguida utilizou-se o algoritmo de máxima verossimilhança, log verossimilhança dado: (Equação 3.3) (BATISTA, 2009).

$$l(x|\theta) = \log[\mathcal{L}] = \log \left[\prod_{i=1}^n f(x_i) \right] = \sum_{i=1}^n \log[f(x_i)] \quad (3.3)$$

Em que: A medida de verossimilhança é a distribuição conjunta, que no caso de observações .i.d (X1; ... ; Xn).

Após a classificação, seguiu-se o processo de edição da imagem no Envi+IDL nas respectivas classes de interesses, nesse caso desmatamento. O primeiro passo foi limpar as classes em relação a área mínima mapeável (0,54 ha) que representa 6

pixel. Colocando a classe que será limpa e a quantidade de *pixel* a ser excluída, neste caso 6 *pixels*, em seguida o processo de correção, mudando as classes que não foram classificadas corretamente. Finalizada a edição o passo seguinte foi a construção da máscara para as futuras classificações anuais.

3.4.1 – Características metodológicas

Buscou-se aqui avaliar as metodologias descritas nos itens anteriores. Como referencial metodológico, o Quadro 3.1 apresenta uma breve comparação de aspectos chave das referidas metodologias. De modo geral, as três metodologias, são de alta qualidade, tanto quanto ao banco de dados como as técnicas que utilizam. Reuniu-se tais características: metodologia PRODES do INPE metodologia da UCEGEO e do autor para acurácia.

Quadro 3.1 - Comparativos das técnicas de quantificação do desmatamento.

Características	Metodologias		
	PRODES	UCEGEO	ACURÁCIA
Imagens do sensor	LANDSAT TM 5		
Processamento	Algoritmo MLME	Filtro <i>Haze</i> ³	Filtro <i>Haze</i>
Tipo de classificação	Não supervisionada	Supervisionada	Supervisionada
<i>Software</i>	SPRING	ENVI	ENVI
Distinção das classes	Segmentação	Segmentação	Regiões de Interesse
Algoritmo de classificação	ISOSEG	<i>Support Vector Machine</i> (SVM) com o <i>kernel sigmoid</i>	Máxima verossimilhança
Produto final	<i>shapes</i>		

Obs: Tipo de seleção: Imagens com menor cobertura de nuvens e com data de aquisição a mais próxima o possível da data de referência para o cálculo de taxa de desmatamento (1º de agosto)

3.5 - BASE CARTOGRÁFICA

Foram utilizados os temas com os limites municipais e vias interurbanas da base topográfica do Estado do Acre na escala de 1:100.000 e os limites da situação

³ Implementado ao aplicativo IDL (*Interactive Data Language*) do software ENVI por Carlotto (1999).

fundiária do Estado do Acre da base do ZEE, Fase - II na escala de 1:250.000 e dados vetoriais do IBGE para os limites dos estados brasileiros na escala 1:1.000.000 e datum *South America 69* (SAD 69). Empregou-se o histórico do desmatamento de 1989 a 2010, disponibilizados pela UCEGEO, para o histórico do desmatamento seguindo a metodologia PRODES foi realizado o *download* dos dados disponíveis no sitio INPE <http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodes.php>.

3.5.1 – Processamento dos dados

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram utilizadas as classificações do desmatamento da RESEX Chico Mendes, conduzidos pelos projetos PRODES e UCEGEO, como também a classificação supervisionada deste estudo, utilizando algoritmo de Máxima Verossimilhança disponíveis em ferramentas do software ENVI. Essa metodologia foi usada para mapear o incremento do desmatamento utilizando imagens Landsat, podendo ser identificadas alterações de até 0,25 ha, a partir a aplicação de uma classificação automática pelo software, baseando-se na informação espectral do *pixel*, gerando a partir daí classes e identificando diversos alvos.

Os procedimentos técnicos e metodológicos aplicados a este trabalho teve como finalidade identificar atributos relacionados aos seguintes fatores: ocorrência anual de desflorestamento na área de estudo, ocorrência do desflorestamento em comparação entre as metodologias utilizadas atualmente. Portanto, foram realizados cruzamentos entre as classificações *clip* para o limite territorial da RESEX utilizando *shape* limite político e base fundiária (ZEE II).

Como Maldonado et al. (2007), e França (2009), mencionam que uma etapa importante da metodologia é o registro das imagens de satélites que precisam representar de forma mais acurada a localização das informações a serem geradas, para o registro das imagens Landsat foram utilizadas as imagens ortorretificadas do *Geocover* ortorretificado da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), na projeção UTM e datum WGS 84.

As imagens cedidas para a realização deste trabalho receberam um tratamento inicial de correção atmosférica, feito pela UCEGEO, pois a interferência de neblina ou fumaça no alvo a identificar diminui o brilho e adiciona outros valores ao alvo original. Tal processo é realizado antes da composição das cenas e registro do satélite

Landsat. As imagens passam por uma correção do efeito de neblina e fumaça (correção de *haze*) implementado no ambiente ENVI/IDL através de um algoritmo desenvolvido por Carlotto (1999). Tal procedimento, segundo França (2008), melhora o aspecto visual das feições oferecendo informações anteriormente não visualizadas pelo técnico. O fluxo metodológico utilizado neste estudo na (Figura 3.5) a seguir, delineando os processamentos aplicados aos resultados da classificação das imagens de satélites.

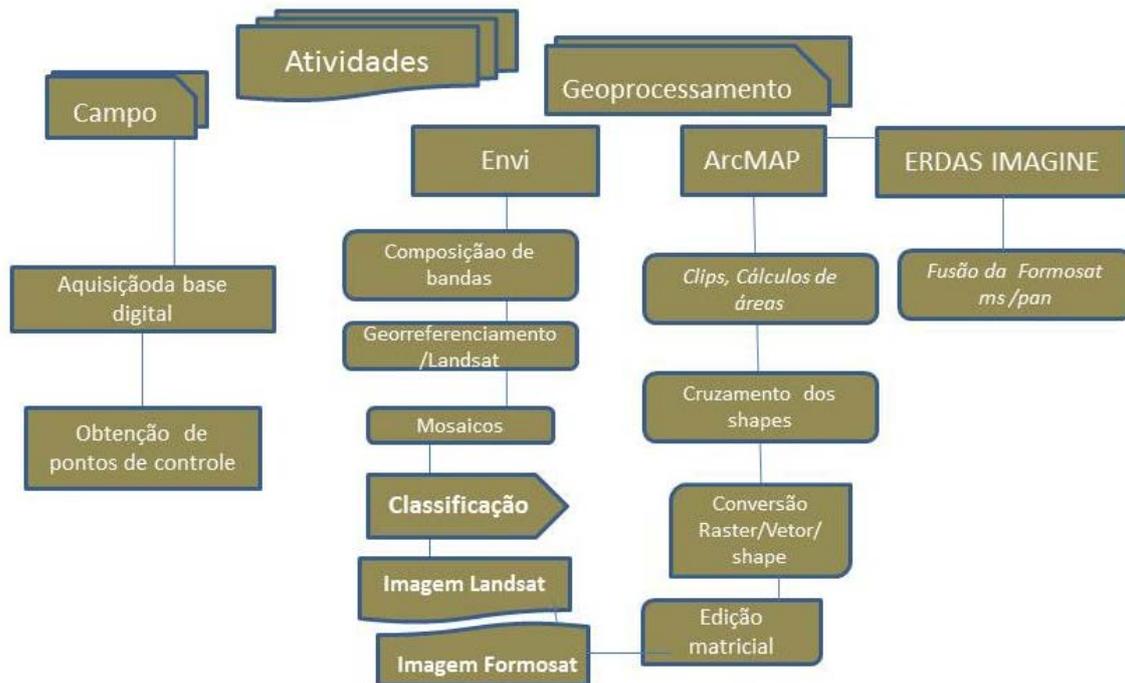


Figura 3.3 - Organograma das atividades realizadas para comparação das metodologias das classificações.

3.6 - ACURÁCIA DOS DADOS

Segundo Antunes e Lingnau (1997), a acurácia está relacionada à proximidade de uma observação ou medida do seu valor real. Considerando uma amostragem, a acurácia seria expressa pelo desvio padrão da amostra do valor real da população.

De acordo com Ipoliti-Ramilo, (1999), a estatística *kappa*, que também aparece na matriz de erro, diferentemente da exatidão global, utiliza todos os dados da matriz para o cálculo da concordância do mapeamento. Esta estatística é considerada como um indicador adequado para avaliação da exatidão de classificação.

Novo (2008), recomenda a validação da exatidão da classificação através dos dados provenientes da tabela de contingência ou matriz de confusão. Na matriz de confusão os dados de referência estão apresentados nas colunas e os dados classificados apresentados nas linhas. Os valores da diagonal principal representam o nível de concordância entre os dois conjuntos de dados.

A avaliação da acurácia pode ser obtida por meio de coeficientes de concordância, sendo que estes podem ser expressos como concordância total ou para classes individuais.

Segundo Antunes e Lingnau (1997), a análise do *kappa* é uma técnica multivariada discreta usada para determinar estatisticamente se a matriz de confusão é significativamente melhor que outra. O índice *kappa* varia de 0 a 1 valores próximos de 0 indica baixa concordância entre o mapa gerado e as informações de campo, enquanto que valores próximo de 1 indica maior concordância da classificação o quadro 3.2 sintetiza os coeficientes de concordância utilizados neste estudo.

Quadro 3.2 - Coeficientes de concordância para avaliação da acurácia.

Acurácia	Fórmula	Interpretação
Concordância Total	$P_o = \frac{\sum x_{ii}}{N}; P_e = \frac{\sum_{i=1}^M P_{i+} P_{+i}}{N^2}$	$0 \leq P_o \leq +1$
Coefficiente de concordância <i>Kappa</i> .	$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$	$-1 \leq \kappa \leq +1$

Fonte: Antunes e Lingnau, (1997) adaptado.

Em que: P_o para toda a matriz de erros é dado pela razão do somatório da diagonal principal, $(\sum x_{ii})$ pelo número total de observações (N). P_o pode ser traduzido pela proporção de unidades (pontos de referência) que concordam. P_e é expresso pelo somatório do produto dos elementos das linhas e colunas marginais $(\sum x_{i+} x_{+i})$ pelo número total de observações ao quadrado. P_e traduz a proporção de elementos atribuídos a determinada classe ao acaso. O valor positivo de *kappa* sugere que o valor observado de concordância é maior que a concordância ao acaso esperada. O valor $\kappa = 1$ ocorre quando houver total concordância entre os pontos de referência e as categorias classificadas.

A avaliação da acurácia em análises ambientais em especial as análises do desflorestamento, mostra-se necessária devido a grandes áreas mapeadas como

também uso de séries temporais (CAMARA et al., 2006). Nesse sentido, diferentes tipos de satélites têm sido usados para mapeamento visando estimar as áreas desflorestadas e sua localização (FRANÇA, 2008).

As vantagens de custo e disponibilidade na obtenção das imagens disponibilizadas pelo INPE da série Landsat, veem sendo utilizadas em mapeamentos para a cobertura florestal da Amazônia ao longo de anos (ASNER, 2001). As imagens de alta resolução, como as de Formosat 2, *QuickBird*, *Ikonos* e Radar, têm sido empregadas para avaliar a acurácia de estimativas de áreas desflorestadas produzidas com imagens Landsat ao longo de anos como usado por Asner (2001), Matricardi et al. (2005), Torres (2011), Abud (2011), Latuf e Carmo (2010), e Acre, (2010).

França (2008), ao realizar comparações das estimativas do desflorestamento entre o Landsat e sensores de alta resolução, mostra-se que a resposta do Landsat, quanto à interpretação dessas imagens, tende a superestimar os resultados, como identificou Maldonado et al. (2007), quando utilizou o sensor de alta resolução *QuickBird*, para avaliar a acurácia da estimativa gerada a partir dos dados do Landsat usando uma modificação do método PRODES.

Cabe mencionar que os resultados obtidos de estudos de monitoramento de desflorestamentos a partir de imagens Landsat mostram-se satisfatórios em estudos na região, exemplo: Kuplich et al. (2005), Soares-Filho et al. (2005), Costa e Souza Júnior (2005), Araújo (2008), como também Amaral (2007).

Contudo, é importante uma avaliação da acurácia dos dados para determinar a confiabilidade dos resultados, portanto, neste trabalho, assim como França (2008), utilizou-se imagens do sensor *Landsat-TM* e imagens do sensor Formosat-2 para definição da acurácia de mapeamento da cobertura florestal por interpretação visual e classificação automática.

Há vários meios independentes para a avaliação da acurácia de dados provenientes de sensoriamento remoto, que são: checagem de campo, sobrevoos e imagens de alta resolução (FRANÇA, 2008).

As imagens utilizadas para averiguar a acurácia (Formosat-2), ambas para o ano de 2008, foram cedidas pela UCEGEO. As imagens Formosat-2, cenas T-80 e T-81 multiespectral e pancromática, fusionadas no em ambiente ERDAS®. Imagine, com composição de bandas 3(R), 4(G) e 2(B), possuem resolução espacial de 2 m para as bandas multiespectrais, que permitiram determinar a acurácia na

quantificação do desflorestamento realizada pela classificação supervisionada a partir das imagens do Landsat, cenas 002/067 de composição R(5), G(4) e B(3), que possuem resolução espacial de 30m.

A metodologia utilizada no presente estudo, para a comparação das classificações do desmatamento foi selecionar uma região da RESEX pertencente à imagem Formosat-2 T 81, para digitalização e avaliação das quantificações como também a disposição das feições, cujas detalhadas anteriormente, são: metodologia não supervisionada do PRODES, da classificação supervisionada da UCEGEO e da classificação supervisionada com algoritmo de máxima verossimilhança realizada pelo autor (Figura 3.6).

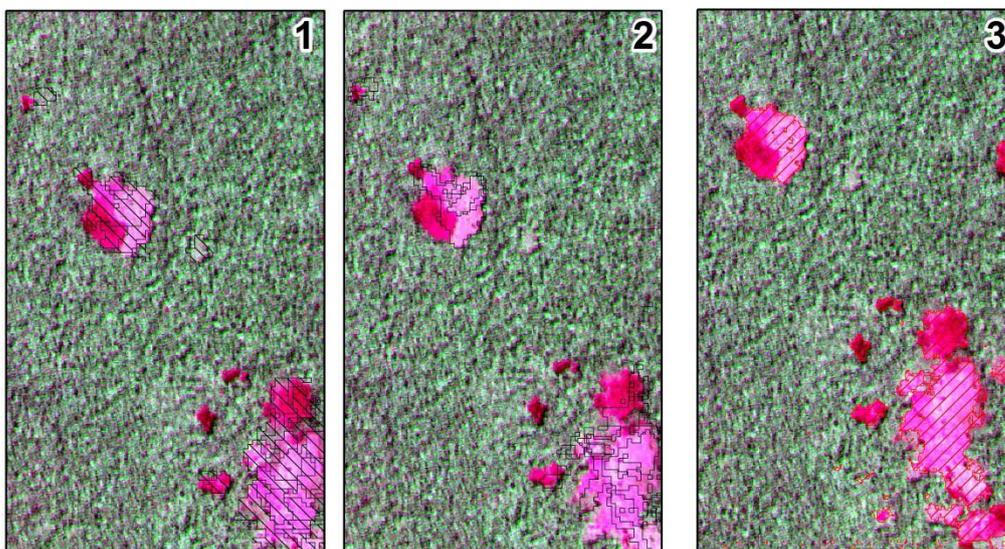


Figura 3.4 - Detalhe de área da RESEX com as respectivas metodologias: (1) Classificação da UCEGEO, (2) Classificação PRODES, (3) Classificação algoritmo de Máxima verossimilhança com imagem Landsat

Para análise de acurácia das feições classificadas, foram utilizados 100 pontos de controle, aleatorizados em ambiente ArcMap. Para acurácia do método do PRODES, foi aplicado na região coberta também pelas imagens do sensor Formosat T-80 e T-81 fusionadas. A composição colorida das bandas 3(R), 4(G) e 2(B), da imagem Formosat foi definida como sendo a melhor para reconhecer e identificar – por parâmetros visuais – das feições classificadas na área de estudo. Regiões com alta rugosidade com coloração verde escuro foram classificadas como floresta. Regiões com textura pouco rugosa a lisa com coloração vermelho claro, rósea a verde e cinzas foram consideradas como desflorestamento. A classe desmatamento inclui áreas abertas, áreas com algum tipo de regeneração e áreas queimadas.

Após a classificação e edição vetorial das imagens classificadas, os polígonos identificados para a comparação da quantificação das classificações foram selecionados na região (Figura 3.7) onde se verificou a distinção de todos os polígonos e das metodologias analisadas.

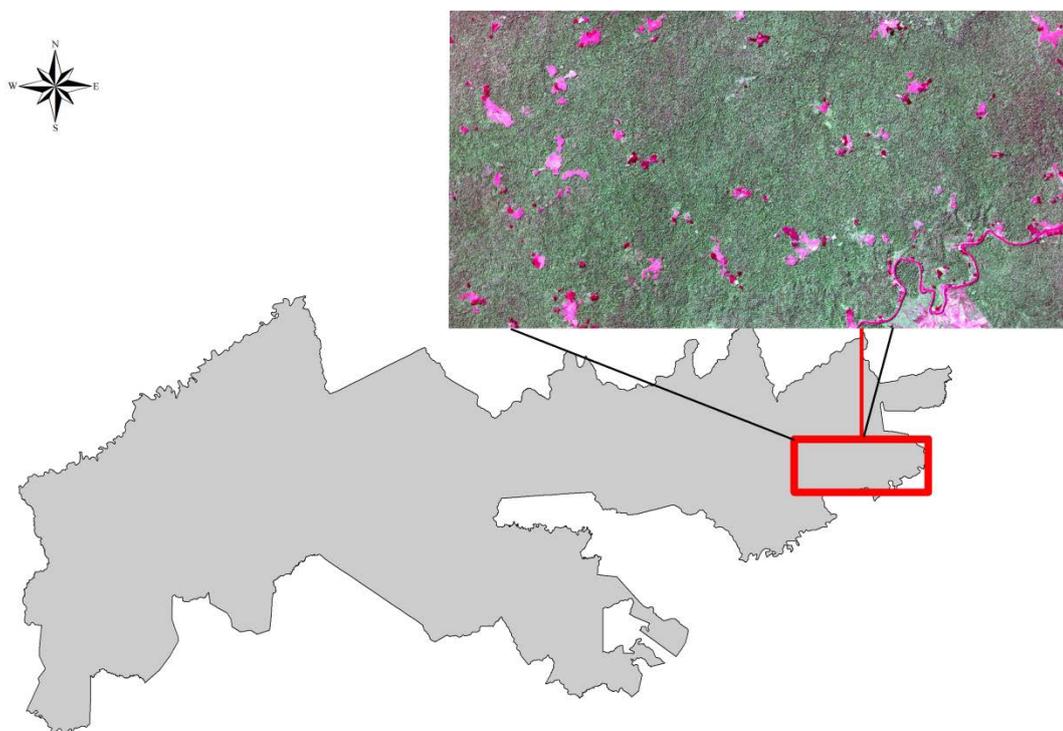


Figura 3.5 - Detalhe da área da RESEX cujas amostras das classificações foram selecionadas para análise comparativa.

De acordo com Maldonado et al. (2007), e França (2008), essa validação é importante uma vez que a análise está diretamente ligada a qualidade da informação. Essa comparação serve para observar se os dados foram superestimados ou subestimados na leitura das classificações.

3.7 - RESULTADOS

3.7.1 - Mapeamento do desmatamento

A RESEX Chico Mendes passa por uma dinâmica nas mudanças do uso da terra os resultados mostram que o desmatamento desloca o eixo das preocupações e reivindicações, historicamente focadas na luta pela terra. Ganha importância o

desafio da gestão e da proteção desses vastos territórios, que não têm estruturas institucionais suficientes de governança e de representação política nacional.

O desmatamento bruto acumulado segundo a maior série temporal mapeada (UCEGEO) para área de estudo no ano de 1988 era de 7.174,14 ha representando 0,077% da sua área total. Entre 1989 a 2010, a área desmatada aumentou em média 2.295,67 ha por ano, passando de 0,077% para 0,5% ao final de 2010. Isto representou um aumento de 57.672,52 ha de áreas desflorestadas, significando 0,33% do desmatamento do Estado do Acre. O desmatamento concentra-se principalmente na região sul da RESEX, no seu entorno com maior presença antrópica, distribuindo-se também, ao longo das Estradas pavimentadas BR-317 e não pavimentadas. Além disso, há manchas de desmatamento ao longo dos cursos de rios e igarapés (Figura 3.8).

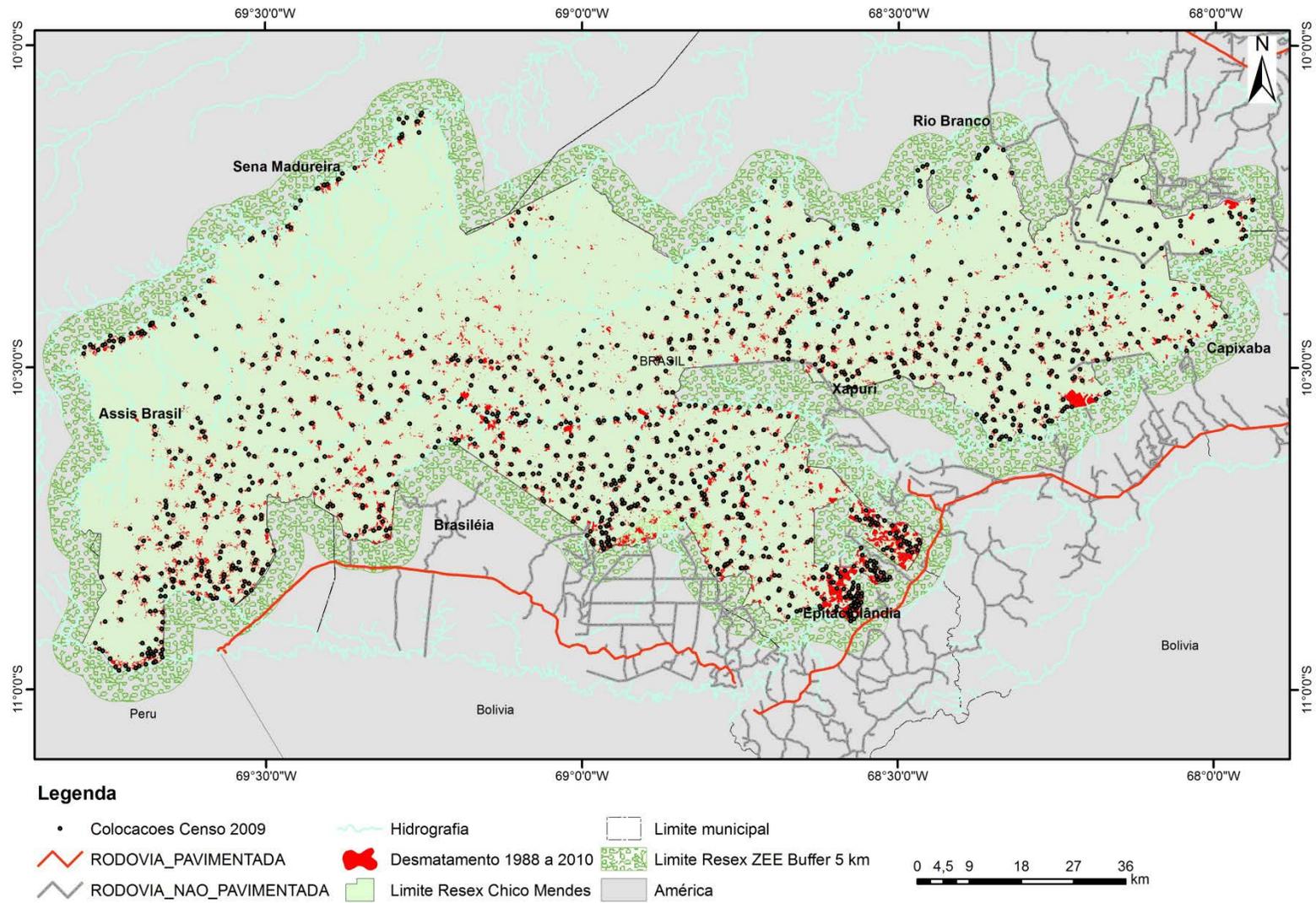


Figura 3.6 - Mapa de desmatamento da Unidade de Conservação Extrativista Chico Mendes, Acre.

De acordo com as classificações dos desmatamentos fornecidos pelas instituições comparadas no presente estudo, PRODES e UCEGEO, a Figura 3.9 demonstra a variação das quantificações ano a ano.

