

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia PPG/CASA
Mestrado Acadêmico

DINÂMICA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA BR-174
(1978 - 2008)

EDUARDO PASCHOAL RODRIGUES

Manaus
2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e
Sustentabilidade na Amazônia PPG/CASA
Mestrado Acadêmico

Dinâmica da paisagem no entorno da BR-174 (1978 - 2008)

Mestrando: Eduardo Paschoal Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Eduardo da Silva Pinheiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia – PPG/CASA como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

EDUARDO PASCHOAL RODRIGUES

DINÂMICA DA PAISAGEM NO ENTORNO DA BR-174 (1978 - 2008)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia – PPG/CASA como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia.

Aprovado em 07 de julho de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Henrique dos Santos Pereira

Prof^a Dr^a Solange dos Santos Costa

Prof. Dr. Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a Deus, por sempre ter me acompanhado neste caminho; a minha esposa, Sandra, pela compreensão durante os intermináveis momentos de minha ausência; e a meus pais Carlos e Ângela, pela dedicação e apoio na minha formação pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Pela realização deste trabalho agradeço, primeiramente, ao Professor Dr. Eduardo Pinheiro, orientador e singular motivador.

Aos professores e coordenadores do curso de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

Ao Núcleo de Estudos e Pesquisas das Cidades na Amazônia Brasileira (NEPECAB) que por meio do projeto (CNPq/Processo 5755-17/2008-5) “*As transformações da rede urbana na Amazônia Ocidental: análise da influência do Pólo Industrial de Manaus na fronteira norte Amazonas-Roraima*” financiou o trabalho de campo desta pesquisa.

Aos meus colegas da turma de 2009.

Em fim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Pesquisas indicam que o processo do desflorestamento na Amazônia está associado à abertura de estradas, uma vez que favorece o fluxo migratório e, por conseguinte a ocupação de terras e a exploração de madeiras. A rodovia BR-174 foi construída na década de 1970 para interligar o estado de Roraima e ao restante do Brasil, e sua pavimentação total ocorreu em 1997. O principal discurso político, à época, para a pavimentação desta estrada foi criar expectativa de interligação internacional que permitiria o escoamento de produtos produzidos na Zona Franca de Manaus para os mercados dos países vizinhos, e permitir a ligação de Manaus/AM e Boa Vista/RR. O objetivo deste trabalho foi analisar a dinâmica das alterações na paisagem no entorno (20 km) da rodovia BR-174 para um período de 30 anos (1978-2008). Além disso, quantificar a área de desflorestamento ao longo da rodovia e analisar as possíveis atividades desencadeadoras deste processo. Para tanto, foram utilizadas imagens orbitais da série LANDSAT, dados do INPE/PRODES, trabalho de campo, dados cartográficos e dados econômicos do IBGE. Técnicas de processamento de imagens foram aplicadas para elaboração dos mapas de desflorestamento ao longo da rodovia. A estrutura da paisagem foi estudada e comparada para cada ano de estudo. Os resultados demonstraram uma elevada taxa de crescimento do desflorestamento, passando de 622,15 km² em 1978 para 2.618,58 km² em 2008, ou seja, 321% de aumento. Em praticamente todos os municípios cruzados pela rodovia (Roraima e Amazonas) há uma redução no desflorestamento a partir das faixas mais próximas da rodovia para as faixas mais distantes. As principais atividades econômicas desenvolvidas nos municípios por onde passa a BR-174, exceto Manaus, estão associadas a agricultura e a pecuária, atividades desenvolvidas em áreas anteriormente ocupadas por floresta. Em Manaus, o processo de desflorestamento ocorre principalmente na área urbana, associado ao crescimento urbano e a migração da população atraída pelas oportunidades das indústrias da Zona Franca de Manaus. Ainda que a construção e a pavimentação da BR-174 estejam associadas a processos de desflorestamento, a rodovia possui grande importância para a região, pois foi responsável pela ligação terrestre entre duas capitais (Manaus/AM e Boa Vista/RR), e possibilitou formar novas comunidades onde são desenvolvidas atividades econômicas e sociais. A criação de projetos de desenvolvimento sustentável é o grande desafio dos governos locais, para agregar valor aos empreendimentos existentes e desenvolver novos modelos de uso e ocupação na região.