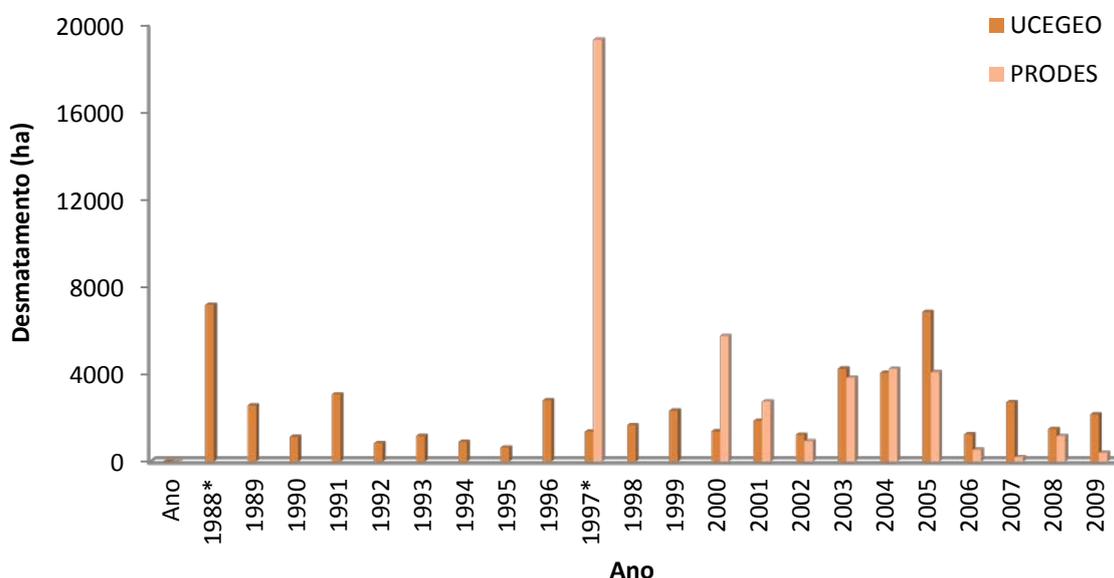


Figura 3.7 - Quantificação dos hectares desmatados por ano, de acordo com as duas metodologias de mapeamento. *Sendo que o ano de 1988 é o marco zero para UCEGEO e o ano de 1997 é o marco zero para metodologia PRODES, havendo interrupção nos anos de 1998 e 1999 para esta metodologia.

Podemos observar (Figura 3.9) que nos anos de 2002 a 2009 a metodologia da UCEGEO quantificou mais áreas desmatadas em relação ao método PRODES, exceto no ano de 2006 onde podemos observar uma semelhança entre os quantitativos. A UCEGEO mapeou o incremento anual do desmatamento em 2.398 ha/ano e o PRODES encontrou 3.920 ha/ano. Fato interessante a ser notado nos anos zero das respectivas metodologias, a UCEGEO digitalizou 7.167 ha de desmatamento na RESEX para o ano de 1988, enquanto na metodologia PRODES que iniciou sua classificação no ano de 1997 digitalizou um total de 19.310 ha desmatados uma diferença de 12.142 ha.

Considerando apenas os anos em que ambas as metodologias apresentam sua classificação constante observou-se (Figura 3.10) que o mapeamento realizado pela UCEGEO apresenta as maiores taxas de desmatamento exceto para os anos de 2001 e 2006 anos que os quantitativos não resultaram em diferenças significativas.

O fato do quantitativo gerado pela UCEGEO corresponder com a realidade de acordo com as áreas amostradas é possivelmente explicado por Latuf e Carmo (2010), uma vez que, monitorar o desflorestamento não é tarefa fácil, devido às diversas

circunstâncias, como por exemplo, tamanho da área a ser monitorada, a periodicidade do monitoramento, a escala de trabalho e técnicas utilizadas. Uma vez que a UCEGEO contava com equipe qualificada, infraestrutura laboratorial robusta e escala espacial de trabalho inferior a do INPE, uma vez que este instituto gera dados de desmatamento para toda Amazônia.

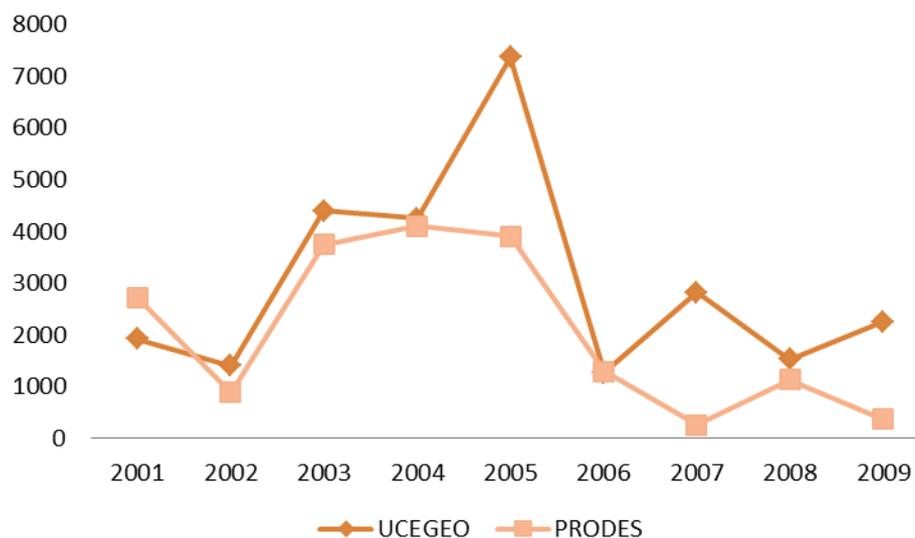


Figura 3.8 - Comparação das metodologias de desmatamento para anos coincidentes de mapeamento.

Assim como França (2009), na avaliação das regiões com elevado índices de desmatamento, se observou que o desmatamento apresenta-se geralmente nas proximidades das rodovias e vias de acesso.

Ao analisar as áreas desmatadas ao redor das rodovias inclusas no *buffer* de 5 km da RESEX, notou-se mais uma superestimativa dos dados da UCEGEO quando comparado ao PRODES. Isso não quer dizer que as quantificações extrapolem as áreas de floresta, muito pelo contrário, dos polígonos amostrados pela UCEGEO apresentaram em torno de 26% maior cobertura das feições desmatadas quando comparados pelos dados PRODES demonstrado na metodologia referente à acurácia dos dados.

Assim como estudos de França (2009), para monitoramento do entorno da área de estudo ao realizar o *buffer* de 5 km no entorno da RESEX encontrou-se o valor de 58.010,82 ha de acordo com a base de dados da UCEGEO e 45.918,18 ha de acordo com os dados do PRODES (Figura 3.11).

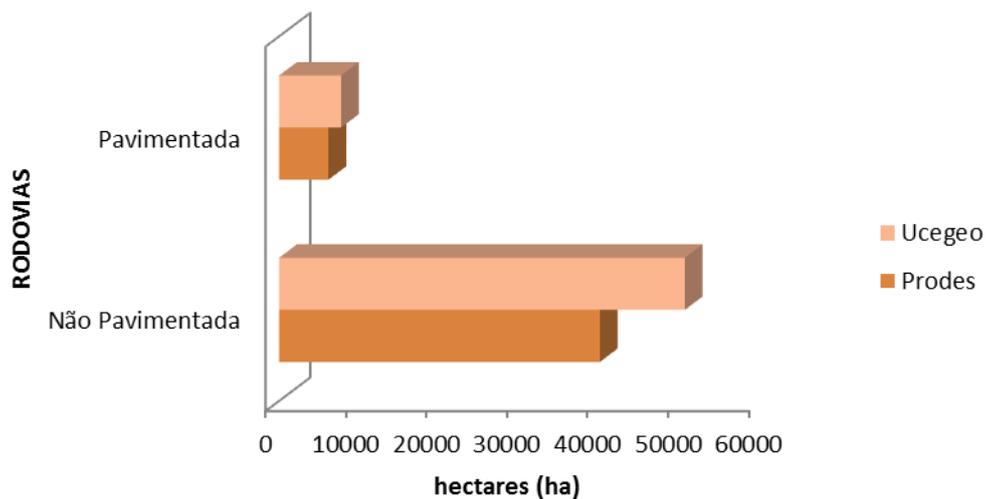


Figura 3.9 - Desmatamento por rodovias situadas dentro e no entorno da RESEX a uma distância de *buffer* de 5 km.

Analisando o quantitativo desmatado acumulado de ano a ano de 1989 a 2010 fornecido pela maior série temporal mapeada o quantitativo desmatado em relação às tipologias florestais segue (Figura 3.12).

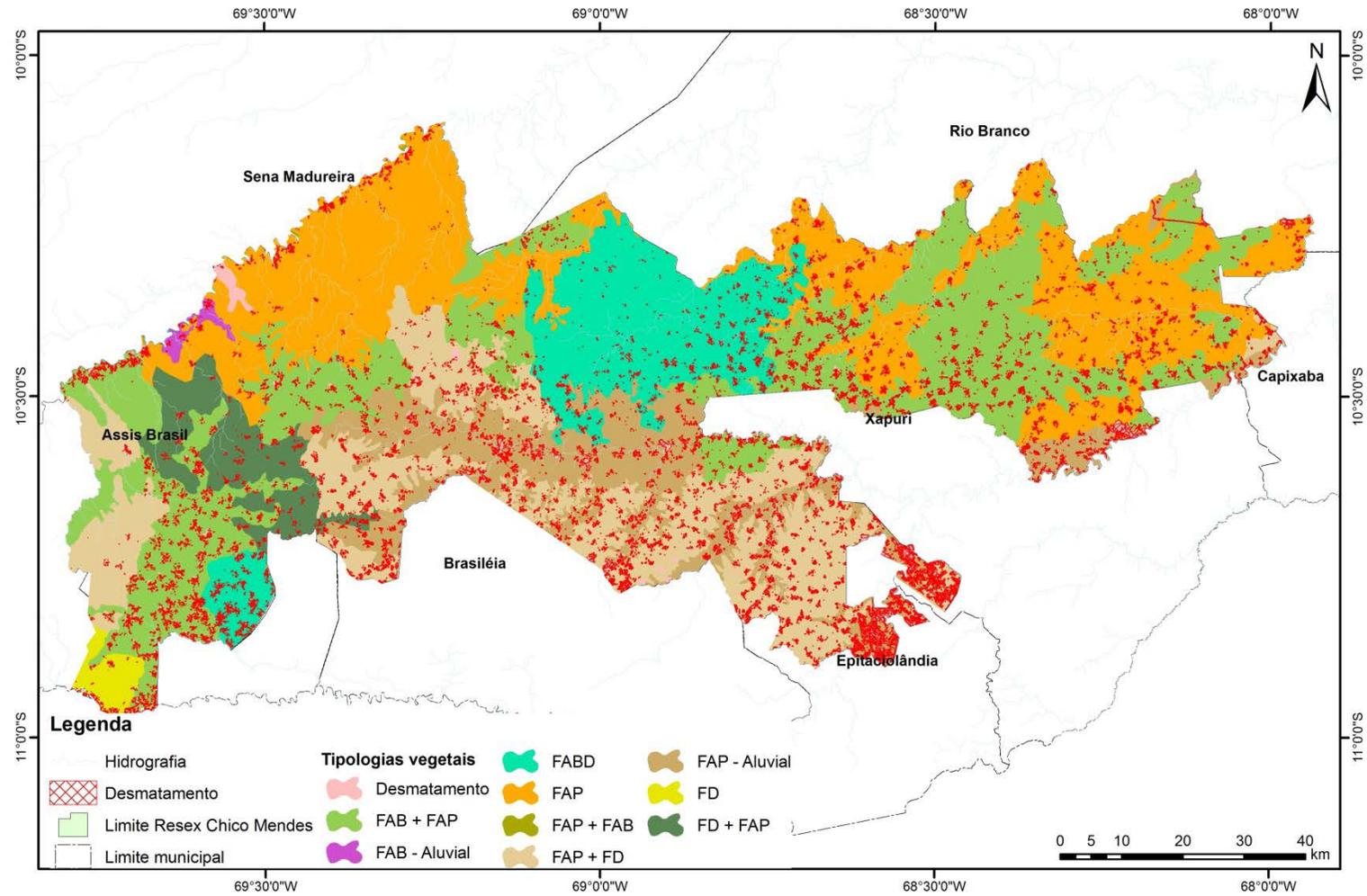


Figura 3.10 - Desmatamento acumulado de 1989 a 2010 em relação às tipologias florestais pertencentes à RESEX Chico Mendes.

De acordo com a análise obtida através dos cruzamentos dos *shapes* das tipologias florestais em relação ao desmatamento acumulado pode-se observar que as tipologias que mais sofreram redução, como também, mostraram maior vulnerabilidade ao desmatamento foram as tipologias FAB+FAP seguido da tipologia FAP-Aluvial fato interessante de se notar que a segunda tipologia mais atingida pelo desmatamento representa apenas 12,75% da área total da RESEX, enquanto a segunda tipologia dominante FAP com 26,08% do total área de estudo apresenta-se desmatada 12,21% a Tabela 3.2 detalha o quantitativo de todas às tipologias presentes na RESEX.

Tabela 3.2 - Quantitativo do desmatamento por tipologia florestal.

Tipologia	Área da RESEX		Área da RESEX Desmatada	
	hectares	%	hectares	%
FAB + FAP	244.054	26,23	14.853	25,85
FAB - Aluvial	2981	0,32	165	0,29
FABD	104.962	11,28	4.088	7,11
FAP	242.650	26,08	7.018	12,21
FAP + FAB	265	0,03	3	0,01
FAP + FD	159.332	17,13	11.020	19,18
FAP - Aluvial	118.623	12,75	13.477	23,45
FD	8.615	0,93	432	0,75
FD + FAP	39.142	4,21	1.085	1,89
TOTAL	930.799	100	52.145	100

Ao analisar os dados das tipologias florestais verificando a FAB+FAP, de maior percentual da RESEX, no ano de criação da UC apresentava 0,04% desmatado no ano final da pesquisa esse valor chegou a 0,2% desmatado e 25,85% desta tipologia.

Esses resultados corroboram com teorias de Ferreira et al. (2005), sobre importância das áreas protegidas como uma das ferramentas para conter ou diminuir o processo do desmatamento na Amazônia. Assim como, estudos de Barbosa e Fearnside (1999), estimaram na região Amazônica, em áreas não protegidas, os blocos de queimadas, em base fitofisionômica podem ter áreas atingidas de 50% em regiões de grande intensidade a 5% em áreas de baixa intensidade.

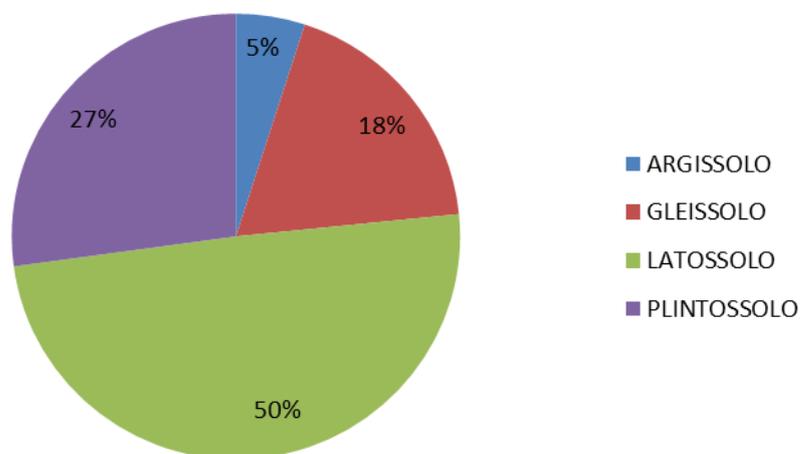
Quanto às classes de solos o quantitativo desmatado correspondeu as suas respectivas áreas ocupadas na RESEX, uma vez que naquela região só ocorrem quatro classes dominantes são elas: Argissolo, Gleissolo, Latossolo, e Plintossolo, valores observados (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Quantitativo do desmatamento por classe de solos.

Classe de Solo	Área da RESEX		Área da RESEX Desmatada	
	hectares	%	hectares	%
ARGISSOLO	875.662	94,07	45.655	79,94
GLEISSOLO	47.724	5,12	9.220	16,14
LATOSSOLO	532	0,05	276	0,48
PLINTOSSOLO	6.880	0,73	1.958	3,43
TOTAL	930.799	100	57.110,30	100,00

Os resultados da classe de solo argissolo, dominante na área de estudo, representa 94,07% da RESEX possuindo 45.655 ha desmatados. De acordo com estudos de Bardales (2005), apresenta-se como indicativo de proteção. Devido seu caráter distrófico, por ser mais evoluído apresenta maior taxa de intemperização e maior perda de cátions trocáveis por lixiviação e erosão.

No entanto quando se analisa seus valores relativos observa-se que a classe que apresenta maior desmatamento relativo e que merece maior atenção é a classe latossolo esta representa apenas 0,05% da área da RESEX, no entanto, sua área desmatada é de 50% (Figura 3.13) apresenta os valores relativos desmatados de todas as classes de solos.

**Figura 3.11** - Valores percentuais do desmatamento em cada uma das classes de solo da RESEX.

A Figura 3.14 ilustra às classes de solos quanto ao desmatamento acumulado de 1989 a 2010.

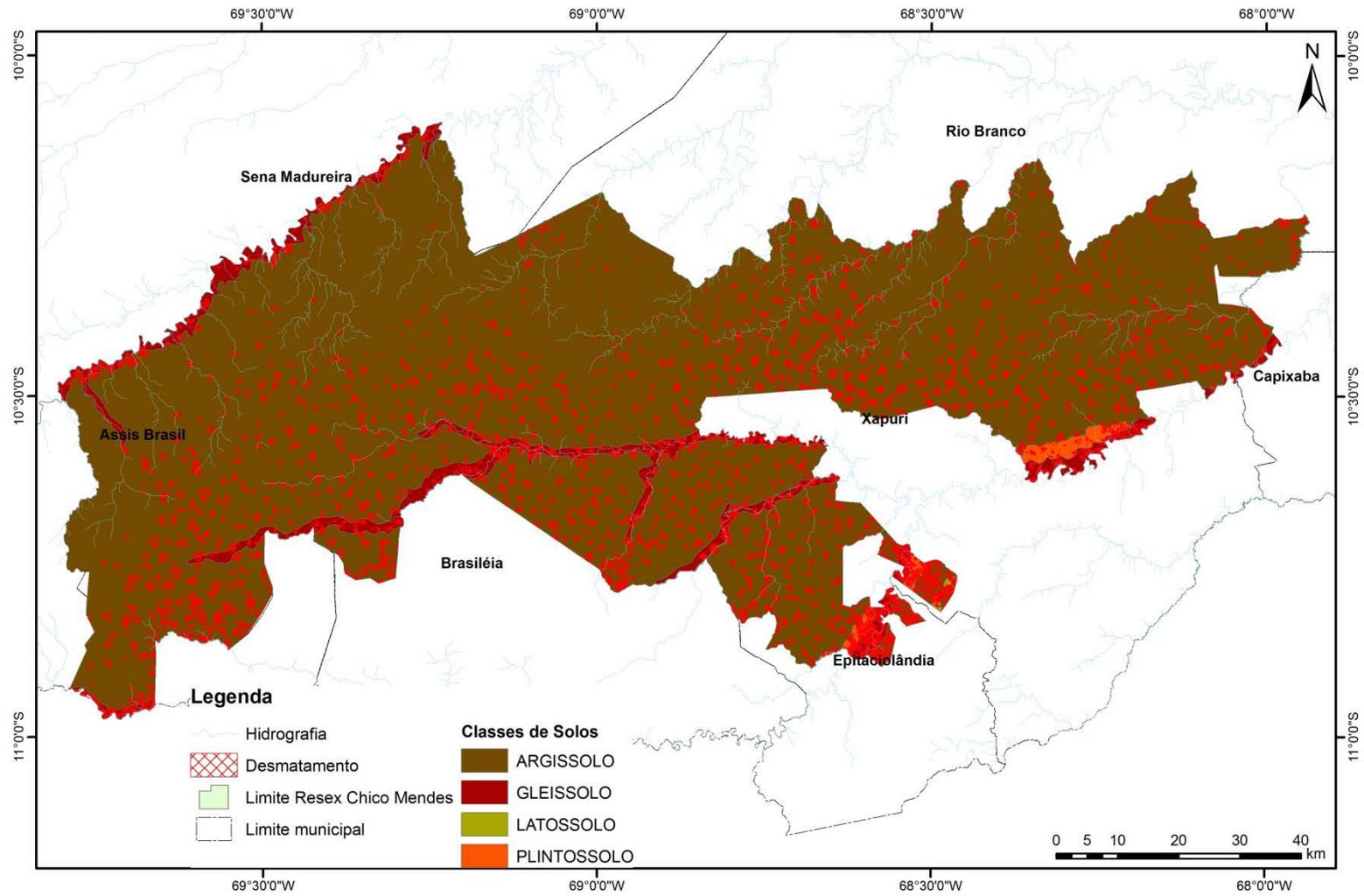


Figura 3.12 - Desmatamento acumulado de 1989 a 2010 em relação às classes de solos pertencentes à RESEX Chico Mendes.

3.7.2 - Resultados da acurácia dos dados

A análise dos dados quantitativos demonstrados, (Figura 3.15) referente às comparações entre as metodologias PRODES, UCEGEO, e Classificação por Máxima Verossimilhança que utilizou as imagens Formosat para validação, possibilitou avaliar os erros associados às estimativas das áreas desmatadas, resultando que a classificação PRODES subestimou e a UCEGEO superestimou as áreas de desmatadas na região do recorte na área de estudo.

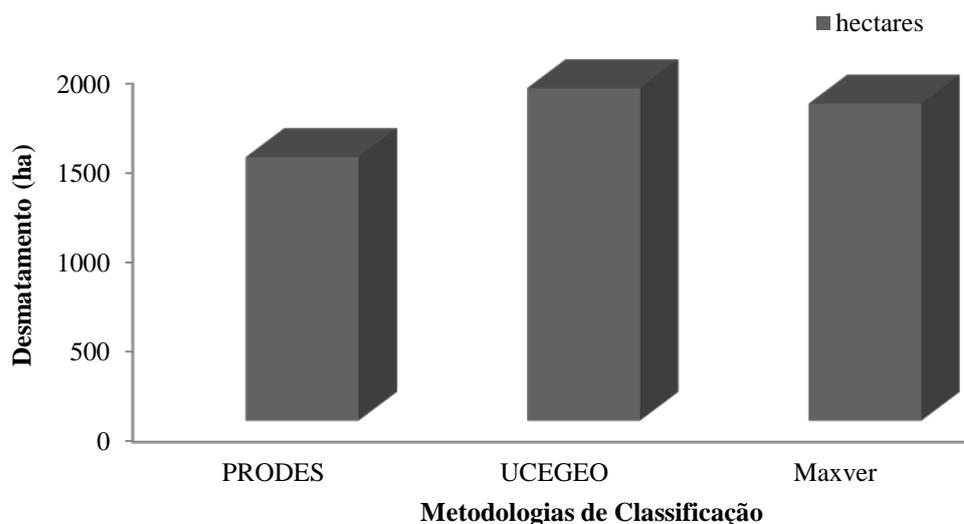


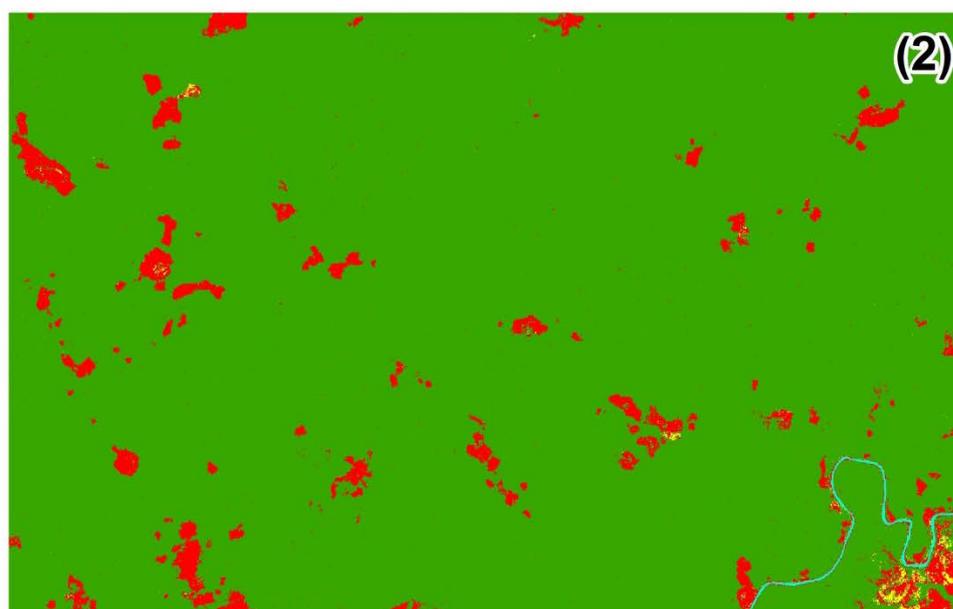
Figura 3.13 - Áreas desmatadas na RESEX Chico Mendes para o ano de 2008 segundo as metodologias PRODES, UCEGEO, Maxver.

De acordo com a Figura 3.15 e tomando como verdade a classificação resultante da classificação Maxver, validada com o satélite do Formosat-2, podemos observar que as classificações apresentaram superestimativas e subestimativas confirmando a tendência mencionada por Maldonado et al, (2007) e França, (2008). A metodologia que se destaca quando as superestimativas e a classificação realizada pela UCEGEO (Tabela 3.4) sintetiza os quantitativos das metodologias.

Tabela 3.4 - Metodologias e quantificações das áreas desmatadas na RESEX Chico Mendes para o ano de 2008.

Metodologia de Classificação	Hectares
Dados do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia PRODES	1.471
Dados Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto UCEGEO, Acre.	1.856
Método utilizando classificação por Máxima verossimilhança com imagem do sensor LANDSAT.	1.769

Os resultados das imagens das classificações utilizando o algoritmo de Máxima verossimilhança para processamento realizado em ambiente ENVI e validados a partir de imagens Formosat-2 fusionada com resolução espacial de 2m respectivamente e Landsat TM 5 composição R(5), G(4) e B(3) com resolução de 30m (Figura 3.16).



Legenda

-  Corpos de água
-  Desmatamento/Solo exposto
-  Tipologias Florestais
-  Regeneração



Figura 3.14 - Imagem original (1) Formosat-2 fusionada, Imagem classificada com algoritmo de Máxima Verossimilhança (2).

Pode-se observar que a classificação da imagem realizada por Maxver (Figura 3.16), apresenta aspecto suave, uma textura mais homogênea evidenciado pela maior distinção entre as classes, sobressaindo-se a classe de regeneração. As diferenças nas classificações variaram de acordo com as classes, não necessariamente implica em erro do classificador, possivelmente o *pixel* identificado como regeneração em uma imagem possa realmente distinguir-se das outras feições classificadas na outra imagem de alta resolução.

De acordo com os resultados apresentados a UCEGEO superestimou em torno de 4,9% (87,34 ha) o quantitativo classificado e validado pela imagem de alta resolução, enquanto o PRODES subestimou 16,8% (-297,9 ha). Realizando uma análise detalhada comparando a classificação disponível do PRODES em relação a acurácia, observa-se que esta apresenta menor distinção de classes, como exemplo a classe de água não apresenta classe na secção da área de estudo (Figura 3.17).

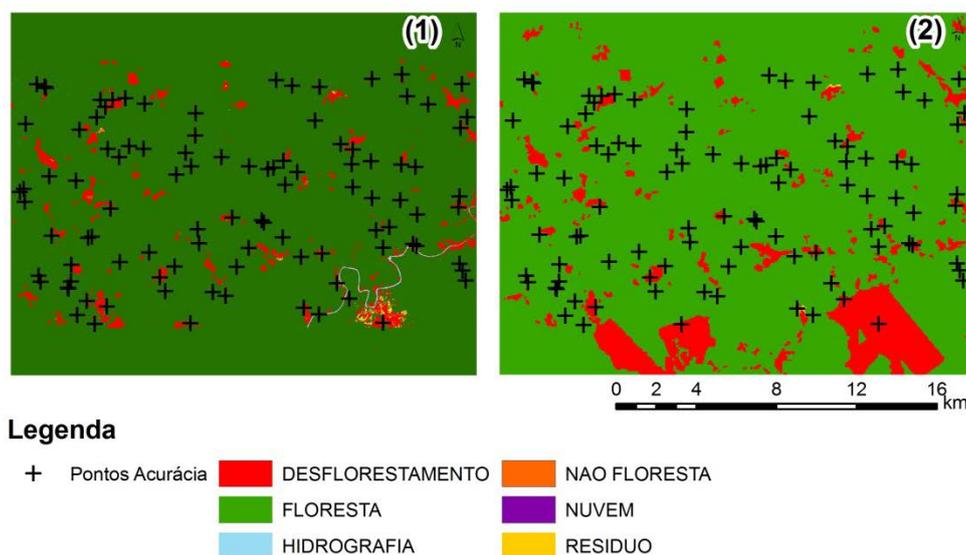


Figura 3.15 – Comparação classificação PRODES para acurácia referente ao ano de 2008: (1) classificação por Maxver, (2) classificação pelo método PRODES.

Para tal, observa-se a partir da comparação da classificação PRODES que essa apresentou basicamente três classes para região de estudo, foram: floresta, desmatamento e resíduo, sendo que, a imagem base utilizada para ambos os métodos apresenta a mesma resolução espacial do sensor Landsat. O resultado comparação da acurácia de acordo com os 100 pontos aleatorizados e verificados na imagem Formosat- de resolução de 2m segue (Tabela 3.5).

Tabela 3.5 - Comparação dos resultados obtidos pelas duas imagens de classificadas: (1) Metodologia classificação por Maxver, (2) Metodologia classificação PRODES digital.

CLASSIFICAÇÃO										
A C U R Á C I A	Floresta		Desmate		Regenera		Água		Res.	TOTAL
	MÉTODO	1	2	1	2	1	2	1	2	L
	Floresta	76	78	1	10					165
	Desmate	3	4	9	5		1			19
	Regenera	7			2	3				14
	Resíduo								1	1
	Água							1		1
	TOTAL	86	82	10	17	3	1	1		200

Obs: (1) Metodologia classificação por Maxver, (2) Metodologia classificação PRODES digital.

O método por Maxver apresentou maior confundimento entre as classes fato possivelmente explicado devido o maior número dessas, encontrando maior percentual desmatado (9%) em relação ao PRODES (5%). O método PRODES apresentou uma maior cobertura da área florestada 79% em relação ao Maxver 76% que omitiu 10% de áreas desmatadas, que na classificação era floresta, de acordo com a imagem de alta resolução.

As divergências na encontradas ocorreram principalmente em áreas que apresenta características de áreas alteradas, apresentando ainda dentro do polígono vestígios de algum tipo de vegetação, mais que não é característica de uma vegetação florestal, regiões de FAP apresentam coloração rosa mais clara. Em outros casos, a divergência esta nas bordas dos polígonos de desmatamento.

3.8 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido sua dimensão e as características da área de estudo são relevantes e decisivas as definições do método de mapeamento cuja finalidade seja quantificar o desmatamento utilizando métodos e técnicas acessíveis e operacionais. Ressalvando a importância do papel das instituições que se propõem a realizar tal feito, gerando subsídios para sociedade, no planejamento e viabilização de atores na gestão dessas extensas áreas a partir dessa disponibilização dos dados.

A comparação entre as metodologias consolidadas e reconhecidas nacionalmente apresentou diferenças quantitativas significativas, em alguns anos, diferindo em termos relativos até 43%. As diferenças ano a ano, no entanto, ao final do período dos levantamentos chegaram a valores bem próximos.

Os resultados comparativos mostraram que o tamanho da área a ser monitorada, a periodicidade do monitoramento, a escala de trabalho, equipe técnica qualificada e técnicas utilizadas são imprescindíveis para o sucesso do levantamento.

A dinâmica do desmatamento na RESEX Chico Mendes apresenta picos em ambas as metodologias. Quanto a espacialização das áreas, encontrou-se a maior concentração próxima as vias de acesso o que reforça a literatura existente sobre o tema.

De acordo com as regiões desmatadas a tipologia florestal com maior área desmatada é a FAB+FAP, contando com 25,85% e a classe de solo dominante e conseqüentemente, maior percentual desmatado, e a classe argissolos com 79,9% desmatados.

Com relação a tipologia florestal pode-se inferir que o custo do desmatamento na floresta aberta é inferior ao da floresta densa, o que pode levar a decisão privada de plantar capim para essa área.

Já com relação ao solo, um estudo de fertilidade precisa ser realizado para uma discussão mais detalhada acerca da preferência pelo argissolo, o que escapa aos objetivos do presente estudo.

Os resultados das classificações foram considerados excelentes, atribui-se o sucesso da classificação, às propriedades espectrais e espaciais da imagem, pelo número, classes escolhidas e forma e seleção das regiões.

Apesar de a RESEX Chico Mendes apresentar taxas de desmatamento crescente os resultados mostram a importância das UCs como uma das ferramentas para conter ou diminuir o processo do desmatamento na Amazônia.

4 MAPEAMENTO DE ESTRADAS POR SENSORIAMENTO REMOTO NA RESEX CHICO MENDES

4.1 - INTRODUÇÃO

O mapeamento e identificação de estradas por sensoriamento remoto e mostra-se uma técnica bastante utilizada de acordo com diversos estudos publicados recentemente, entre eles Lotte et al. (2011). Ao utilizar imagens SAR aerotransportadas, Silva e Centeno (2009), para identificar larguras de estradas vicinais, Castro et al. (2009), ao realizar extração de estradas a partir de imagens de intensidade laser, Brandão Júnior et al. (2007), utilizando imagens Landsat para identificação de estradas madeireiras na Amazônia, Costa e Silva (2009), ao mapear estradas a partir de imagens fotogramétricas com imagens de câmeras digitais, como também, Fontenele (2001), ao classificar estradas não pavimentadas.

As estradas não pavimentadas representam um importante meio de ligação entre as áreas rurais e urbanas, servem para escoar produtos e safras e proporcionar aos moradores do campo, acesso aos serviços de educação, saúde e lazer disponíveis nas cidades. Geralmente as estradas não pavimentadas resultam da evolução de trilhas e caminhos precários, que com o tempo e o aumento do volume de tráfego, passam a necessitar de melhorias nas condições de rolamento (FONTENELE, 2001).

Segundo Sessions (2007), as estradas em ambientes florestais são classificadas da seguinte forma estradas de acesso, estradas florestais principais também chamadas de caminhos florestais, estradas florestais secundárias. Em nível local há denominação como ramal varadouro e trilhas de arraste.

As estradas não pavimentadas, também chamadas de estradas de terra ou estradas de chão, geralmente têm em sua camada superficial solo local, com ou sem mistura de agregado granular, em consequência da manutenção (FONTENELE, 2001). Neste trabalho, estradas não pavimentadas são aquelas não revestidas por qualquer tipo de tratamento superficial betuminoso ou de cimento.

De acordo com Brandão Júnior et al. (2009), estradas são os principais vetores de ocupação da Amazônia. Dois tipos de estradas predominam na região: estradas oficiais e

não-oficiais. As primeiras conectam a região Norte ao resto do Brasil e foram construídas principalmente pelo governo federal na década de 70. São as rodovias codificadas como BR.

As estradas não oficiais possuem abrangência local e não aparecem nos mapas oficiais do Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em geral, essas estradas foram construídas pela iniciativa privada, sem incentivos governamentais, para facilitar a exploração e o acesso aos recursos naturais e terras da Amazônia (BRANDÃO JR.; SOUZA JR., 2005).

Segundo Silva e Ribeiro (2004), em estudos sobre degradação ambiental no estado do Acre as regionais do Alto e Baixo Acre (onde se situa a RESEX Chico Mendes) apresentam maiores índices de desflorestamento e queimadas, em virtude do maior ponto de concentração dos projetos de assentamentos, grandes fazendas e estradas.

De acordo com Brandão Jr. e Souza Jr. (2005), é possível mapear e monitorar as estradas não oficiais com imagens do satélite Landsat, sendo que essas são importantes pois ajudam a reduzir o isolamento dos habitantes das áreas rurais e a melhorar sua qualidade de vida, entretanto, geram impactos ambientais.

Portanto é evidente a forte relação entre as estradas com o desmatamento da Amazônia fato mencionado por diversos autores Alves, (1999); Nepstad et al. (2000), Lourenço (2009), Soares-Filho et al. (2006), Brandão Júnior et al. (2007), como também por instituições nacionais e estatais como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e a sociedade civil como o Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Instituto Sócio Ambiental (ISA) e WWF Brasil (GRAÇA, 2004).

Neste estudo, propõe-se um sistema de mapeamento de estradas anual de 1990 a 2010 assim como avaliou-se as técnicas de interpretação visual e para identificar e mapear estradas visíveis por imagens Landsat correlacionando as mesmas aos dados de desmatamento de 1988 a 2010 obtidos pela Unidade Central de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto do Acre para o mesmo período.

4.2 - REFERENCIAL TEÓRICO

4.2.1 - Estradas Florestais

Segundo Sessions (2007), as estradas florestais podem ser classificadas da seguinte forma:

(a) Estradas de acesso que são ligações de transportes permanentes entre as florestas e as rodovias públicas, servem para o transporte para as florestas e das florestas para os outros centros. A madeira de até 100 m³ ou mais podem ser transportados anualmente nessas vias de acesso rurais. Estas estradas podem também servir como estradas públicas, embora possam ser mantidos por empresas de particulares. Estradas de acesso e estradas florestais principais geralmente são construídas para ser viável a todo o tempo. Estradas florestais secundárias são estradas geralmente adequadas para tráfego em florestas tropicais na estação seca, estas estradas quando elas são abandonadas, chamam-se de estradas temporárias.

(b) Estradas florestais principais também chamadas de caminhões florestais da rede básica de estradas florestais, permitem que todos os anos ocorram transporte por caminhão de madeira, quando necessário durante vários anos, estas estradas requerem alto padrão de construção.

(c) Estradas florestais secundárias (estradas cilíndricas, estradas vicinais, estradas subsidiárias) são linhas conectando as florestas exploradas dos desembarques das principais estradas. São acessíveis através de caminhões na estação seca, mas pode ser fechada durante a estação chuvosa, muitas vezes serão abandonadas após as operações de registro e, portanto, o revestimento muitas vezes não é necessário.

(d) Estradas caminhão, que são especialmente construídas para uso *all-wheel-drive* "off-Road" de caminhões. Estas estradas são para fins especiais, de baixo padrão, geralmente viabilizando o uso por outros veículos de menor porte.

(e) Estradas de derrapagem, são estradas de terra temporárias que ligam as árvores até as rotas. A partir da árvore derrubada para uma área explorada, construída ao longo de uma estrada florestal secundária, o movimento de terra pode ser feito com tratores pequenos, ou carregadores para estradas de derrapagem em um terreno plano fácil, terraplanagem em geral não é necessário, no transporte mecanizado, alguns resíduos madeireiros podem ser deixadas nas estradas para proteger o solo.

As estradas florestais tem como finalidade principal, permitir o acesso às regiões florestais, procurando viabilizar o tráfego de mão-de-obra e meios de produção, que serão necessários tanto para implantação e proteção da floresta como transporte de madeira e outros produtos florestais (MACHADO e MALINOVSKI, 1986).

De acordo com Machado e Malinovski (1986), as estradas florestais possuem traçados e formas que variam de acordo com as características ambientais da área. Regiões montanhosas apresentam como delineamento da estrada geometrias curvilínea quando

ocorrer em terreno de declive acentuado, próximo as encostas e margens de rios, sendo que as denominações mais comuns são: (a) em linha do espigão; quando se apresentar diagonal a encosta, (b) sistema serpentina; visam facilitar a exploração e transporte, em forma circular: em regiões montanhosas.

4.2.2 - Distância Euclidiana

A Distância Euclidiana ou distância métrica é definida por Paul e Black (2012), como a distância entre dois pontos, que pode ser provada pela aplicação repetida do teorema de Pitágoras. Aplicando essa fórmula como distância, o espaço euclidiano torna-se um espaço métrico.

De acordo com Esri (2008), a distância Euclidiana fornece três *rasters* de saídas disponíveis a partir de funções euclidianas. Estes *rasters* descrevem a relação euclidiana de cada célula a uma fonte de ou para um conjunto de células de origem. A quadrícula distância Euclidiana identifica a distância de cada célula para a célula mais próxima da fonte. A quadrícula direção Euclidiana dá a direção de cada célula para a célula mais próxima da fonte; e a varredura atribuição Euclidiana identifica quais as células são atribuídas à qual a fonte de base mais próxima. Cada quadrícula pode ser derivada separadamente, executando uma das três funções, ou cada função pode derivar todos os três *rasters* como saída em Álgebra Mapa.

Segundo Paul e Black (2012), Distância Euclidiana é calculada a partir do centro da célula de origem para o centro de cada uma das células circundantes. Distância Euclidiana verdadeira é calculado em cada uma das funções de distância (Equação 4.1).

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (4.1)$$

Em que: para cada célula, a distância a cada célula de origem é determinada pelo cálculo da hipotenusa com $x_{máx.}$ e $y_{máx.}$ como as outras duas pernas do triângulo. Este cálculo deriva a distância Euclidiana verdadeiro, em vez do que a distância da célula. A distância mais curta a uma fonte é determinada, e se é menor que a distância máxima especificada, o valor é atribuído à célula.

4.3 - MATERIAL E MÉTODOS

4.3.1 - Área de estudo

O estudo foi conduzido na RESEX Chico Mendes, localizada entre as regiões do baixo e alto Acre (Figura 4.1).

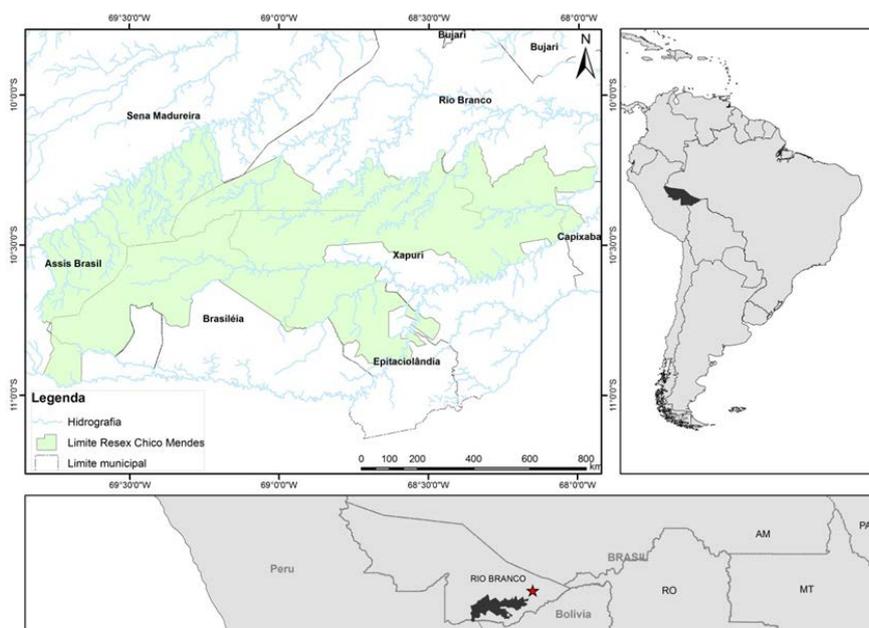


Figura 4.1 - Localização da RESEX Extrativista Chico Mendes.

A região de estudo é coberta pelas cenas órbita/ponto 02/67, 02/68, 03/67 e 03/68 do sensor Landsat *Thematic Mapper* (TM) (Figura 4.2). As imagens Landsat utilizadas neste estudo foram adquiridas do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE, (2012). Para tal, foram adquiridas 84 imagens referentes à série temporal estudada de 20 anos.

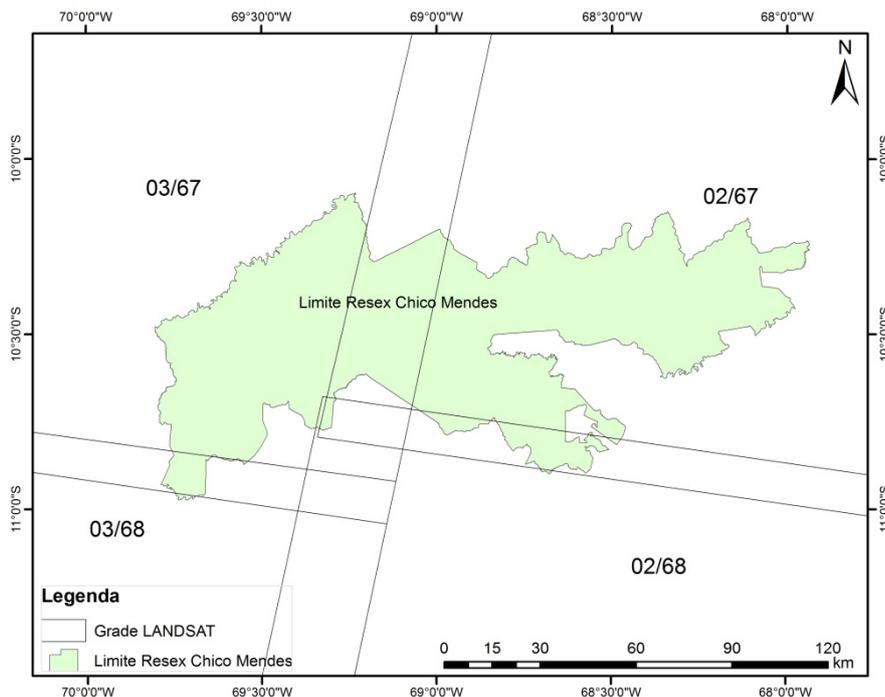


Figura 4.2 - Órbitas/ponto da região do estudo 02/67, 02/68, 03/67 e 03/68 do sensor Landsat TM.

4.3.2 - Base de dados

A principal base cartográfica utilizada foi o Zoneamento Ecológico-Econômico fase II (2007), na escala 1:250.000. Desta base extraíram-se os limites municipais, rodovias, estradas e ramais (estrada não asfaltada), hidrografia e a situação fundiária da área de estudo.

A partir desses dados juntamente com o mosaico das 84 imagens do satélite Landsat, para construção da série histórica de 1990 a 2010 disponibilizadas pelo site do INPE (Apêndice B), assim como o histórico do desmatamento fornecido pela UCEGEO na resolução espacial de 30 x 30 m em formato *shapefile* e imagem de alta resolução espacial sensor Formosat-2 delimitou-se as áreas de estradas.

Em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o *software* ArcGis 9.3, digitalizou-se as linhas e elaborou-se o mapa de estradas na escala 1:50.000, para as imagens de média resolução e 1:15.000 utilizando o sistema de coordenadas geográficas, projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM), *datum* SAD-69, zona 19 S.

4.3.3 - Proposta Metodológica

Para digitalização das estradas na RESEX ocorreu às fases pré-processamento e interpretação visual e digitalização. A fase do pré-processamento está associadas às etapas de aquisição de imagens (com a menor taxa de cobertura de nuvens), composição de bandas, filtragem de correção atmosférica (filtro *Haze*) e correção geométrica (utilização de imagens *Geocover*) em ambiente ENVI.

A fase de interpretação visual e digitalização foi possível depois das análises das imagens ano a ano com a composição de bandas R(7), G(5) e B(3), a essa composição das bandas estão associadas às respostas espectrais de forma que a imagem evidencie a variedade de objetos/alvos na área em questão, procedimento necessário para dar início à digitalização onde ocorreu a visualização das estradas em cada ano na RESEX por meio de inspeção visual. Buscou-se mapear padrões de traçado simétrico e paralelo assim como indicado por Machado e Malinovski, (1986) (Figura 4.3).

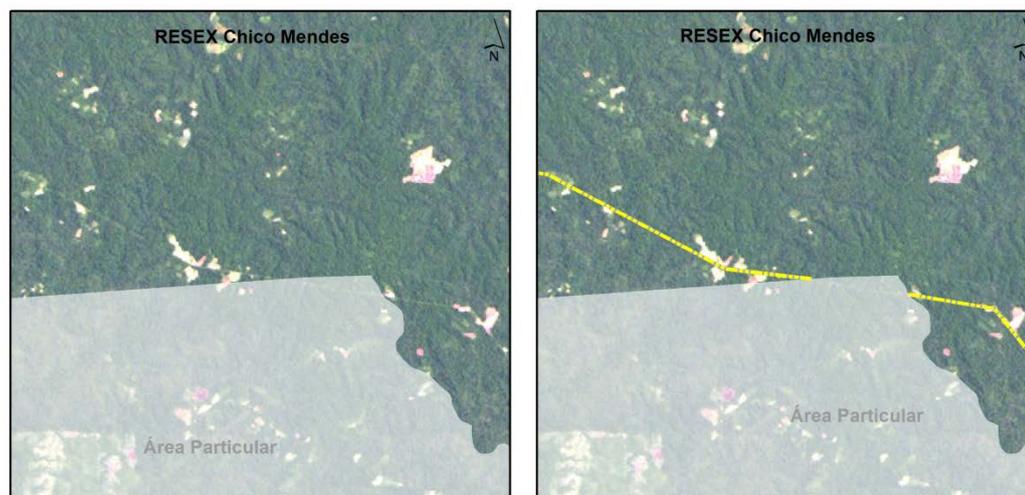


Figura 4.3 - Delineamento do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual de imagens Landsat – TM composição R(7), G(5) e B(3), imagem ano de 1990.