Palavras-chaves: Amazônia, Desflorestamento, Geoprocessamento, Rodovia.

ABSTRACT

Researches indicates that deforestation in the Amazon is associated with roads constructions, because it favors the migration and therefore the land occupation and wood exploitation. The BR-174 road was built in the 1970s to connect the state of Roraima with the rest of Brazil, and it was totally paved in 1997. The political speaking was that the construction of the road would create an international connection which will make easy the trade of the products made in the Manaus Free Zone to the neighbor countries, and of course establish the connection between Manaus/AM and Boa Vista/RR. This study intends to analyze the dynamic changes on the land uses at the BR-174 road surroundings (about 20 km) for a period of 30 years (1978-2008). In addition, it intends to quantify the area of deforestation along the road, and analyze the activities which start the deforestation process. To reach this aim, we used Landsat satellite images, INPE / PRODES data, fieldwork, cartographic and economic data from IBGE. Image processing techniques were applied to produce the deforestation maps along the road. The land use structure was studied and compared for each year of the study. The results showed a high growth of deforestation rate, from 622.15 km² in 1978 to 2618.58 km² in 2008, totalizing a 321% increase. Practically in all cities crossed by the road (Roraima and Amazonas) there is a reduction in deforestation from the tracks closest to the highway to the tracks further apart. Agriculture and cattle rising are the most common economic activities in the cities crossed by the BR-174 road, except Manaus, and nowadays it occurs on areas which were previously coverer by forest. In Manaus the deforestation process occurs mainly associated with urban growth , wich is a result of people migration attracted by the job opportunities in the Manaus Free Zone industries. Although the construction of BR-174 is related to deforestation processes, the road has a great importance in the region because it turns into possible the connection between the two capitals (Manaus/AM and Boa Vista/RR), and it allowed the creation of new communities with their social and economic activities. Sustainable development projects will be the challenge for local governments, in order to add value to existing projects and develop new models for the land use in the region.

Keywords: Amazon, Deforestation, GIS, BR-174 road.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal no período de 1988 a 2008.....	5
Figura 2. Crescimento anual do PIB nacional (%) e da taxa de desmatamento no período de 1988 a 2001.	8
Figura 3. Proporção de desmatamento em função da distância da estrada na Amazônia Legal.	11
Figura 4. Relação entre as dimensões das áreas sob exploração madeireira e a distâncias da malha viária.	12
Figura 5. Estradas mapeadas até 2003 na Amazônia Legal.	13
Figura 6. Proporção de área desmatada em função da distância das estradas, dentro (tracejado) e fora (contínua) de áreas protegidas, em Rondônia, no Pará e no Mato Grosso.....	15
Figura 7. O espectro eletromagnético.	21
Figura 8. Mapa da estrada BR-174 entre Manaus/AM e Boa Vista/RR.	27
Figura 9. Vegetação da área de estudo.....	30
Figura 10. Cenas que cobrem a área de estudo entre Manaus/AM a Boa Vista/RR. a) MSS/LANDSAT 2 e 3; b) Imagens TM/LANDSAT-5.....	39
Figura 11. Mapa de pontos coletados durante o trabalho de campo e descrição da área observada.....	45
Figura 12. Mapa com aplicação das faixas de distâncias a cada 1 km no entorno da rodovia BR-174, utilizadas para a análise do desflorestamento. Em destaque a sequência temporal de um trecho da rodovia, onde pode ser observado a evolução do desflorestamento.....	46
Figura 13. Desflorestamento ao entorno da BR-174. a) desflorestamento acumulado na área do estudo em km ² ; b) percentual de desflorestamento em relação a área do estudo.	47
Figura 14. Mapa da evolução do desflorestamento na área de estudo (1978 a 2008).	48
Figura 15. Tamanho dos polígonos de desflorestamento entre os anos de 1978 a 2008. a) com polígonos menores que 6,25 ha; b) sem os polígonos menores que 6,25 ha.....	50
Figura 16. Índice de circularidade dos fragmentos florestais remanescentes.....	52
Figura 17. Desflorestamento ao longo da BR-174 com aplicação das faixas de distâncias a cada 1 km no entorno da rodovia. a) município de Boa Vista/RR; b) Município de Mucajaí/RR; c) município de Iracema/RR; d) município de Caracará/RR; e) município de Rorainópolis/RR; f) município de Presidente Figueiredo/AM; g) município de Rio Preto da Eva/AM; h) município de Manaus/AM.	54
Figura 18. Desflorestamento no entorno da rodovia BR-174 (<i>buffer</i> de 20 km). a) desmatamento apontado em quilômetros quadrados; b) desmatamento apontado em percentual da área desmatada com relação à área estudada.	56
Figura 19. Mapa da área estudada com a indicação de desflorestamento em áreas de assentamentos promovidos pelo INCRA.	57
Figura 20. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo no município de Rorainópolis. a) Final da terra indígena, posto policial onde há fiscalização de cargas; b) Área de Savana; c) Linha do Equador, fazenda de gado depois da linha do Equador; d) Fazenda de gado; e)	