O traçado simétrico e paralelo das estradas em áreas de florestas facilita a definição e localização das mesmas durante a inspeção na imagem do sensor. Todavia Machado e Malinovski (1986), mencionam outros tipos de traçados que ocorrem de acordo com a topografia do terreno encontrados na área de estudo, sendo inclusive digitalizadas estradas que não apresentassem esse padrão, sendo assim, buscou-se padrões de traçados contínuos fora da reserva para garantir o mapeamento correto das estradas (Figura 4.4).

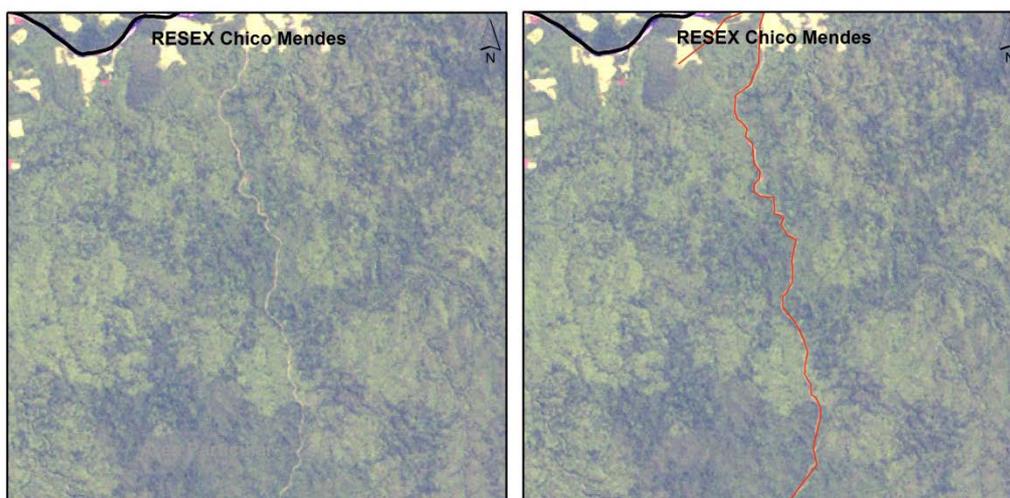


Figura 4.4 - Delineamento do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual de imagens Landsat – TM composição R(7), G(5) e B(3), imagem ano de 2010.

De acordo com essa metodologia de padrão e formas descritas por Machado e Malinovski (1986), seguiu-se o mapeamento das estradas desde o ano de 1990 até 2010.

Para testar a eficácia do mapeamento e a qualidade das imagens Landsat para o observador, foi testada a visualização e digitalização das estradas utilizando duas imagens de alta resolução do sensor Formosat-2, fusionadas, cuja imagem multiespectral apresenta resolução espacial de 8m e a pancromática resolução de 2m na composição R(3), G(4) e B(2). Para área da RESEX Chico Mendes as imagens compreendiam a cena T-80 e T-81(Figura 4.5).

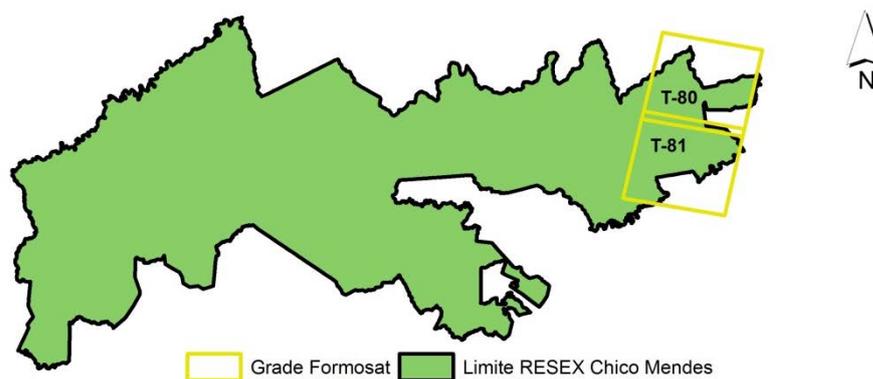


Figura 4.5 - Localização das Imagens Formosat-2 fusionadas T-80 e T-81 para delimitação do traçado das estradas na RESEX Chico Mendes, a partir da inspeção visual composição R(3), G(4) e B(2), imagem ano de 2010.

Para o mapeamento com as imagens de alta resolução Formosat-2 fusionadas T-80 e T-81 adotou-se as mesmas metodologias descritas por Machado e Malinovski (1986),

todavia, devido sua alta resolução espacial a escala de trabalho foi de 1:15.000, para o delineamento das estradas.

4.3.4 - Avaliação da influência das estradas para o desmatamento

O presente tópico busca ratificar a teoria que vários autores citados anteriormente, atestam que é, a forte relação entre as estradas com o desmatamento na Amazônia.

Para isso, utilizou-se o método do algoritmo de Distância Euclidiana realizado em ambiente ArcMap 9.3, juntamente com a distância gerada por esse algoritmo realizou-se o cruzamento com as informações em formato *shapefiles* do desmatamento acumulado disponibilizado pela UCEGEO no próprio ambiente computacional. Para quantificar o desmatamento a cada distância realizou-se *clips*, *buffers* e *union*. A avaliação do desmatamento ocorreu primeiramente junto ao *shapefile* das rodovias oficiais que estão no entorno da RESEX, disponibilizadas pela UCEGEO, arquivos que fazem parte da base oficial do ZEE-AC e as estradas digitalizadas dentro da RESEX pesquisado.

4.4 - RESULTADOS

4.4.1 - Extensão e traçado das estradas

De acordo com o observado nas imagens do sensor de média resolução espacial, foi mapeado um total de 967.818 km de estradas de 1990 até 2010. O ano que apresentou maior extensão de estradas mapeadas, exceto o ano de 1990, foi o de 2000, com 174,29 km (18% das estradas mapeadas). O período que apresentou o menor número de estradas foi o intervalo do ano de 1990 a 1992, contando apenas com 1,18 km (0,12% das estradas mapeadas) Os dados quantitativos podem ser observados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Quantitativo das estradas mapeadas de acordo com cada ano, na RESEX Chico Mendes.

Ano mapeado	Extensão (km)	Valores relativos (%)
1990	192,29	19,86
1991	1,18	0,12
1992	4,02	0,42
1993	21,61	2,23
1994	1,51	0,16
1995	41,50	4,29
1996	17,51	1,81
1997	4,17	0,43
1998	4,50	0,47
1999	3,40	0,35
2000	174,28	18,01
2001	43,74	4,52
2002	10,43	1,08
2003	33,23	3,43
2004	2,81	0,29
2005	18,86	1,95
2006	66,74	6,90
2007	90,05	9,30
2008	84,28	8,71
2009	59,52	6,15
2010	92,17	9,52
TOTAL	967,81	100

O fato do maior desenvolvimento de estradas ter ocorrido no ano de 1990 possivelmente decorre, como relata Costa (2000a), do processo de criação da RESEX através do Decreto n. 99.144 de 12/03/90. Já o outro pico de maior incremento ocorrido no ano de 2000 pode ser explicado devido à implantação da fábrica de preservativos NATEX⁴, no município de Xapuri, cuja matéria prima vem do látex produzido pelos seringueiros residentes da RESEX e entorno, que contou com ações integradas para revitalização de ramais (Figura 4.6) para escoamento da produção. De acordo com Acre (2006), a produção de látex para o ano de 1999 no município foi de 269.943 kg, já em 2000, com advento das estradas e possibilidade de maior escoamento e coleta da produção, esta chegou a 502.481 kg, ou seja, um crescimento de 53%.

⁴ Maiores informações: www.preservativosnatex.com.br.



Figura 4.6 - Recuperação de ramais Reserva Extrativista Chico Mendes.
Fonte: Natex/FUNTAC.

Ao se realizar a análise em conjunto do incremento relativo das variáveis estradas e desmatamento na RESEX podemos confirmar teorias de Fearnside (1987) e recentemente Ferreira et al. (2005), sobre desmatamento na Amazônia (Figura 4.7) a similaridade no padrão de crescimento, observando os anos de 1991 a 2009 observado o crescimento das estradas em seguida o desmatamento.

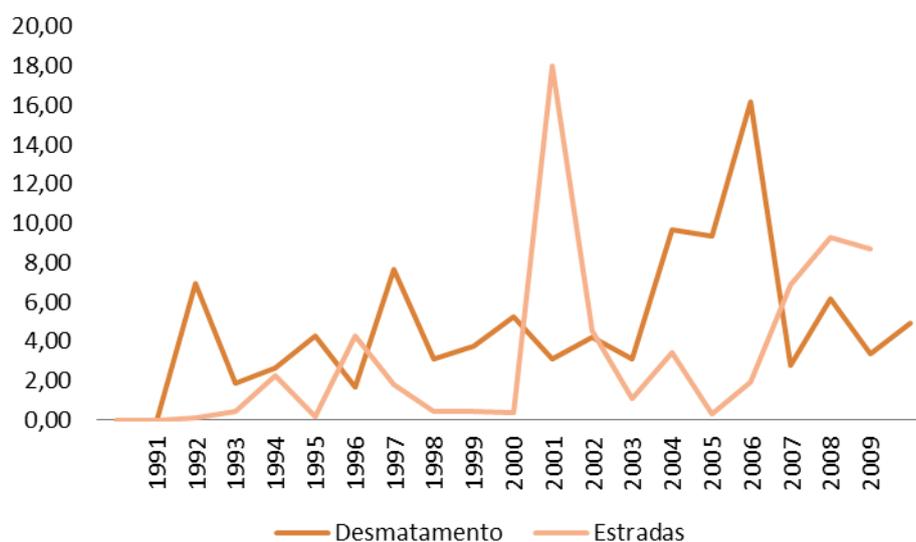


Figura 4.7 - Evolução relativa do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes para o período de 1991 a 2010

O mapeamento detalhado anualmente da série de estradas pode ser visualizado (Figuras 4.8, 4.9 e 4.10).

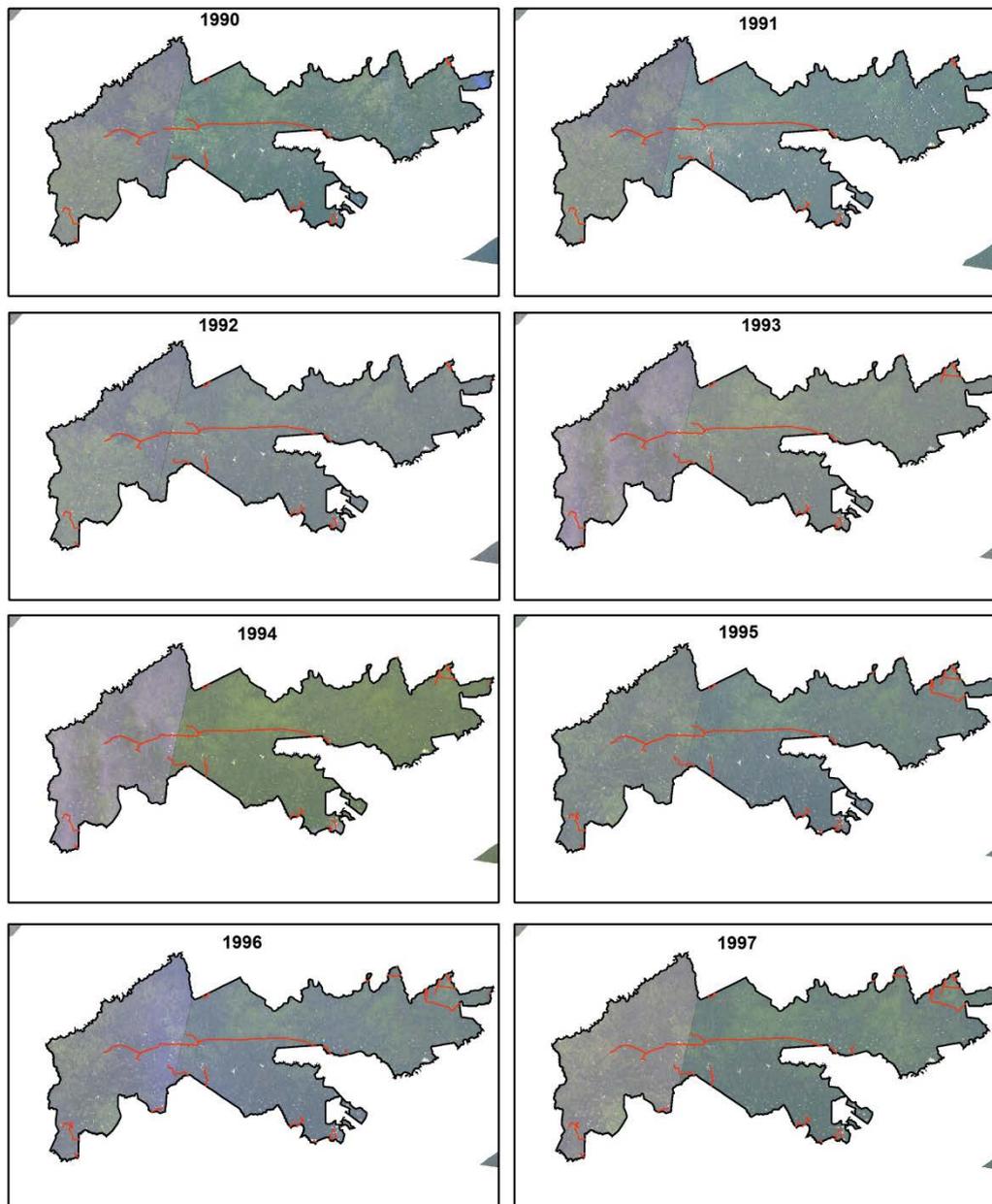


Figura 4.8 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 1990 a 1997.

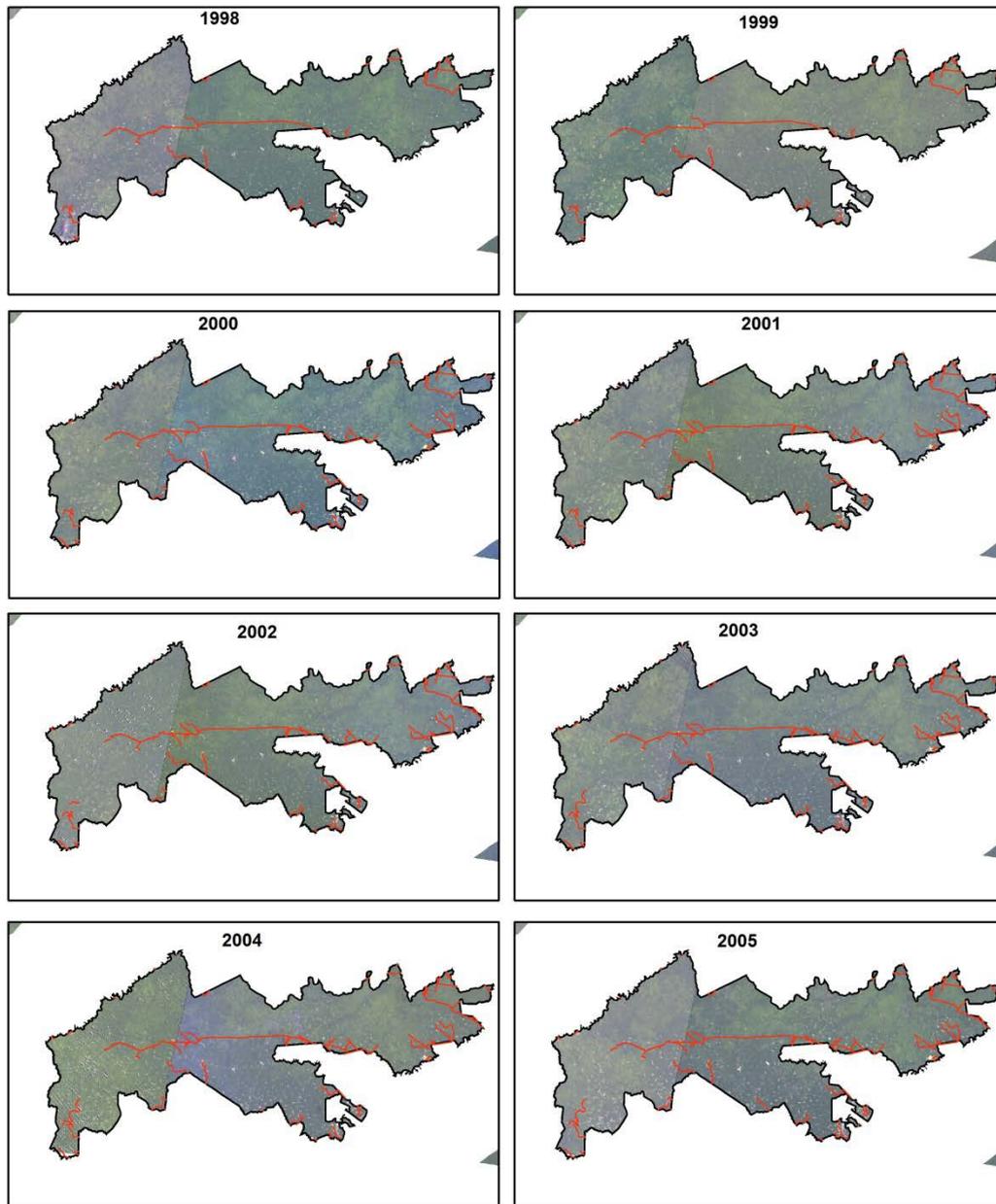


Figura 4.9 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 1998 a 2005.

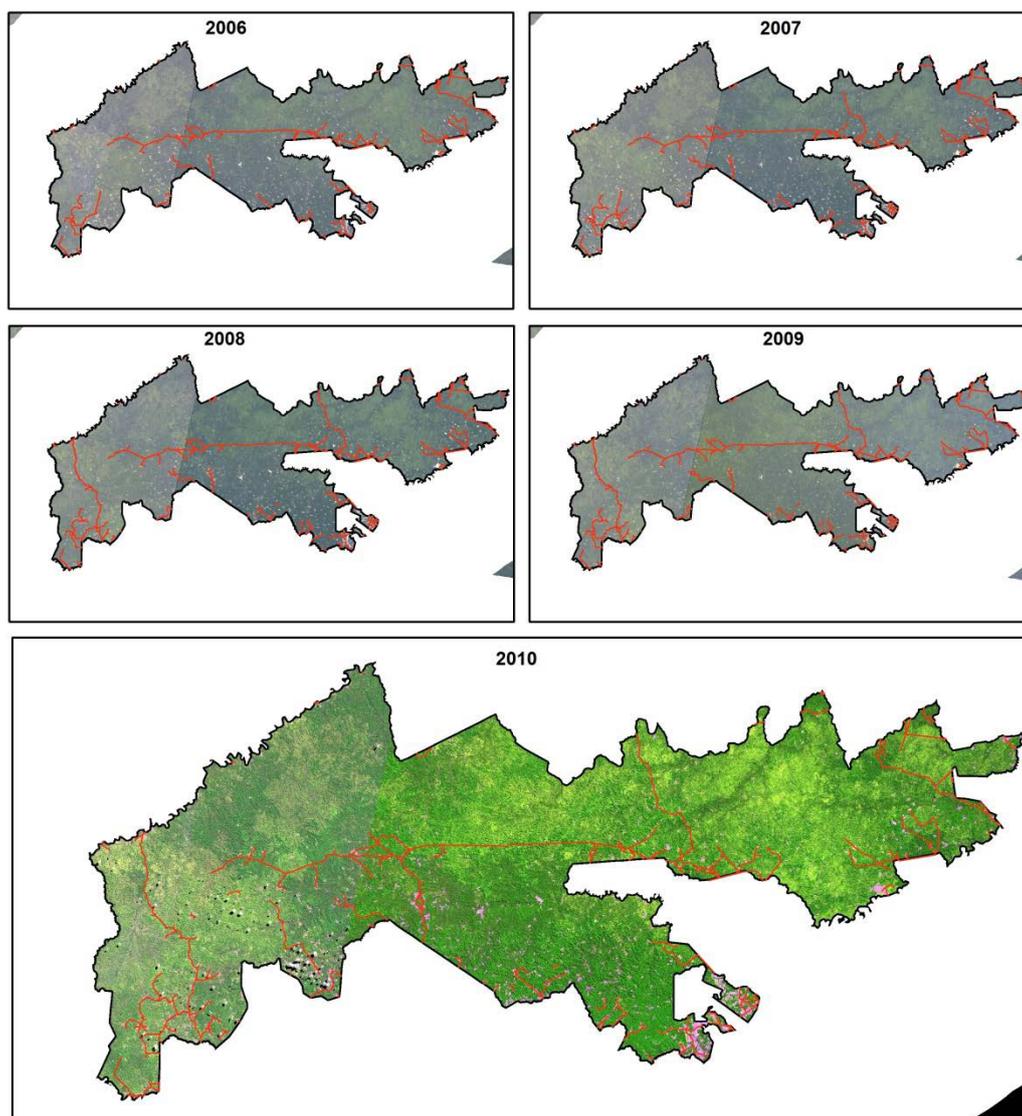


Figura 4.10 - Digitalização detalhada anualmente do desmatamento e estradas na RESEX Chico Mendes utilizando imagens Landsat, para o período de 2006 a 2010.

Historicamente as estradas na Amazônia de acordo com Fearnside (1987), Becker (2005), Ferreira et al. (2005), Soares-Filho et al. (2005), e Nepstad et al. (2006), fazem parte de um conjunto de vetores que influenciam positivamente o crescimento do desmatamento como também as atividades econômicas da pecuária e agricultura.

Diante disso, analisaram-se dados referentes sobre as principais atividades econômicas no Estado do Acre, verificando seu comportamento justaposto ao quantitativo de desmatamento na RESEX, podemos observar (Figura 4.11), as variáveis econômicas não apresentam crescimento paralelo ao desmatamento, entretanto, o crescimento do PIB agropecuário acompanha o desmatamento na RESEX para o período de 2001 a 2003. Esse

fato não pode ser excluído das hipóteses historicamente consolidadas, uma vez que, os dados econômicos analisados abrangem todo o Estado.

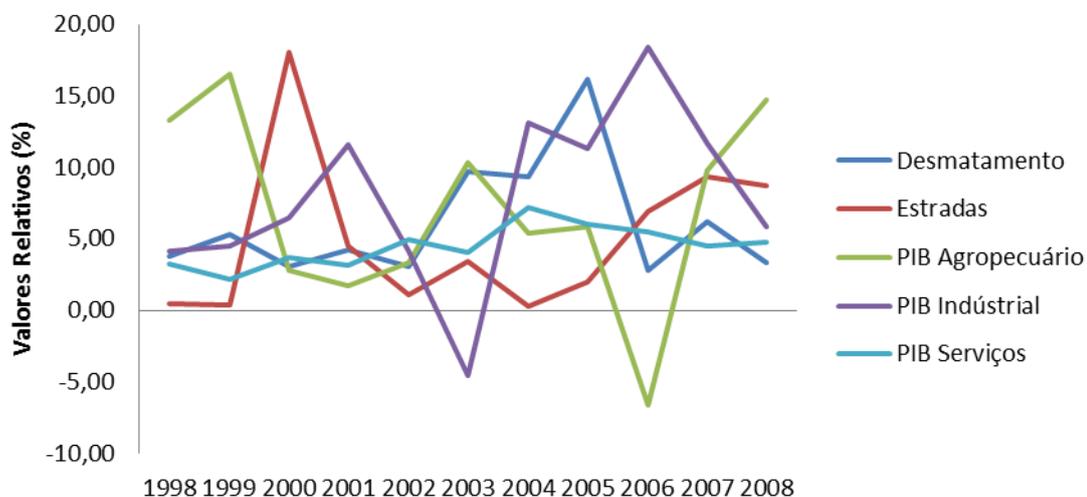


Figura 4.11 - Evolução e variação relativa do produto interno bruto – PIB por setor de atividade, juntamente com o desmatamento e estradas encontradas na RESEX Chico Mendes, para o período de 1998 a 2008.

Fonte: Acre, (2011) adaptado.

4.4.2 - Extensão geográfica das estradas utilizando imagem Formosat

De acordo com as estradas digitalizadas nas imagens do sensor de alta resolução espacial, verificou-se o total de 87,12 km para o ano de 2008. Sendo que o resultado do mapeamento para sensor de média resolução foi um total de 124,83 km, quando se compara o total de estradas digitalizadas no sensor de alta resolução foram inferiores, mapeando em torno de 69,8% em relação às imagens de média resolução para o mesmo período e na mesma região da RESEX, a melhor distinção das feições geométricas das imagens foram do sensor de média resolução Landsat (Figura 4.12).