Fazenda abandonada; f) Vilarejo e fazenda de gado; g) Fazenda de gado; h) Serraria pequena; i) Serraria grande e reflorestamento; j) Vilarejo; k) Serraria. Foto do município de Caracaraí. l) Fazenda de gado, vegetação em regeneração.....	59
Figura 21. Desflorestamento acumulado até 2008 e pontos observados em campo no município de Rorainópolis.	62
Figura 22. Desflorestamento acumulado até 2008 e pontos observados em campo nos municípios de Caracaraí, Iracema, Mucajaí e Boa Vista.	64
Figura 23. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos municípios de Caracaraí, Iracema, Mucajaí e Boa Vista. a) desmatamento para pastagem de gado; b) fazenda de gado; c) fazenda de gado; d) cerrado e fazenda; e) fazenda de gado; f) grande fazenda com campo de pastagem e muitos bois; g) município de Iracema; h) fazenda de gado; i) município de Mucajaí; j) cerrado; k) cerrado; l) frigorífico / cerrado.	65
Figura 24. Mapa de desflorestamento em 2008 e pontos observados em campo nos municípios de Manaus e Rio Preto da Eva.....	68
Figura 25. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos municípios de Manaus e Rio Preto da Eva. a) Obra de duplicação da BR-174; b) Depósito de material de construção, ramal, e plantações; c) Erosão; d) Vegetação secundária; e) Plantação de milho e cana; f) Campo e criação de ovelhas.	69
Figura 26. Forno de produção de carvão vegetal no município de Rio Preto da Eva/AM.	71
Figura 27. Desflorestamento em 2008 e pontos observados em campo no município de Presidente Figueiredo.....	72
Figura 28. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos município de Presidente Figueiredo. a) Fazenda com criação de gado; b) Propriedade com plantação de mandioca e árvores queimadas; c) Grande propriedade; d) Grande propriedade; e) Propriedade abandonada; f) Propriedade com criação de gado; g) Propriedade com desmatamento ao fundo; h) Grande propriedade, mas pouco utilizada; i) Entrada da terra indígena, lago de Balbina.	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características do sensor <i>Thematic Mapper</i> (TM).....	23
Tabela 2. Tipos de solos encontrados na área estudada.....	29
Tabela 3. Caracterização da atividade pecuária dos municípios.	33
Tabela 4. Caracterização das propriedades dos municípios.....	34
Tabela 5. Aspecto populacional dos municípios.	35
Tabela 6. Crescimento populacional dos municípios.	35
Tabela 7. Breve história da rodovia BR-174.....	36
Tabela 8. Cenas MSS/LANDSAT 2 e 3 de 1978 a 1980.....	39
Tabela 9. Cenas TM/LANDSAT 5 de 1987 a 1988.	40
Tabela 10. Cenas TM/LANDSAT 5 de 1997 a 2008.....	40
Tabela 11. Erro médio quadrático e pontos de controle das imagens de 1978.	41
Tabela 12. Erro médio quadrático e pontos de controle das imagens de 1988.	42
Tabela 13. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1978).....	49
Tabela 14. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1988).....	50
Tabela 15. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1997).....	51
Tabela 16. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (2008).....	51
Tabela 17. Assentamentos do INCRA nos municípios estudados.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental
BEC – Batalhão de Engenharia de Construção
DETER – Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real
DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
CENSIPAM - Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMQ – Erro Médio Quadrático
FLONA – Floresta Nacional
FUNAI – Fundação Nacional do Índio
FAWA – Frente de Atração Waimiri-Atroari
GPS – Global Positioning System – Sistema de Posicionamento Global
Gt - Gigatonelada
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MAXVER - Máxima verossimilhança
MC – Ministério das Cidades
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MSS – Multispectral Scanner System
PAD – Projeto de Assentamento Dirigido
PIB – Produto Interno Bruto
ProAE – Programa de Monitoramento de Áreas Espaciais
PRODES – Programa de Cálculo de Desflorestamento da Amazônia
REM – Radiação Eletromagnética
SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação de Dados
SIG – Sistema de Informação Geográfica
SIPAM – Sistema de Proteção da Amazônia
TM – Thematic Mapper
UC – Unidade de Conservação
UHB – Usina Hidrelétrica de Balbina