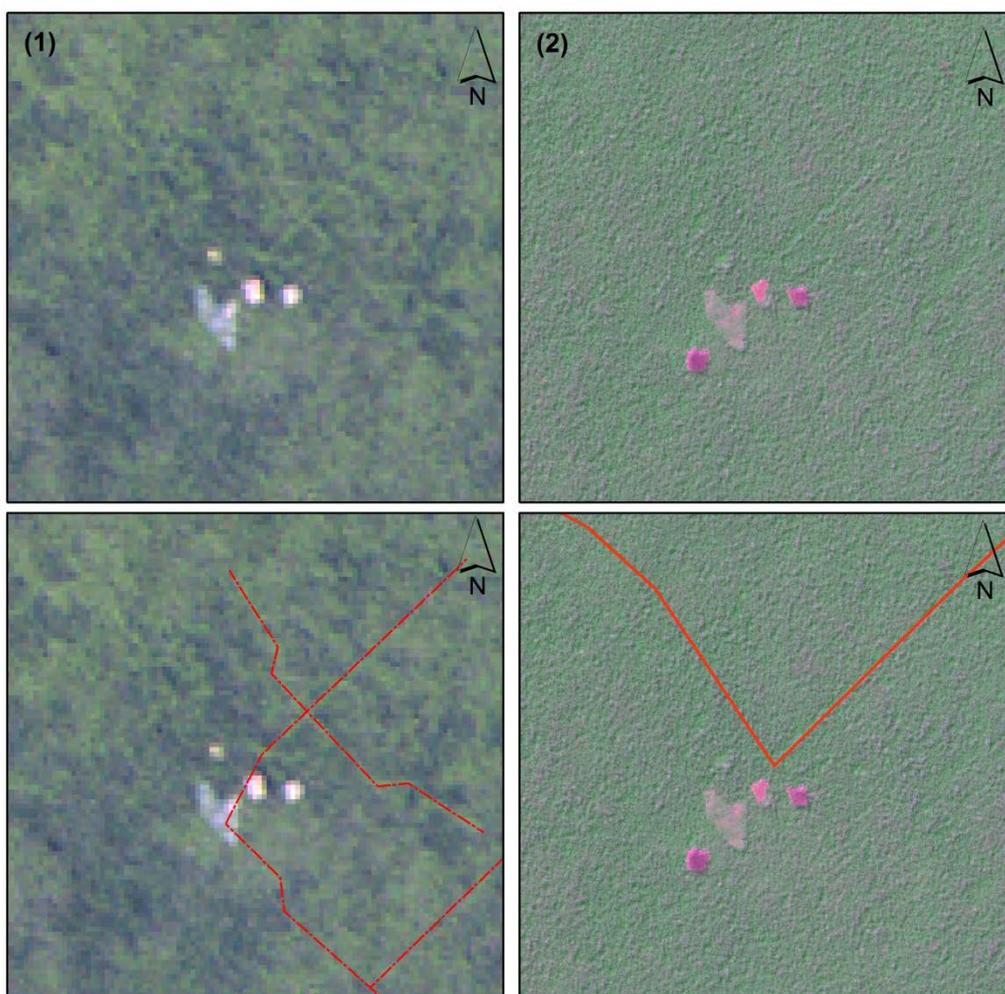


Figura 4.12 - Comparação da digitalização das estradas na RESEX: (1) imagem Landsat, (2) imagem Formosat-2.

4.4.3 - Distribuição do desmatamento em relação a distância euclidiana das estradas oficiais e digitalizada no interior da RESEX

A distância euclidiana realizada em ambiente ArcMap para a rodovias principais do Estado do Acre, segundo a base do ZEE fase II, resultou em uma amplitude média de 36.801km (Figura 4.13).

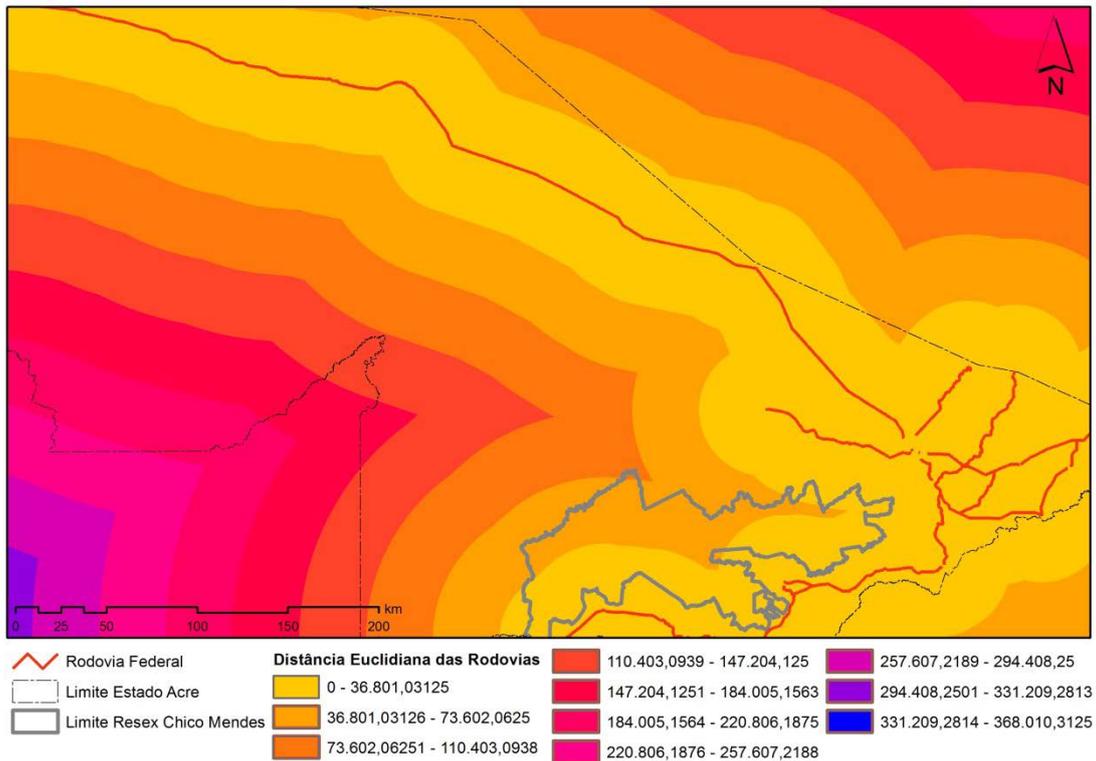


Figura 4.13 - Distância Euclidiana calculada de acordo com a distância das rodovias principais do Estado do Acre.

Para averiguar sua eficácia das distâncias e suas escalas de trabalho, calculou-se também a distância euclidiana das rodovias internas da área da RESEX a fim de obter mais uma variável que possivelmente explique a relação desmatamento/estradas. Sendo assim, o cálculo da distância euclidiana tendo como base as estradas digitalizadas no interior da RESEX resultou em uma amplitude média de 5,29 km (Figura 4.14).

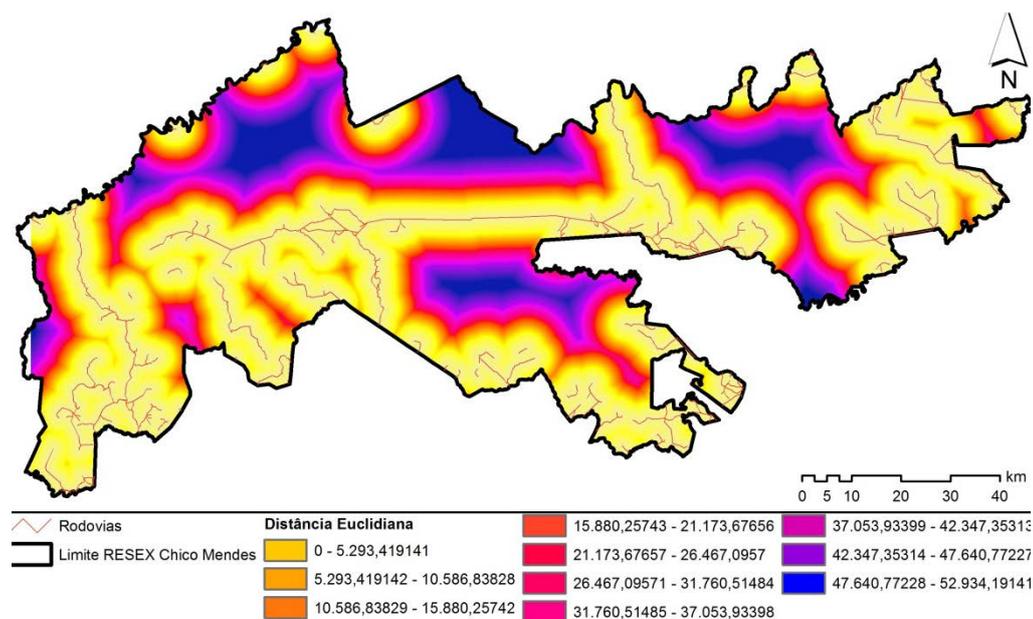


Figura 4.14 - Distância Euclidiana calculada de acordo com a distância das rodovias digitalizadas na série histórica de 1990 a 2010.

O quantitativo dos três níveis de distância das estradas em relação ao desmatamento, dados pela distância euclidiana juntamente com as áreas em relação ao ocupado na RESEX (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 - Quantitativo da ocupação em hectares e valores relativos de cada nível das distâncias calculados através distância euclidiana para rodovias federais e digitalizadas.

Nível de proximidade	Rodovia Federal	Área relativa da	Rodovia	Área relativa da
	(ha)	RESEX (%)	Digitalizada (ha)	RESEX (%)
Proximidade de maior	549.368	59,01	575.449	61,81
Proximidade mediana	376.425	40,43	260.325	27,96
Região mais distante	5.196	0,56	95.215	10,23
TOTAL	930.984	100	930.984	100

De acordo com as amplitudes fornecidas pela distância euclidiana foi realizado os cruzamentos com as respectivas áreas desmatadas no interior da RESEX, como resultado constatou-se que a distância de 5,29 km em seu primeiro nível (61,81%) da RESEX explicou grande parte do desmatamento, em torno de 81% do total desmatado, se encontrava no primeiro nível, isto é, mais próximo as rodovias digitalizadas. Enquanto que a distância de 36.801 km explicou apenas 18%, isto é, apenas 18% do total desmatado no interior da RESEX estava próximo às rodovias federais, apesar de esse nível significar 59,01% do total da RESEX (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 - Quantitativo do desmatamento em cada nível da distância euclidiana, para rodovias digitalizadas e rodovias federais.

Níveis	Distância das rodovias federais		Distância das rodovias internas	
	Desmatamento (ha)	Valores relativos (%)	Desmatamento (ha)	Valores relativos (%)
Maior distância	300	0,53	2.487	4,35
Proximidade mediana	46.317	80,96	8.469	14,80
Maior proximidade	10.593	18,52	46.254	80,85
TOTAL	57.211	100	57211	100

O resultado de cinco quilômetros encontrado nesta pesquisa se assemelha aos resultados de Brandão Júnior et al. (2007), referente a distribuição espacial do desmatamento no entorno de rodovias no padrão de desmatamento/estradas esperado de acordo com a proximidade geográfica (Figuras 4.15 e 4.16).

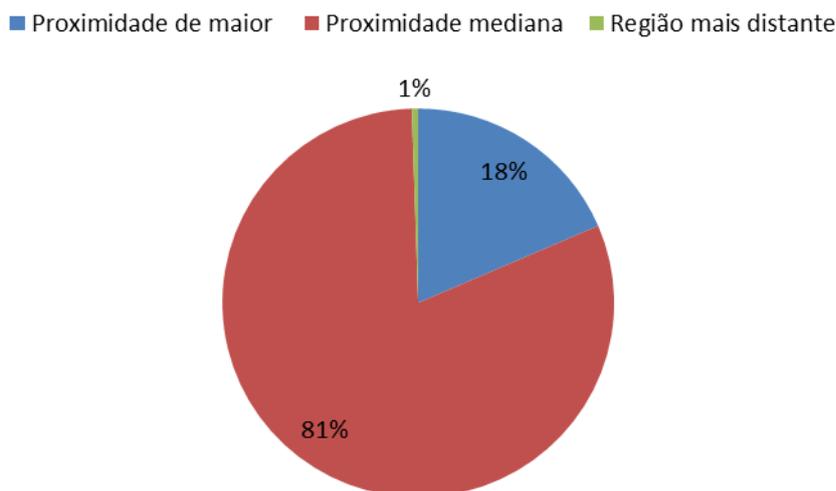


Figura 4.15 - Relação da Distância Euclidiana das principais rodovias federais no entorno da RESEX para explicar a proximidade do desmatamento.

■ Proximidade de maior ■ Proximidade mediana ■ Região mais distante

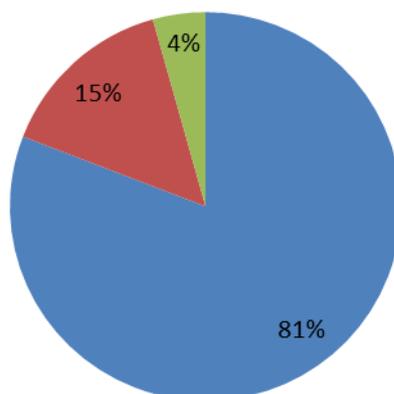


Figura 4.16 - Relação da Distância Euclidiana das principais rodovias internas da RESEX para explicar a proximidade do desmatamento.

As análises mostraram que o desmatamento se distribui exponencialmente em função da distância às estradas tanto para oficiais quanto para todas as estradas, ratificando as hipóteses de vários autores com estudos na região Amazônica e já citados nesse trabalho.

4.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento das estradas não oficiais na RESEX com uso de imagens do sensor Landsat apresentou melhor visualização das feições das estradas pois quando utilizado a mesma técnica para digitalização das estradas na imagem de alta resolução espacial, não foi possível a visualização das mesmas feições.

Através desse estudo, demonstrou-se que as estradas não oficiais explicam grande parte do desmatamento no interior da RESEX, destes 81% encontravam-se próximo as estradas digitalizadas. Portanto, os modelos acima podem se beneficiar com este tipo de informação.

Modelos que utilizam apenas as estradas oficiais são limitados porque essas estradas estão distantes das fronteiras atuais de desmatamento, logo a escala de trabalho, ou seja, um micro mapeamento de estradas, explicou melhor a associação estradas/desmatamento.

A análise de outras variáveis que possam explicar o desmatamento é de fundamental importância. No caso do presente estudo demonstrou-se para a RESEX

relação do crescimento do desmatamento aliada ao incremento das estradas e a variável econômica PIB Agropecuário. No entanto, como a escala de dados também influencia, o mais indicado é o uso de dados pontuais da região de estudo.

Vale ressaltar que podem existir muitas outras estradas na RESEX, e até se espera que sim, visto que a mesma é uma Unidade de Conservação inserida no grupo de Uso Sustentável. Todavia, a não visualização das estradas e vias de acesso na referida área por imagens de satélite, implicaria em um planejamento adequado e sustentável para locação destas estradas na região pelos órgãos gestores da unidade.

5 - ANÁLISE ESTATÍSTICA APLICADA AO DESMATAMENTO

Este capítulo objetivou contextualizar a utilização das variáveis aleatórias, inclusive as discutidas no Capítulo 4, apresentar revisão bibliográfica de trabalhos voltados a explicar o desmatamento por meio de um conjunto de variáveis correlacionadas, conceituar e aplicar os modelos de estatística espacial para dados agregados em área e/ou dados pontuais, neste caso o modelo *probit*.

5.1 - INTRODUÇÃO

A RESEX Chico Mendes destaca-se dentre as demais UCs no Estado do Acre devido sua história da sustentabilidade ambiental no qual o líder seringueiro Francisco Alves Mendes Filho, conhecido como Chico Mendes foi o grande protagonista. Seus ideais e sonhos continuam vivos até hoje na estratégia de gestão territorial do Acre como o Zoneamento Ecológico-Econômico construído a partir das demandas sociais e integrado em um grande pacto em prol do desenvolvimento sustentável (ACRE, 2006).

Palco do movimento de resistência dos seringueiros em defesa dos seringais nativos da região, a RESEX Chico Mendes foi, uma das primeiras criadas a partir do movimento. Essa disputa pela posse da terra deixou um legado importantíssimo na história do movimento ecológico mundial tendo como berço da luta ambiental a Amazônia (ABUD, 2011).

De acordo com Fearnside (2005), os danos ambientais que ocorrem com frequência na região da RESEX são causados principalmente pelos desmatamentos e pelas queimadas. O risco de extinção de espécies ameaçadas ou mesmo de espécies que não foram descobertas, assim como erosões e assoreamento dos rios, são os principais problemas decorrentes destas ações.

Segundo Amaral (2008), a região da RESEX enfrentou grandes desafios na busca de alternativas de uso, que possibilitem alcançar o desenvolvimento sustentável nas áreas desmatadas e valorizar o uso múltiplo da floresta, pelo reconhecimento das potencialidades e vulnerabilidades ambientais e com a incorporação efetiva da sabedoria tradicional.

As causas do desmatamento são várias, mas uma que se destaca a pecuária, principalmente na área onde se denomina de “arco do desflorestamento” (KAMPEL; CÂMARA, 2000) que atinge o e leste do Acre, onde se situa a RESEX (AMARAL, 2008).

Estudos de Alves et al. (2007), demonstraram que o desmatamento sofreu um decréscimo tanto dentro das Unidades de Conservação (UCs), como fora na sua zona de amortecimento. As razões que são apresentadas referem-se à importância da ampliação, a criação de novas UCs, as ações do IBAMA e as instituições parceiras. Estas UCs tem papel crucial no que se refere à conservação das florestas.

A hipótese estabelecida é que a gestão territorial eficiente do uso da terra, depende do conhecimento do potencial e das limitações dos recursos naturais, o qual permitirá uma ocupação racional, a partir da adequação do uso. Um Sistema de Informações Georreferenciados (SIG), se caracteriza por integrar numa única base de dados, informações provenientes de dados cartográficos, dados de censo, cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, oferecendo mecanismos para combinar informações através de algoritmos de manipulação e análise, para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados geocodificados (CÂMARA, 1995).

Silva e Zaidan (2004), ressaltam que a principal característica do geoprocessamento e um SIG é permitir a investigação sistemática das propriedades e as relações posicionais, estatisticamente testando a probabilidade de ocorrência de eventos em uma base de dados georreferenciados, transformando dados em informação destinada ao apoio à tomada de decisão.

Diante disso, objetivou-se neste capítulo propor estatísticas probabilísticas baseadas no modelo *probit* testando variáveis mais indicadas por diversos estudos já citados, de modo a distinguir dentro da RESEX, as variáveis que causaram maior influência no desmatamento para se constituir uma base de planejamento para gestão da UC.

5.2 - REVISÃO DE LITERATURA

5.2.1 - Análises sobre o desmatamento na Amazônica

A intensa atividade de desmatamento e conversão das áreas de floresta em pastagem e áreas agrícolas se intensificou na Amazônia a partir de 1960 como decorrência do processo de colonização da região (AMARAL et al., 2005). De acordo com Santos

(2010), diversos estudos estatísticos espacial foram construídos para compreender a importância de diferentes variáveis passíveis de influenciar nas taxas de desmatamento.

A utilização de modelos para descrever o desmatamento na região Amazônica é um assunto que vem sendo discutido desde o final da década de 1970 (SHIMABUKURO et al., 2006). Prates (2008), descreve a situação na década de 1990 quando surgiu expressivo número de modelos econométricos pertinentes. Esses modelos consistem em representar estatisticamente o quanto um conjunto de fenômenos sociais (variáveis independentes) influenciam as taxas de desmatamento (variável dependente).

Segundo Balieiro (2008), a despeito destas causas pode-se dizer que são bastante complexas, no entanto, sem sombra de dúvidas estão ligadas ao padrão histórico de desenvolvimento econômico adotado.

Reis e Margulis (1991), destacam que não há apenas uma força principal que impulse ou explique isoladamente o desmatamento na Amazônia, defendem que as causas são várias e que o desmatamento decorre de uma combinação complexa de diversas variáveis e fatores.

Estudos de modelagem estatística para região amazônica de Amaral et al. (2005), apontam as variáveis densidade populacional, proximidade de área urbana com maior correlação espacial ao desmatamento. Para Angelsen e Kaimowitz (1999), o desmatamento tende a ser maior quando as áreas são mais acessíveis por rodovias, quando os preços das *commodities* e da madeira estão altos e quando os salários dos trabalhadores estão baixos.

Young (1988), demonstrou por regressão linear que as variáveis área agrícola (como área do desflorestamento), as variações temporais dos preços agrícolas, dos créditos, da construção de rodovias e preços de terras, influenciaram positivamente o desflorestamento na Amazônia nas décadas de 1970 e 1980.

Estudos de Prates (2008), utilizando modelos econométricos consideraram as variáveis: crescimento da população, do crédito rural, dos gastos do governo no sistema de transporte, do rebanho bovino, dos índices de preços da agricultura temporária e permanente, do preço da soja, renda municipal, todas apresentaram correlação positiva ao explicar o desmatamento para o período de 2000 a 2004.

Silva (2006), utilizando regressão logística com função *probit* para compreender variável de resposta desmatamento acumulado até 1997 do projeto PRODES nos estados da Amazônia utilizando como variáveis: proximidade às estradas pavimentadas, classes de solo e classes de declividade e presença e ausência de áreas protegidas. Sendo a variável

agropecuária respondendo com maior correlação ao incremento do desmatamento naquela região.

5.2.2 Conceitos básicos em estatística espacial de dados geográficos

As demonstrações e a forma de exposição que serão dadas a seguir, no que se refere a estatística espacial, podem ser entendidas como uma contribuição didática à teoria.

De acordo com Silva (1998), o levantamento por estatísticos por amostragem consiste em observar uma porção da população (floresta e suas características) para obter estimativas representativas do todo, visam a elevar a precisão das estimativas, além de buscar a redução dos custos necessários para realização dos levantamentos. De acordo com Silva (2009), dentre os métodos existentes, amostragem casual simples (ACS) quando utilizada em inventários florestais, gera estimativas livres de tendências e permite obter com clareza o erro amostral da população.

Segundo Balieiro (2008), a estatística espacial leva em consideração a localização no espaço do fenômeno em estudo. Assim Druck et al. (2004), caracteriza os problemas de análise estatística espacial de acordo com três tipos de dados:

- Eventos ou padrões pontuais: fenômenos expressos através de ocorrências identificadas em pontos localizados no espaço.
- Superfícies contínuas: conjunto de amostras que podem estar regularmente ou irregularmente distribuídas.
- Áreas com contagens e taxas agregadas: são dados associados a levantamentos populacionais, se referem a pontos específicos no espaço.

A partir da classificação acima, Druck et al. (2004), acredita que os problemas de análise espacial lidam com dados ambientais e socioeconômicos gerando modelos cujos relacionamentos espaciais expliquem e identifiquem os padrões de dependência do fenômeno em estudo.

A dependência espacial⁵ de acordo com a primeira lei da geografia⁶ conceitua-se, onde: “todas as coisas são parecidas, mas as coisas mais próximas se parecem mais que as coisas mais distantes”. Druck et al. (2004), afirma que dependência espacial sejam estas naturais ou sociais, apresentam entre si uma relação de distância e autocorrelação espacial e a expressão computacional do conceito de dependência espacial. Sendo a autocorrelação

⁵ Carvalho e Albuquerque (curso de econometria espacial, 2010) expõem uma vasta revisão sobre o tema.

⁶ Essa noção parte do Waldo Tobler

espacial o termo derivado do conceito estatístico de correlação, estimado para mensurar o relacionamento entre duas variáveis aleatórias. Souza (2011), define as variáveis aleatórias $X = \sum x_i$ e $Y = \sum y_i$, ou seja, o número total de sucessos observados durante um ensaio será denotado por X e o número total de falhas por Y.

Sobre modelos estatísticos Souza (2011), define modelos paramétricos ou não paramétricos. Os modelos paramétricos consistem basicamente na obtenção de uma equação, com parâmetros a serem estimados, que explica a variação da variável dependente pela variação dos níveis da (s) variável (is) independente (s). Os modelos não paramétricos são aqueles onde nenhuma pressuposição é feita sobre a distribuição conjunta de X e Y.

Os estimadores paramétricos fazem uso da pressuposição que a probabilidade de resposta positiva (ocorrência do fenômeno). Os casos mais trabalhados são a distribuição normal ou a distribuição logística com estimadores com ênfase no método *probit* (SOUZA, 2011).

Em estatística um modelo *probit* utiliza dados binários, é um tipo de regressão onde a variável dependente só pode ter dois valores, por exemplo, presença ou ausência de um dado fenômeno. É um modelo de resposta binária que emprega uma função de ligação entre variáveis. Consiste em um método rápido para cálculo de probabilidade máxima de ocorrência de um determinado fenômeno, maiores detalhes são encontrados em Bliss (1934). O modelo *probit* pode ser definido como (Equação 5.1) (TABAGIBA, 2010):

$$Y^* = \beta_0 + x\beta + \varepsilon, Y = 1 [y^* > 0], \quad (5.1)$$

Em que: onde y^* é uma variável latente não observada que satisfaça a distribuição normal e de homocedasticidade com uma média linear; x é um vetor de variáveis independentes; β é um vetor de coeficientes desconhecidos; ε , erro

5.3 - MATERIAIS E MÉTODOS

5.3.1 - Base de dados

A principal base cartográfica utilizada foi o ZEE fase II (2006), fornecidos pela UCEGEO, setor de geodados da Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC), os dados fornecidos foram:

Imagens de satélite – As imagens fornecidas pela UCEGEO foram imagens de média resolução do sensor TM do satélite Landsat 5, como também os mosaicos da série histórica do desmatamento do mesmo sensor para o período estudado de 1990 a 2010. As imagens de alta resolução espacial, utilizadas para averiguar a acurácia forma as imagens Formosat-2, cenas T-81 multiespectral e T-81 pancromática, fusionadas no ambiente ERDAS® Imagine, com composição de bandas 3(R), 4(G) e 2(B) ambas para o ano de 2008.

Dados vetoriais – os dados vetoriais *shapfiles* fornecidos pela UCEGEO fazem parte do banco de dados do Zoneamento Ecológico Econômico do Acre – ZEE (ACRE, 2006), descritos no quadro 5.1.

Quadro 5.1 - Detalhes dos dados vetoriais para análise estatística da RESEX Chico Mendes.

Nome	Tipo	Data	Escala
Limites: Estaduais, municipais, área urbana e RESEX Chico Mendes	Polígono	2006	1:250.000
Histórico do desmatamento	Polígono e grid	1990 a 2010	1:250.000
Estradas oficiais	linha	2009	1:250.000
Hidrografia	linha	2006	1:1.000.000
Comunidades no interior RESEX	pontos	2010	1:250.000
Pedológico e geológico e florestal	polígono	2006	1:250.000

Fonte: Acre, (2006.)

Foram utilizados dados econômicos da região, tais como: Produto Interno Bruto (PIB); Agropecuário, Industrial e de serviços, dados referente ao censo agropecuário (IBGE, 2010). Assim como, *shapfiles* das classes da distância Euclidiana das rodovias oficiais e não oficiais digitalizadas, detalhadas no capítulo 4, internas e externas a RESEX.

Os dados foram analisados todos no sistema de projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*), datum WGS84 e zona 19S. Os processamentos efetuados para a geração dessas análises foram conduzidos pela em ambiente Sensoriamento Remoto. Assim como Tatagiba (2010), os softwares ENVI 4.5® produzido pela empresa ITT *Visual Information Solutions* e ArcGIS 9.3® produzido pela empresa ESRI *Incorporation* foram utilizados para o processamento e visualização de imagens, cálculos, edição, álgebra de mapas, selecionar áreas a serem amostradas e geração modelos.

As análises estatísticas das variáveis que possivelmente causam influência no desmatamento foi realizado em ambiente *software* Stata[®] pacote de software criado em 1985 por StataCorp muito utilizado para áreas econômicas, ambiental, biomedicina e epidemiológica.

5.3.2 - Métodos de Análises

5.3.2.1 - Variáveis

Como base na literatura detalhada nos capítulos 2, 3 e 4 procurou-se incluir no modelo probabilístico espacial às variáveis presentes na RESEX, priorizando as variáveis estimáveis para maior parte do período da série histórica do desmatamento datada de 1990 a 2010.

De acordo com os dados disponibilizados pelas instituições oficiais do Estado do Acre as variáveis elencadas no modelo probabilístico não compreenderam toda a gama recomendada pela literatura, entretanto, buscou-se incluir as mais indicadas que afetam significativamente as taxas de desmatamento na Amazônia, e presentes na RESEX, são elas:

- Tipo de solos;
- Desmatamento;
- Rios permanentes;
- Tipos de vegetação;
- Desmatamento fora do limite da RESEX;
- Distância euclidiana das estradas fora do limite da RESEX;
- Distância euclidiana das estradas digitalizadas no interior da RESEX;
- Comunidades populações residentes dentro da RESEX;
- Localização dentro da RESEX, coordenadas geográficas (X,Y);
- Distância das colocações

Para realização do modelo probabilístico as variáveis foram padronizadas em escalas e formatos semelhantes para garantir o sucesso do modelo proposto neste estudo.

Utilizou-se também o método de estudos de Silva et al. (1990), que verificou a influência de classes de solos no incremento do desmatamento na região Amazônica. Para RESEX seguiu-se as classes: (1) Latossolo 22,5%, (2) Gleissolo 24,7%, (3) Argissolo

30,07% e (4) Plintossolo 22,75% os quais foram analisadas no presente estudo, (Figura 5.1).

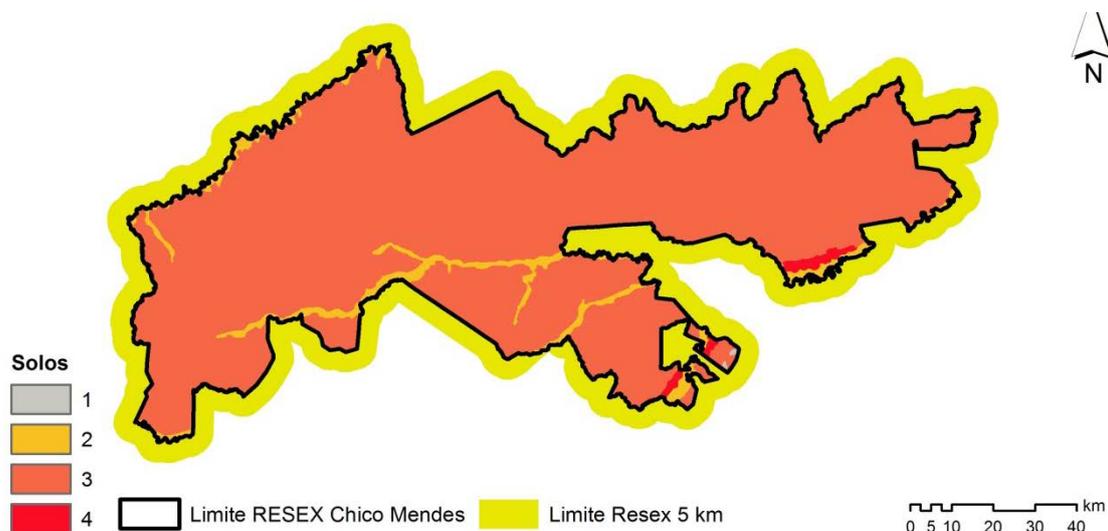


Figura 5.1 - Variável classes de solos apresentando: (1) Latossolo, (2) Gleissolo, (3) Argissolo (4) Plintossolo.

A variável hidrografia (Figura 5.2) foi analisada por ser considerada uma das principais vias de acesso/escoamento de produção na região. Para tal análise buscou-se estimar seu potencial unicamente pelos rios permanentes.

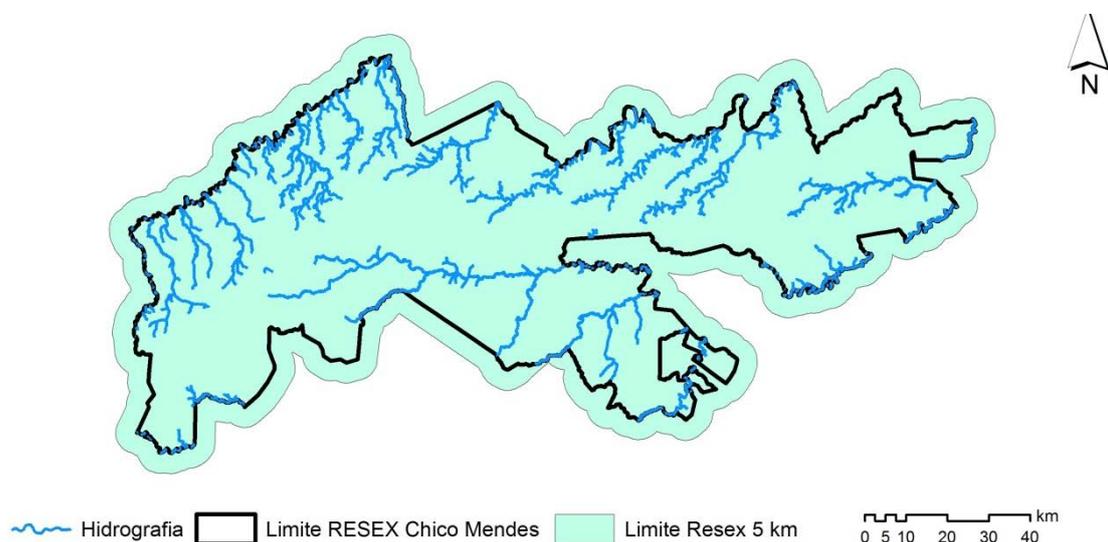


Figura 5.2 - Representação da variável hidrografia, representada pelos rios permanentes que constituem a RESEX Chico Mendes.

As tipologias florestais analisadas foram: Floresta Aberta com Bambu + Floresta Aberta com Palmeiras, seguidos da tipologia Floresta Aberta com Palmeiras. A Floresta Aberta com Bambu + Floresta Densa representa a terceira maior na RESEX ocorre em

manchas relativamente pequenas. É caracterizada por áreas com grande concentração de bambus e manchas de Floresta Densa, podendo apresentar também pequenas manchas de Floresta Aberta com Palmeiras. As variáveis foram analisadas quanto à apresentação de áreas desmatadas e não desmatadas (Figura 5.3).

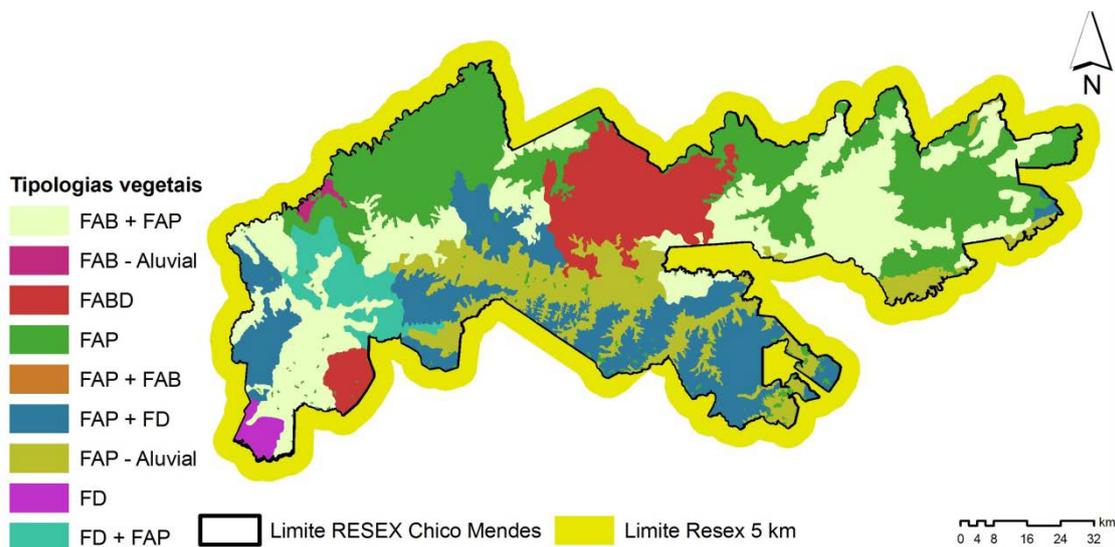


Figura 5.3 - Representação da variável tipologia florestal.

Ferreira et al. (2005), demonstram claramente a importância das áreas protegidas como uma das ferramentas para conter ou diminuir o processo do desmatamento nos três estados que mais contribuíram com o desmatamento na Amazônia legal. Diante desse fato uma das variáveis analisadas é a ocorrência do desmatamento no limite externo a RESEX (Figura 5.4).

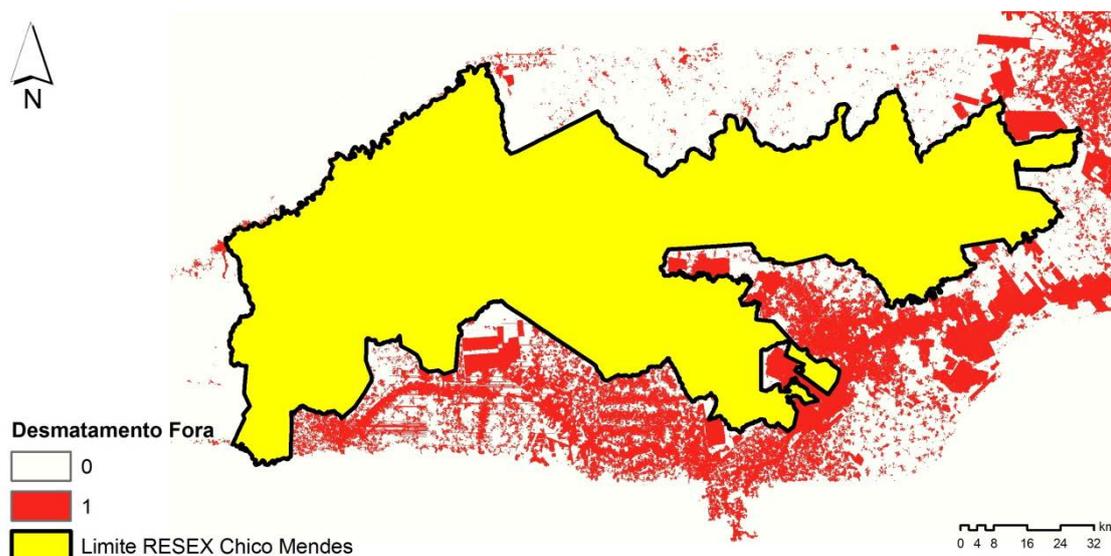


Figura 5.4 - Representação da variável desmatamento fora do limite da RESEX.

Segundo Ferreira et al. (2005), a proporção do desmatamento como função da distância das estradas na Amazônia legal tem, normalmente, padrões exponenciais, ou seja, grande proporção de desmatamento encontra-se próximo às estradas. Para tal, essa variável mostra-se de grande importância para ser avaliada no presente estudo, assim sendo, foram avaliadas as distâncias das estradas no interior da RESEX (Figura 5.5) e o no seu entorno (Figura 5.6).

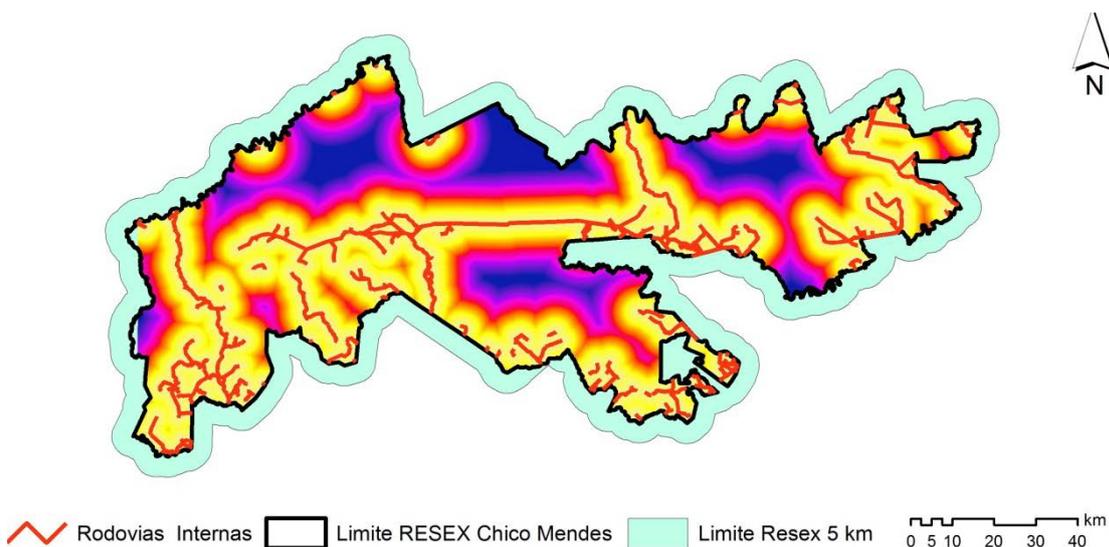


Figura 5.5 - Representação da variável distância das estradas em função da distância Euclidiana digitalizadas no interior da RESEX.

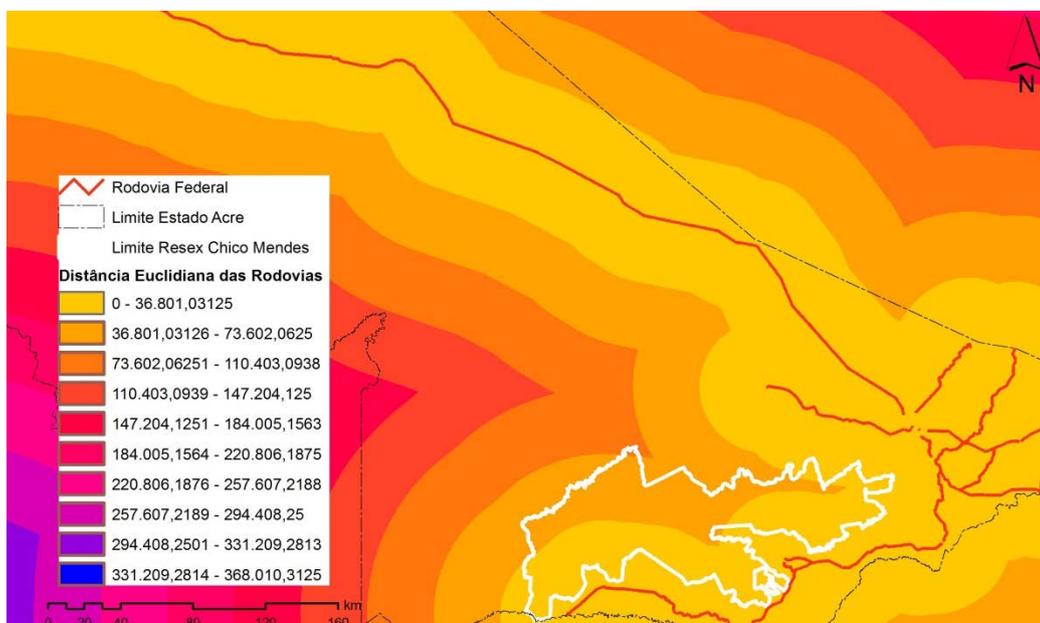


Figura 5.6 - Representação da variável distância das estradas oficiais no entorno do limite da RESEX, mensurada em função da distância Euclidiana.

Para Aaron et al. (2001), uma questão importante é saber como está distribuída a proporção do desmatamento dentro e fora do atual conjunto das UCs na Amazônia. Para tal, as variáveis possíveis de observar o comportamento do desmatamento no interior da RESEX são à localização geográfica do desmatamento (Figura 5.7) e localização das comunidades locais (Figura 5.8) para tal análise utilizou-se os dados gerados pela UCEGEO/FUNTAC/ICMBIo.

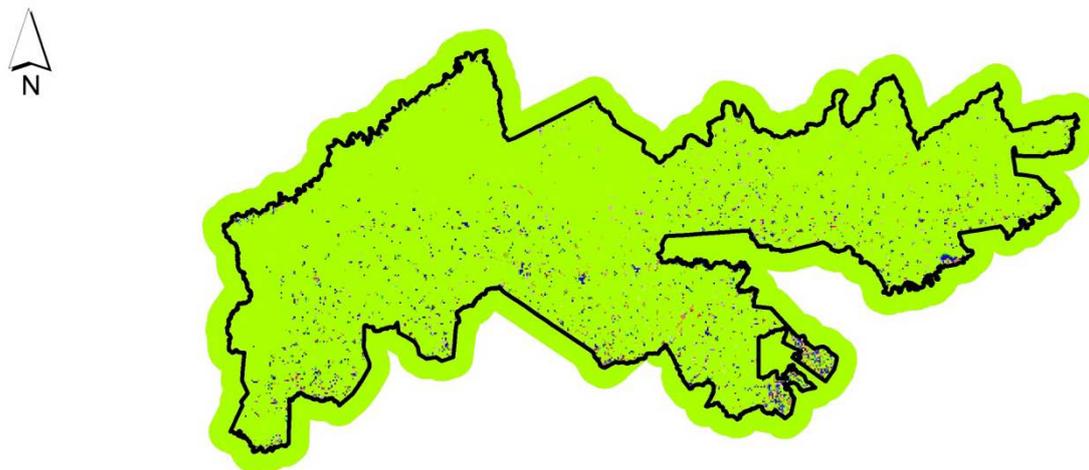


Figura 5.7 - Representação da variável localização geográfica distância do desmatamento no interior da RESEX.

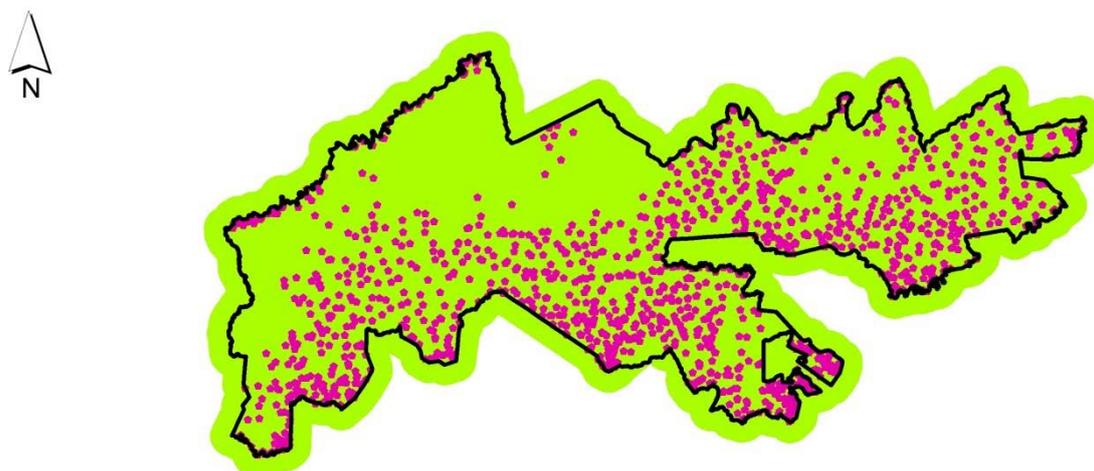


Figura 5.8 - Representação da variável localização comunidades no interior da RESEX.

5.3.2.2 - Modelo probabilístico multivariado *probit*

Para realização das estatísticas das variáveis detalhadas acima foi feita uma amostragem na área da RESEX. Segundo Rosa et al. (2005), essa fase consiste em estratificar a área, alocar a amostra de segmentos para extração das informações.

Seguindo metodologia adotada por Adami (2004), e Tatagiba (2010), foi utilizada a amostragem estratificada aleatória, realizada em ambiente ArcMap[®] 9.3.

- Inicialmente foram alocados pontos aleatórios com auxílio da ferramenta *Create Random Points*, sendo 484 pontos por toda extensão da RESEX;
- Em seguida foi realizada uma grade regular para amostragem sistemática sobre toda a RESEX. Tendo em vista a dimensão da RESEX (970.570 ha), a dimensão da grade foi de 5km x 5km para alocar as amostras (Figura 5.9).

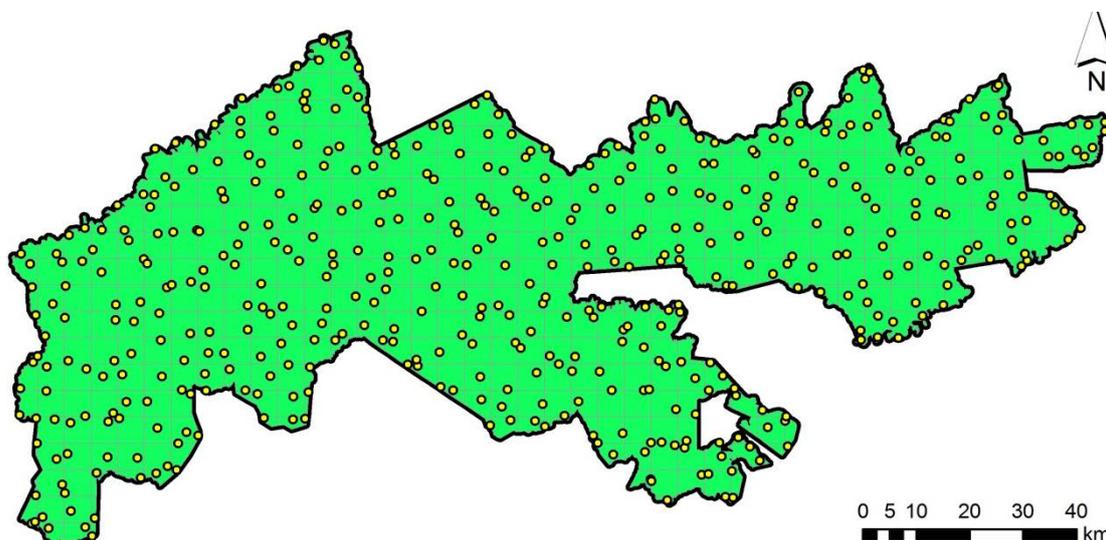


Figura 5.9 - Representação da grade regular de 5km x 5km para amostras aleatórias no interior da RESEX.

A partir da definição das áreas amostrais realizou-se um *buffer* de 5km em torno dos pontos para extração das informações de cada variável selecionada (Figura 5.10).

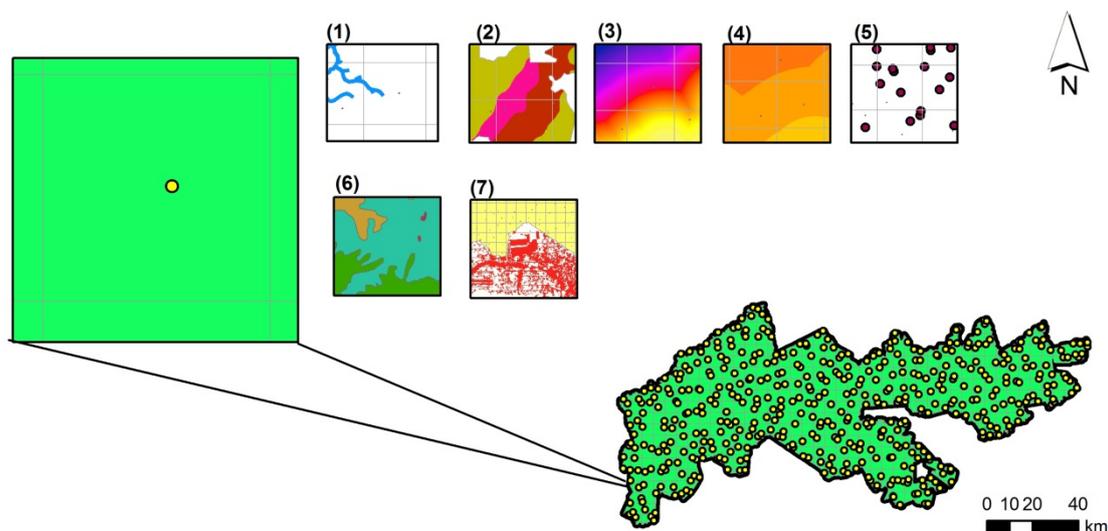


Figura 5.10 - Representação do cruzamento das variáveis no modelo probabilístico espacial.

Para cada ponto amostral que se extraiu a informação dos dados vetoriais atribuiu a informação presença e ausência, ou seja, (0,1) para entrada de informações no modelo *probit* no software Stata[®].

O modelo *probit* expressa a probabilidade de ocorrência do desmatamento na área da RESEX, pode ser definida pela (Equação 5.2).

$$P(y = 1|x) = P(y^* > 0|x) = P(\varepsilon > -x\beta|x) = \Phi(x\beta) \quad (5.2)$$

Em que: Φ é a distribuição cumulativa normal padrão; x é o vetor de variáveis independentes, e β é o vetor de coeficientes desconhecidos.

5.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos procedimentos de análise de probabilidades das variáveis elencadas no estudo sobre possíveis influências que afetam a ocorrência de desmatamento na RESEX foram estimados com o modelo *probit*.

Esses resultados indicam que as quatro variáveis possuem influência positiva em termos relativos percentuais no incremento do desmatamento na RESEX ao longo do período estudado de 1990 a 2010 são elas Longitude x Latitude, Longitude, Distância estradas Internas e a variável Distância das colocações. A Tabela 5.1 apresenta os resultados das análises estatísticas.

Tabela 5.1 - Modelo *probit* para variáveis influenciadoras do desmatamento na RESEX Chico Mendes.

Variáveis independentes	Coefficiente	Erro Padrão	z	P>z	Intervalo (95%)	Confiança
Distância estradas fora (km)	- 0,0000002	0,00001	- 0,010	0,5040	-0,0003	0,00003
Tipo de solos 3	0,117	0,276	0,420	0,3372	- 0,4	0,7
Tipo de solos 4	- 0,117	0,677	- 0,170	0,5675	-1,444	1,210
Vegetação FAB + FAP	0,189	0,357	0,530	0,2981	- 0,51	0,89
Vegetação FAP - Aluv.	- 0,121	0,401	- 0,300	0,6179	- 0,91	0,66
Vegetação FAP	- 0,098	0,400	- 0,240	0,5948	- 0,88	0,69
Vegetação FAP+FAB	- 0,235	0,410	- 0,570	0,7157	- 1,038	0,57
Vegetação FD+FAP	- 0,356	0,599	- 0,600	0,7257	- 1,53004	0,82
Vegetação FABD	0,485	0,792	0,610	0,7291	- 1,066	2,036
Distância estradas Int. (km)	- 0,00004	0,00002	- 2,080	0,9812	- 0,0001	-0,000002
Distância das colocações (m)	- 0,0001	0,0001	- 2,160	0,9846	- 0,0002	- 0,00001
Longitude (UTM km)	- 0,033	0,015	- 2,290	0,9890	- 0,06	- 0,005
Latitude (UTM km)	0,023	0,020	1,130	0,1292	- 0,02	0,06
Longitude x Latitude	- 0,00024	0,0001	- 2,480	0,9934	- 0,0004	- 0,00005
Constante	2,29	3,576	0,64	0,52	- 4,720	9,300

Número de observações = 485; LRchi²(14) = 34,61; Prob > chi² = 0.0017; Pseudo R2 = 0.1105.

As variáveis que apresentaram probabilidades significativas adotando um nível de significância de 5% foram as variáveis: Distância euclidiana das estradas internas; distância das colocações (populações tradicionais); longitude (UTM/km); longitude x latitude (UTM/km). Todavia, os resultados apresentados não excluem as outras variáveis como possíveis influenciadoras no desmatamento na região da RESEX, isto é, as variáveis mais significativas no presente modelo foram apenas às quatro variáveis.

De acordo com os resultados probabilísticos foi possível afirmar que 76% do desmatamento encontra-se até 5 km das estradas internas e que essa probabilidade declina à 10% de ser encontrada a uma distância de 30km da estrada e a 50 km praticamente inexistente (Figura 5.11). Os resultados concordam com as diversas teorias detalhadas no capítulo 4 especialmente estudos de Brandão Júnior et al. (2007), que afirma que em média 80% do desmatamento na Amazônia concentrou-se nos primeiros 5km o as estradas não oficiais.

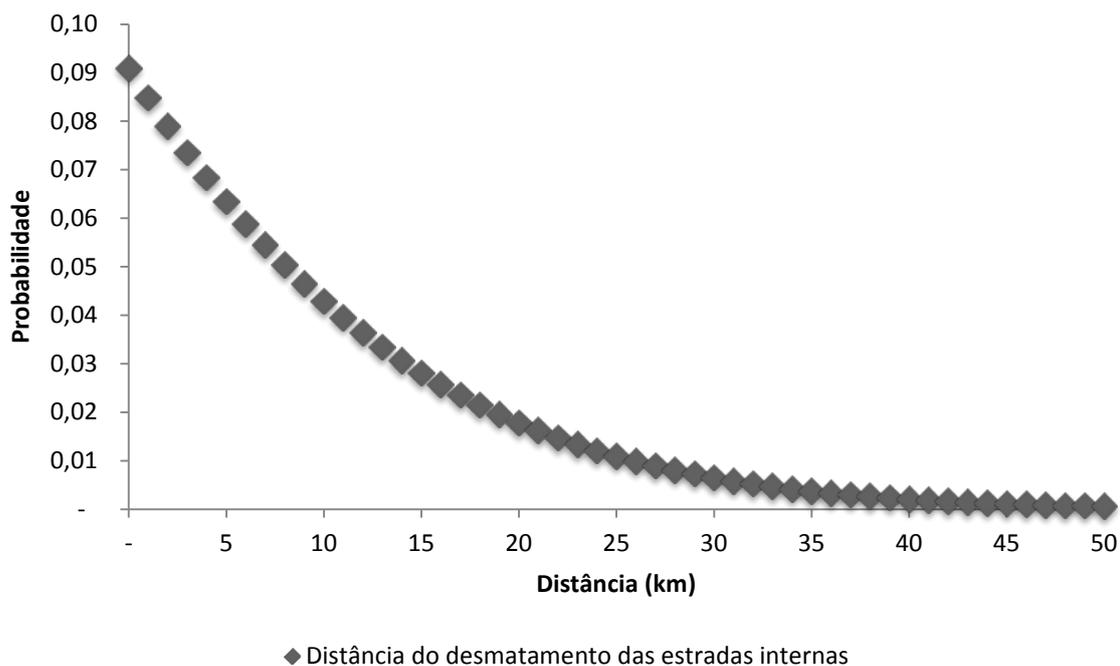


Figura 5.11 - Probabilidade de ocorrência de desmatamento próximo às estradas no interior da RESEX, no modelo *probit*.

A variável colocação, isto é, pontos de pequenas vilas de moradores, populações tradicionais residentes na RESEX resultou como esperado por diversos estudos na região amazônica. Uma vez que, moradores da região tendem a produzir nas proximidades da moradia, e esse modelo de probabilidade indica que a distância média chega a 40 km de sua localização (Figura 5.12). O resultado encontrado corrobora com trabalhos de Ferreira et al. (2005), relatando grande influência da fonte antrópica no desmatamento e o alerta dos estudos de cenários de Soares-Filho et al. (2005), que relata a tendência de crescimento do desmatamento mesmo em áreas protegidas que permitam o uso dos recursos naturais.

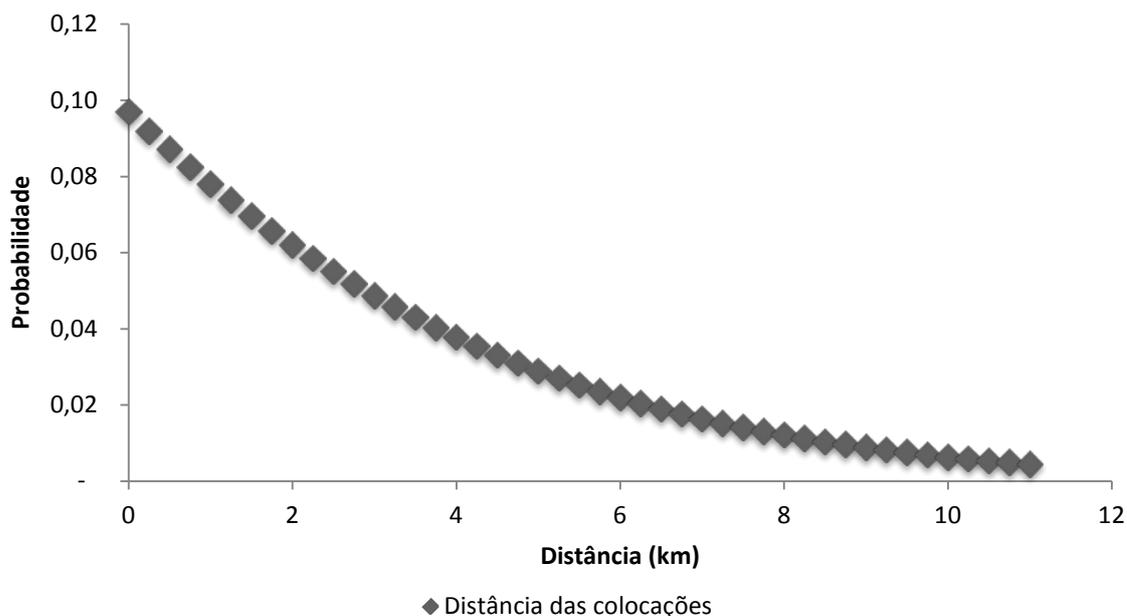


Figura 5.12 - Probabilidade de ocorrência de desmatamento próximo às colocações da RESEX.

O resultado do modelo probabilístico mostra uma tendência espacial ao resultado esperado quanto à localização do desmatamento realizada pelo cruzamento latitude x longitude medido em quilômetros, isto é, o modelo revelou que a probabilidade cresce no sentido Sudeste, quando se visualiza na área real do mapa como lembrado por Becker (2005), essa região compreende a faixa denominada “Arco do desmatamento na Amazônia”⁷. (Figura 5.13 e 5.14).

⁷ Região onde se expandiu a fronteira do desmatamento mais vulnerável da Amazônia.

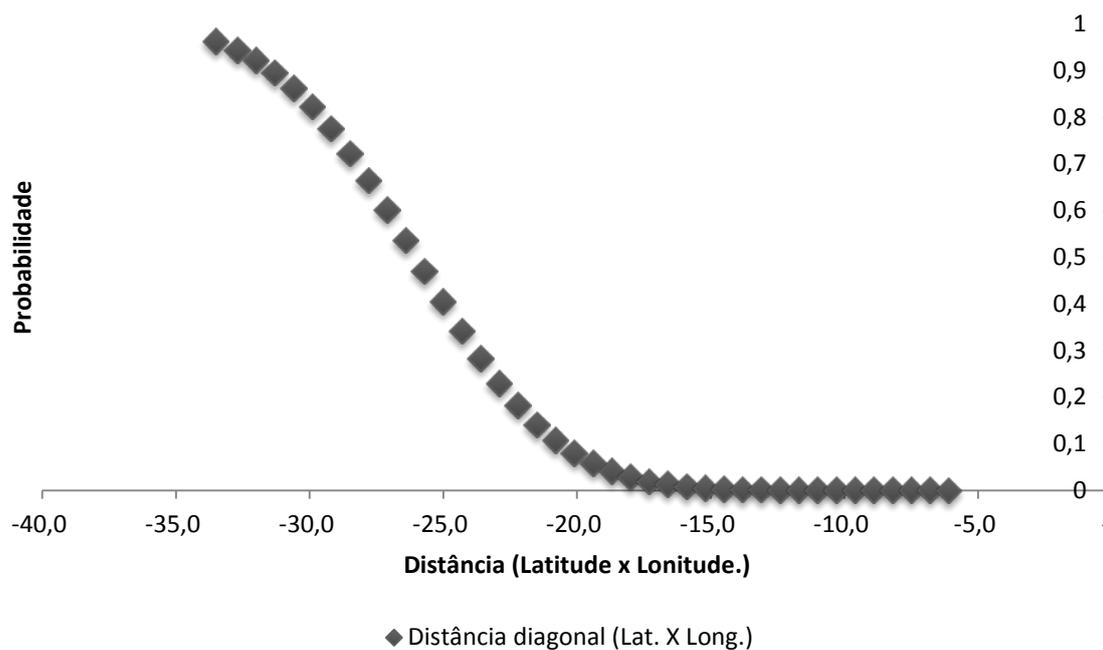


Figura 5.13 - Probabilidade de ocorrência de desmatamento de acordo com a latitude x longitude no interior da RESEX.

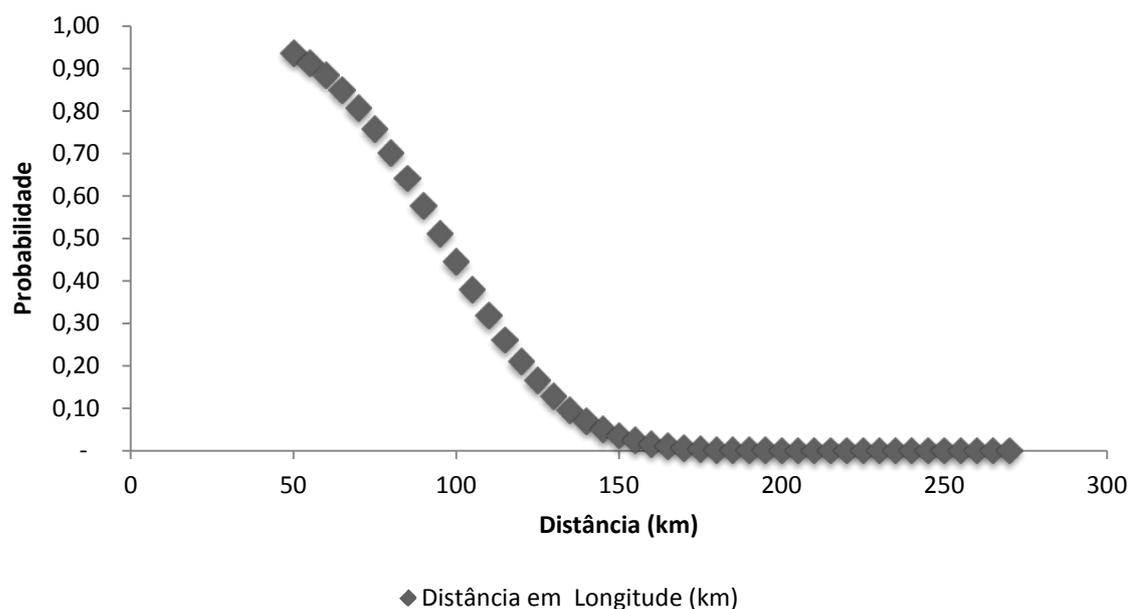


Figura 5.14 - Probabilidade de ocorrência de desmatamento de acordo com a longitude.

5.5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do modelo probabilístico, aplicados nesta pesquisa, indicam que as variáveis: estradas oficiais, áreas desmatada fora da RESEX, tipologias florestais, solos e vias de acesso fluvial mostraram-se não significativos para explicar a ocorrência de desmatamento na área de estudo. Por outro lado, o modelo indica relação do desmatamento

com a distância das estradas internas a RESEX, as colocações, longitude e longitude x latitude com segundo os resultados estatísticos e adotando um nível de significância de 5%.

A relação do desmatamento com a distância das estradas internas a RESEX e colocações, possivelmente é explicado, devido à alta recorrência de desmatamento próximo as regiões antropizadas na região Amazônica como um todo.

Quando se analisa o resultado da probabilidade espacial do desmatamento dentro da RESEX a partir das variáveis: longitude e longitude x latitude, pode-se inferir a relação com a primeira lei da geografia em que *"todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes"*. Logo, se o desmatamento encontra-se em uma determinada região a tendência de crescimento naquela região se confirma neste estudo. No entanto, quando se analisa esse padrão espacial em relação ao desmatamento da Amazônia como um todo, verifica-se que este padrão pertence à porção do Arco do desmatamento.

Numa análise probabilística, é muito importante que os arquivos de entrada, ou seja, as variáveis sejam adequadamente selecionadas e compiladas para garantir a eficiência do modelo aplicado.

Nesse sentido, alguns procedimentos poderão ser testados em novos estudos, como por exemplo, a utilização do mapa de distância euclidiana das áreas de uso agropecuário ao invés apenas do mapeamento dessas áreas. Além de variáveis econômicas, ou sócio econômico dos moradores das comunidades, uma vez que esta variável apresentou-se significativa em nosso estudo.

Quanto à relação espacial encontrada da longitude x latitude, mostrando o potencial para estudos espaciais ou econométricos espaciais, uma vez que existe uma população que causa certa influência no desmatamento.

Possivelmente, o desmatamento poderá estar comprometendo a riqueza de espécies e características abióticas e bióticas na área. Este assunto é de grande importância, devendo ser desenvolvidos futuros estudos nessa abordagem. Do ponto de vista da gestão na RESEX, os dados demonstrados e as informações geradas para a área de estudo, representam uma ferramenta útil para o planejamento e atuação dos órgãos competentes indicando as áreas prioritárias para o monitoramento e desenvolvimento de ações preventivas e de fiscalização.

Embora existam leis para coibir o desmatamento e o estado do Acre tem essa temática como fundamento de gestão, evidenciado no capítulo 2, especificamente para áreas de vegetação nativa, uma vez que o desmatamento e eventuais danos ocorridos à área

de estudo ficam sob a responsabilidade principalmente do órgão competente. Ressalta-se assim, a necessidade de maiores esforços de fiscalização juntamente com a educação ambiental para com os comunitários e no entorno dessa UC para a prevenção de desmatamentos em toda a RESEX Chico Mendes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARON, G. B; RAYMOND, E. G.; RICE, R. E. e FONSECA, G. A. Effectiveness of Parks in protecting Tropical Biodiversity. **Science**, v. 291, pp. 125-128, 2001.

ABUD, E. E., **Caracterização dos solos e estratificação ambiental como base para gestão territorial do município de Xapuri, Acre**. 2011, Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 142 p.

ACRE, Procuradoria Geral do Estado: **Coletânea de normas ambientais do Estado do Acre**. Rio Branco: PGEAC, 2 ed., 2009, 216 p.

ACRE, Governo do Estado do Acre. **Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Acre, Fase II**. Documento síntese – Escala de 1:250.000. Rio Branco: SEMA, 2006. 350 p.

ACRE, Governo do Estado do Acre. **Acre em Números 2006, Secretaria de Estado de Planejamento** - /Departamento de Estudos e Pesquisas, Ed. Rio Branco, SEPLAN, 2006. 164 p.

ACRE, Governo do Estado do Acre: **Plano estadual e controle do desmatamento no Acre- PPCD/AC**. Rio Branco: Sema, 2010, 108 p.

ACRE, Governo do Estado do Acre. **Acre em Números 2011**, Secretaria de Estado de Planejamento - /Departamento de Estudos e Pesquisas, Ed. Rio Branco, SEPLAN, 2011. 103 p.

ADAMI, M. **Estimativa de áreas agrícolas por meio de técnica de sensoriamento remoto, geoprocessamento e amostragem**. 184p. (INPE–10235-TDI/900). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), INPE, São José dos Campos. 2003.

AHRENS, S. **O “novo” código florestal brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais**. VIII. São Paulo, SBS, 2003.

ALVES, D. An analysis of the geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazon the 1991 – 1996, **Wood e R Porro**. Gainesville, 1999.

ALVES, M.S., CARNEIRO, C. L., SILVA D.A., FERNANDES, M. M., SILVA, J. I. Análise do desmatamento nas Unidades de Conservação da categoria de Proteção Integral da Amazônia Legal. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Florianópolis, 2007, 6581-658 p.

AMARAL, S., CÂMARA, G. MONTEIRO, A. M.V. **Configurações Espaciais do Processo de Desflorestamento da Amazônia. Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas Ação "Métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental"**. INPE. Relatório Técnico. 2005, 24 p.

AMARAL, E. F., **Estratificação de ambientes para gestão ambiental e transferência de conhecimento, no Estado do Acre Amazônia Ocidental**. Amazônia Ocidental. Tese

(Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Viçosa - MG, 2008, 185p.

ANGELSEN, A.; KAIMOWITZ, D. Rethinking the causes of deforestation: lessons from economic models. **The World Bank Research Observer**, v. 14, n. 1, p. 73-98, 1999.

ANTUNES, A. F. B.; LINGNAU, C. Uso dos Índices de Acurácia para Avaliação de Mapas temáticos obtidos por meios de classificação digital. In: III CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIO DE GEOPROCESSAMENTO, **Anais...** Curitiba: Sagres, 1997.

ARAÚJO, E. A; **Qualidade do solo em ecossistema de mata nativa e pastagens na região leste do Acre, Amazônia ocidental.** Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), UFV, Viçosa ,MG, 2008, 253 p.

ASNER, G. P., Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3855–3862, 2001.

BALIEIRO, A. A. da S. **Detecção de Conglomerados dos Alertas de Desmatamentos no Estado do Amazonas Usando Estatística de Varredura Espaço-temporal.** UFV, Viçosa, MG, 2008.

BARBOSA, R. I., FEARNSIDE, P. M., Incêndios na Amazônia brasileira: estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima (1997/98). **ACTA AMAZONICA** v.4, n. 29, p. 513-534, 1999.

BATISTA, J. L. F., **Verossimilhança e Máxima Verossimilhança.** 2009. Disponível em Centro de Métodos Quantitativos <<http://cmq.esalq.usp.br>>, Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Campus Piracicaba. Acesso em junho de 2012.

BARRETO, P. **Por que o desmatamento sobe e desce?** Belém: IMAZON, Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/arquivos/251449.pdf>> Acesso em: 01 de setembro 2011.

BARDALES, N. G. Gênese, morfologia e classificação de solos **ACTA AMAZÔNICA** v. 4, n. 29, p. 513-534, 1999.

BECKER, B. K.. Geopolítica da Amazônia. **Estudos. Avançados** [online]. v.19, n.53, p. 71-86, 2005.

BETTS, R.A., COX, P.M., HARRIS, C., HUNTINGFORD, C., JONES, C.D. The role of ecosystem-atmosphere interactions in simulated Amazon forest dieback under global climate warming. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, p. 157-175, 2004.

BRANDÃO JÚNIOR, A. O. SOUZA JÚNIOR, C. M., RIBEIRO, J.G. F., SALES, M. H. R., Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Florianópolis, 2007, 2357-2364p.

BRASIL/SENADO FEDERAL. Constituição da República Federativa do Brasil. Edição administrava do texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as

alterações adotadas pelas EC n 1/92 a 64/2010 e pelas EC de revisão 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, subsecretaria de edições técnicas, 2010.

CARLOTTO, M. J., Reducing the effects of spacevarying wavelength-dependent scattering in multispectral imagery. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, n. 17, p. 3333-3344, 1999.

CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. São José dos Campos: UNICAMP, 1995. Tese (Doutorado), Universidade de Campinas, São Paulo, 1995.

CÂMARA, G., VALERIANO, D.M., SOARES, J. V., **Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal**. INPE, São José dos Campos, SP, 2006. 24 p.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**. New York: The Guilford Press, 1987, 551 p.

CASTRO, F. S. P., DEBIASI P., CENTENO, J. A. S., Extração de estradas em imagens de intensidade laser utilizando morfologia matemática. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Natal, Brasil, 2009, 5001-5007 p.

CEGDRA, COMISSÃO ESTADUAL DE GESTÃO DE RISCOS AMBIENTAIS: **Plano integrado de prevenção, controle e combate às queimadas e incêndios florestais do estado do Acre**. Relatório. Rio Branco: EGDRA 2011, 79p.

COSTA, S. de S. M. da, **Caracterização ambiental da Reserva Extrativista Chico Mendes (Acre-Brasil): subsídios ao plano de manejo**. Tese (Doutorado), São Carlos: UFSCar, 2000. 151p.

COSTA, A.S; SOUZA JR., C. M; Comparação entre imagens Landsat e MODIS para Detecção de Incrementos de Desmatamento: um estudo de caso na região do Baixo Acre. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Goiânia, Brasil, 2005, 1469-1476 p.

COSTA, G. C., SILVA, D. C., Classificação de mapeamento aerofotogramétrico com imagens de câmeras digitais não-métricas para fins de projetos de estradas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.03, n. 61, p. 10, 2009.

COUTINHO, L., O crime da motosserra: o desmatamento cresce como nunca no Acre enquanto o PT faz o governo da floresta. **Veja, Ambiente**. p.115.24 de setembro de 2003.

CROSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto** Campinas: IG/UNICAMP, p. 170,1992.

DRUCK, S., CARVALHO, M. S., CÂMARA, G., MONTEIRO, A. V. M. **Análise espacial de dados geográficos**, Planaltina, EMBRAPA Cerrados, 2004.

ENVI. Environment for Visualizing Images. **Guia do Envi 4.6 em português**. Disponível em: <www.envi.com.br>. Acesso em agosto de 2011.

FEARNSIDE, P. M. Frenesi de desmatamento no Brasil: A floresta Amazônica irá sobreviver? Homem e natureza na Amazônia, **Tubinger Geographische Studien**, v.3, n. 95, p. 45-57, 1987.

FEARNSIDE, P. M., Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology**. v.19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FEARNSIDE, P.M. The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia. **Ecology and Society**, v.13, n.1, 2008.

FEARNSIDE, P. M., Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, n. 28, p. 23-38, 2001.

FERREIRA, L. V; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S: O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos avançados**, v.19, n.53, p. 157-166 2005.

FONTENELE, H.B. **Estudo para adaptação de um método de classificação de estradas não pavimentadas às condições do município de São Carlos – SP**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FRANÇA, C. A. S. S. de M; **Estimativas do desmatamento na zona de influência da BR-317 na Amazônia Sul-Ocidental**. 2009, Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais), UFAC, Rio Branco, AC, 2009, 75 p.

GRAÇA, P. M. L. A. **Monitoramento e caracterização de áreas submetidas à exploração florestal na Amazônia por técnicas de detecção de mudanças**. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). INPE, São José dos Campos-SP, 2004, 277 p.

IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Reserva Extrativista Chico Mendes - AC**, Histórico. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/RESEX/cmendes/hist.htm>>. Acesso em abril de 2012.

IBAMA, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Reserva Extrativista Chico Mendes, Decreto de criação**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/resex/cmendes/opdecret.htm>> Acesso em março de 2013.

IBAMAa, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis **Plano de uso da RESEX Chico Mendes**. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/resex/cmendes/plano.htm>> Acesso e março 2013

ICMBio, Unidades de Conservação na Amazônia. Disponível em: <http://www.conservacao.org/publicacoes/files/06_rylands_brandon.pdf> Acesso em abril de 2012.

ICMBio, Instrução Normativa N.4. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/quem-somos/legislacao/instrucoes-normativas.html>> Acesso em abril de 2012.

ICMBIo, Instrução Normativa N.5. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/quem-somos/legislacao/instrucoes-normativas.html>> Acesso em abril de 2012.

IPAM/Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia: **REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD)**. Brasília - DF, p. 152, 2011.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **catálogo de imagens**. Disponível em: <www.inpe.com.br> Acesso em 03 de março de 2012.

IPPOLITI-RAMILO, G. A. **Imagens TM/LandSat-5 da época de pré-plantio para a previsão da área de culturas de verão. 1999**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), INPE, São José dos Campos, SP, 1999, 183p.

KAIMOWITZ, D., MERTENS, B., WUNDER, S., PACHECO, P., **A conexão hambúrguer alimenta a destruição da Amazônia. Desmatamento e pecuária na Amazônia**. Indonésia: CIFOR, p. 11, 2004.

KAMPEL, S. A., CÂMARA, G. Análise exploratória das relações espaciais do desflorestamento na Amazônia legal brasileira. 2000. Disponível em http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/silvana_gisbrasil2000.pdf Acesso em dezembro de 2012.

KAVZOGLU, T.; MATHER, P. M. The use of backpropagating artificial neural network inland cover classification. **International Journal of Remote Sensing**, London, v. 24, n. 23, p. 4907-4938, 2003.

KUPLICH, R. M; PEREZ; L. P; VALERIANO, D. M; SOUSA, R. C. A.; XAVIER, C. S; MOTTA, M; GUISSARD, D. M. P; Mosaico do desmatamento no Estado do Acre em 1985. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, **Anais...** Goiânia, 2005, 1577-1583 p.

KRUG, T. **O quadro do Desflorestamento na Amazônia**. In MMA/SCA, Ministério do Meio Ambiente/ Secretaria de Coordenação da Amazônia. Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. Brasília: MMA, 2001

LATUF, M. O; CARMO, L. F. Z. Metodologia de monitoramento do desflorestamento para o estado do Acre **Anais...** In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, Aracaju. 2010.

LOURENÇO, J. C. **Agronegócio Brasileiro: projeções de crescimento e entraves de infra estrutura logística**, Observatório de Economia Latino-americana, n. 119, 2009.

LOTTE, R. G. ALMEIDA, C. M. SANT'ANNA, S.J. S. FREITAS, C. C. SILVA, J. D. S. Identificação de estradas em imagens SAR aerotransportadas: Uma abordagem baseada em Mapas Auto Organizáveis. In: XI WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA. **Anais...** São José dos Campos, 28p

- LILLESAND, T. M. KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. 5. ed. New York: John Miley & Sons, p. 763, 2004.
- MACHADO, C. C. MALINOVSKI, J. R. **Rede Viária Florestal**. FUPEF Universidade do Paraná, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, Curitiba, p. 157, 1986.
- MALDONADO, M. J. de L. R; BROWN, I. F; VALERIANO, D; DUARTE, V; Modificações no método do PRODES para estimar a mudança da cobertura florestal na Bacia Trinacional do Rio Acre na região de fronteira entre Bolívia, Brasil e Peru na Amazônia Sul-ocidental. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007. **Anais...** Florianópolis, 2007.
- MATRICARDI, E. A. T; SKOLE, D. L; COCHRANE, M. A; J. Q., CHOMENTOWSKI, W. Monitoring Selective Logging in Tropical Evergreen Forests Using Landsat: Multitemporal Regional Analyses in Mato Grosso, Brazil, **Earth Interactions**, v. 9, n. 24, p. 24, 2005.
- MP, 2.166-67, DE 24 DE AGOSTO DE 2001, Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/2166-67.htm>. Acesso em abril de 2012.
- MP, 1.511, DE 25 DE JULHO DE 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas/1511.htm>. Acesso em abril de 2012.
- MERCADANTE, M: A medida provisória nº 1.736 e a legislação florestal, **A edificante história de um tiro que saiu pela culatra**. Disponível em: <<http://mau.mercadante.sites.uol.com.br/artigo/MP1736.html>> Acesso em: abril de 2012
- MICOL, L., ANDRADE, J., BORNER, J. **Redução das emissões do desmatamento e da degradação REDD: potencial de aplicação em Mato Grosso**. Alta Floresta (MT): ICV, 2008.
- MONTIEL, F. **Programa áreas protegidas da Amazônia arpa. Resumo Executivo, 2010**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sca/ppg7/doc/arpareex.pdf>> Acesso em: julho de 2010.
- MONTGOMERY, G.; SCHUCH, C. **Gis Data Conversion Handbook**. Fort Collins: Gis Word Books, 1993.
- NEPSTAD, D., CAPOBIANCO, J. P., BARROS, A.C., CARVALHO, G., MOUTINHO, P., LOPES, U., LEFEBVRE, P., **Avanço Brasil: Os Custos Ambientais para a Amazônia**, Gráfica e Editora Alves, 1. Ed., Belém, p. 24, 2000.
- NEPSTAD, D., SOARES-FILHO, B.S., MERRY, F., LIMA, A., MOUTINHO, P. CARTER, J., BOWMAN, M., CATTANEO, A., RODRIGUES, H. SCHWARTZMAN, S., MCGRATH, D. G., STICKLER, C. M., LUBOWSKI, R., PIRIS-CABEZAS, P., RIVERO, S., ORIANA, A. A., STELLA, A.O. The End of Deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 236, p. 1350-1351, 2009.
- RIBEIRO, R. M. P. **Avaliação de métodos de classificação de imagens IKONOS II para mapeamento da cobertura terrestre**. 2003.. Tese (Doutorado em Ciências

Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003, 253 p.

NEPSTAD, D.C., STIKLER, C. M., ALMEIDA, O. T., Globalization of the Amazon soy and beef industries: opportunities for conservation. **Conservation Biology**. 2006

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 3. ed. São Paulo, Blucher, p. 363, 2008.

OLIVEIRA, S. J. de M; ABREU, U. G. P. de; VALENTIM, J. F; BARIONI, L. G; SALMAN, A. K. D. Pecuária e desmatamento: mudanças no uso do solo no noroeste brasileiro. Porto Alegre: In: SOBER 47 - CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL **Anais...** Porto Alegre, 2009

PAUL E. BLACK, **Euclidean distance**, in Dictionary of Algorithms and Data Structures U.S. National Institute of Standards and Technology. Disponível em: <http://www.nist.gov/dads/HTML/euclidndstnc.html>> Acesso em maio 2012.

PRATES, R. C. **O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e consequências para o bem estar**. 2008. Tese (doutorado em Ciências, concentração em economia aplicada), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2008

PEDLOWSKI, M.A., MATRICARDI, E.A.T., SKOLE, D., CAMERON, S.R., CHOMENTOWSKI, W., FERNANDES, C., LISBOA, A. Conservation units: a new deforestation frontier in the Amazonian state of Rondônia. **Environmental Conservation**, v.32, n.2, p. 149-155, 2005.

PROACRE, **Avaliação ambiental projeto Proacre. Secretaria de Planejamento e Secretaria de Meio Ambiente**. Governo do Acre, Rio Branco, p. 111, 2008.

PONZONI, F. J. e REZENDE, A. C. P. Caracterização espectral de estágios sucessionais de vegetação secundária arbórea em Altamira (PA), através de dados orbitais. Viçosa: **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, p. 535-545, 2004.

REIS, E. J.; MARGULIS, S. Options for slowing Amazon jungle clearing. In: DORNBUSCH, R.; POTERBA, J. M. Economic policy responses to global warming. Cambridge: MIT Press, 1991.

ROSA, V. G. C., MOREIRA, M. A., ADAMI, M. Metodologia computacional para criar um painel de amostra de área utilizando imagens de sensoriamento remoto e SIG In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Goiânia, 2005, 261-268p.

ROCHA, L. G. M; DRUMMOND, J. A.; GANEM, R. S. Parques nacionais Brasileiros: problemas fundiários e alternativas para a sua resolução. **Revista Sociologia Política** v.18, n.36, p. 205-226, 2010.

SANTOS, R. P. **Os principais fatores do desmatamento na Amazônia – uma análise econométrica espacial.** 2010. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável, UnB, Brasília, 2010, 130p.

SANTOS, J. C. dos., BRAGA, M. J. H., OYAMA, A. K. Determinantes da adoção de sistemas de uso da terra em pólos de produção agropecuária no estado do Acre, Amazônia brasileira. In: 46th SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL (SOBER). **Anais...** Rio Branco, 2008.

SESSIONS, J. **Forest Road Operations in the Tropics.** Tropical Forest Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, p. 170, 2007.

SCARCELLO, J. A.; BIDONE, E. D., Agropecuária e desmatamento no Acre no período 1975-2000, uma análise histórica atual. In: VII ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECOLOGIA ECOLÓGICA, 2007, **Anais...** Fortaleza, 2007.

SCHNEIDER, R. ARIMA, E., VERÍSSIMO, A., BARRETO, P., SOUZA J, C., **Amazônia sustentável desafios e oportunidades para o desenvolvimento rural.** Banco Mundial, Brasília: Banco Mundial; Belém: Imazon, p. 71, 2000.

SHIMABUKURO, Y. E; DUARTE, V; ANDERSON, L. O; VALERIANO, D. M; ARAI, E; FREITAS, R. M; RUDORFF, B. F. T; MOREIRA, M. A. Near real time detection of deforestation in the Brazilian Amazon using MODIS imagery. **Revista Ambi-Água**, vol. 1, n. 01, p. 37-47 2006.

SILVA, P. F. da CERRI, M. C. C., VOLKOFF, B., ANDREUX, F. Efeito do desmatamento e do cultivo sobre características físicas e químicas do solo sob floresta natural na Amazônia Oriental. **Rev. Inst. Geol.** vol.8-11, n.1, p. 21-33, 1990.

SILVA. N. N. da **Amostragem probabilística: um curso introdutório.** Edusp, 1998.

SILVA, X. J. ZAIDAN, R. T. **Geoprocessamento e Análise Ambiental: Aplicações.** Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, R. G., RIBEIRO, C. G. Análise da Degradação Ambiental na Amazônia Ocidental: um Estudo de Caso dos Municípios do Acre. **Revista Economia Sociologia Rural.** v. 42, n 1, p. 91-110, 2004.

SILVA, A. N. **Análise das relações entre o desflorestamento e o potencial agropecuário das terras na Amazônia.** São José dos Campos: INPE, p. 179, 2006.

SILVA, J. I. A. O., As unidades de conservação, conforme a lei nº 9.985/2000: suas características e regime jurídico ambientais **Revista direito e liberdade**, v. 8, n. 1, p. 38-147, 2009.

SILVA, S. T. da. **Estratificação da fitofisionomia cerrado para inventário florestal utilizando geotecnologia.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), UFLA. Lavras, 2009, p. 68.

SILVA, C. R.; CENTENO, J. A. S.; Determinação de larguras de estradas vicinais em imagens de alta resolução. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, **Anais...** Natal, 2009, 7143-7149 p.

SOUZA, E. M. de. **Teoria da regressão isotônica e delineamentos sequenciais aplicados a ensaios de dose-resposta** . Tese (Doutorado em Estatística) UFLA, Lavras 2011, 231 p.

SOARES-FILHO, B. S., NEPSTAD, D. C., CURRAN, L. CERQUEIRA, G. C., GARCIA, R. A., RAMOS, E. V., MCDONALD, A., LEFEBVRE, P. S., MCGRATH, D. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos avançados**. v.19, n.54, p. 137-152, 2005.

SOARES-FILHO, B. S., NEPSTAD, D., CURRAN, Modelind Amazon conservation. **Nature**, 2006.

TATAGIBA, M. M. A. **Estudo da Dinâmica Espacial e Temporal dos Incêndios Florestais no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), UnB, Brasília, 2010. 76p.

TORRES, D. R; **Análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites landsat e alos. 2011**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), UFSM, Santa Maria, RS, 2011, 97p.

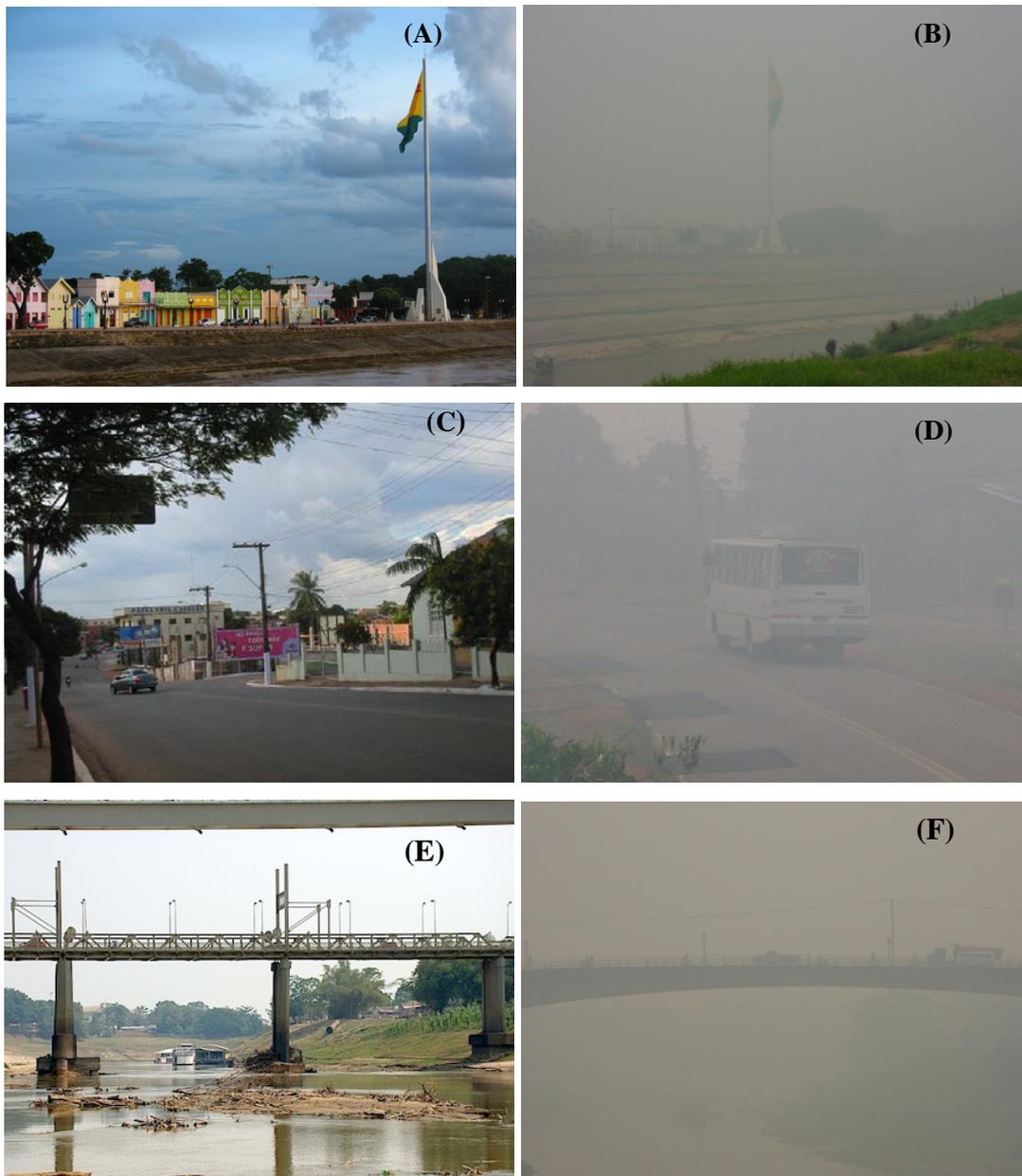
VIEIRA, I.C.G. TOLEDO, P.M., Silva, J.M.C., HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Brazilian Journal of Biology**, v.68, n.4, p. 949-956, 2008.

YOUNG, C. E. F. **Public policies and deforestation in the Brazilian Amazon**. In: IPEA. Planejamento e Políticas Públicas n. 18. Brasília: IPEA, 1988.

WWF, World Wide Fund for Nature (Fundo Mundial para a Natureza) **Plano de Utilização da Reserva Extrativista Chico Mendes**. Disponível em <http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/instrumentoPlanejamento/Plano_de_Utilizacao_final_270109_REV_ICMBIo_e_WWF-Brasil.pdf> Acesso em março de 2013.

APÊNDICES

Apêndice A - Cidade de Rio Branco setembro de 2005.



Apêndice A. Fotografias da cidade de Rio Branco – Acre, após período de estiagem que culminou com a nuvem de fumaça devido aos desmatamentos naquela região: (A) praça da gameleira dias normais (B) praça da gameleira sobre a nuvem de fumaça, (C) Rua Benjamim Constan mês de maio de 2005, (D) Rua Benjamim Constan período setembro de 2005, (E) Ponte sob o rio Acre período da estiagem, (F) Ponte sob o Rio Acre período de setembro de 2005.

Fonte: Arquivo pessoal Altino Machado.

Apêndice B - Data das cenas utilizadas para identificação das estradas.

Número	Cena (órbita/ponto)	Ano	Data de imageamento (mês/dia)
1	02/067	1990	18/09
2	02/067	1991	23/10
3	02/067	1992	21/07
4	02/067	1993	22/06
5	02/067	1994	11/07
6	02/067	1995	30/07
7	02/067	1996	16/07
8	02/067	1997	19/07
9	02/067	1998	07/06
10	02/067	1999	09/07
11	02/067	2000	29/09
12	02/067	2001	28/06
13	02/067	2002	30/07
14	02/067	2003	04/07
15	02/067	2004	04/06
16	02/067	2005	10/08
17	02/067	2006	26/06
18	02/067	2007	31/07
19	02/067	2008	18/08
20	02/067	2009	05/08
21	02/067	2010	23/07
22	02/068	1990	01/08
23	02/068	1991	23/10
24	02/068	1992	21/07
25	02/068	1993	22/06
26	02/068	1994	27/07
27	02/068	1995	27/05
28	02/068	1996	16/07
29	02/068	1997	05/09
30	02/068	1998	07/06
31	02/068	1999	10/08
32	02/068	2000	27/07
33	02/068	2001	30/06
34	02/068	2002	25/07
35	02/068	2003	20/07

36	02/068	2004	22/07
37	02/068	2005	11/09
38	02/068	2006	26/06
39	02/068	2007	31/07
40	02/068	2008	18/08
41	02/068	2009	06/09
42	02/068	2010	25/09
43	03/067	1990	08/08
44	03/067	1991	10/07
45	03/067	1992	28/07
46	03/067	1993	29/06
47	03/067	1994	18/07
48	03/067	1995	05/07
49	03/067	1996	23/07
50	03/067	1997	10/07
51	03/067	1998	29/07
52	03/067	1999	02/09
53	03/067	2000	08/06
54	03/067	2001	08/06
55	03/067	2002	10/07
56	03/067	2003	27/07
57	03/067	2004	04/10
58	03/067	2005	16/05
59	03/067	2006	07/19
60	03/067	2007	07/06
61	03/067	2008	06/06
62	03/067	2009	13/09
63	03/067	2010	16/09
64	03/068	1990	24/08
65	03/068	1991	04/10
66	03/068	1992	28/07
67	03/068	1993	13/06
68	03/068	1994	27/07
69	03/068	1995	07/05
70	03/068	1996	06/07
71	03/068	1997	24/07
72	03/068	1998	13/07
73	03/068	1999	01/08
74	03/068	2000	04/09

75	03/068	2001	09/07
76	03/068	2002	25/07
77	03/068	2003	27/07
78	03/068	2004	17/10
79	03/068	2005	18/09
80	03/068	2006	19/07
81	03/068	2007	23/08
82	03/068	2008	05/05
83	03/068	2009	13/09
84	03/068	2010	16/09