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTAS DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vi
CAPÍTULO I.....	1
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 A Amazônia e o desmatamento.....	4
2.2 As principais alterações na paisagem Amazônica.....	10
2.3 Análises da paisagem.....	16
2.4 Geoprocessamento e paisagem	20
2.5 O programa LANDSAT	23
2.6 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	25
CAPÍTULO III	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Área de estudo.....	27
3.1.1 Caracterização da área de estudo.....	28
3.1.1.1 Clima	28
3.1.1.2 Relevo.....	28
3.1.1.3 Solo.....	28
3.1.1.4 Vegetação.....	29
3.1.1.5 Estrutura fundiária e aspectos econômicos.....	31
3.1.1.6 Aspecto ocupacional e população	34
3.1.2 Breve histórico da BR-174.....	35
3.1.3 Breve histórico dos conflitos com os índios Waimiri-Atroari na abertura da rodovia	37
3.2 Dados cartográficos e de sensoriamento remoto.....	38
3.3 Procedimentos metodológicos	40
3.3.1 Levantamento de dados e processamento	40
3.3.2 Análise da estrutura da paisagem.....	43

3.3.3 Trabalho de campo.....	43
3.3.4 Análise da relação entre desmatamento e distância à estrada	46
CAPÍTULO IV	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 O desflorestamento ao longo da BR-174.....	47
4.2 Análise do desflorestamento por município ao longo da BR-174	53
4.3 O desflorestamento ao longo da estrada BR-174 em Roraima	58
4.3 O desflorestamento ao longo da BR-174 no Amazonas.....	67
CAPÍTULO V	74
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
6 REFERÊNCIAS.....	76

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

No início da década de 1960, o governo brasileiro iniciou um extenso programa de desenvolvimento no qual seu objetivo era integrar a região Amazônica dentro do resto da economia. Desde então, aproximadamente 60 mil quilômetros de rodovias foram construídas na região, milhares de pessoas receberam ajuda para se estabelecer ao longo dessas rodovias e outras milhares se estabeleceram sem ajuda governamental. Estima-se que bilhões de dólares em crédito (a taxas de juros negativas), benefícios fiscais e concessão de terras foram oferecidos a quem desejasse possuir um estabelecimento agrícola na região. Contudo, o resultado de tudo isso, foi o crescimento tanto da população como do desflorestamento (ANDERSEN e REIS, 1997).

Para Laurance *et al.* (2001) e Fearnside (2005), ainda que o desmatamento seja um processo de natureza complexa para ser atribuído apenas a um único fator, a construção, pavimentação de estradas e/ou a construção de vicinais (ramais) representa um dos principais vetores de desflorestamento na Amazônia. Comparando-se os rios e rodovias como meio de transporte, vetores de colonização e eixo de penetração, detecta-se que ambos têm um potencial significativo para irradiar desmatamento. Porém, as rodovias são os principais vetores já que possibilitam um maior fluxo e tornam mais rápido o transporte de material, cargas e pessoas. São matrizes para o surgimento de vicinais (ramais), povoamentos, assentamentos e exploração dos recursos naturais.

A estrada BR-174 foi construída na década de 70 do século XX e sua pavimentação total só foi realizada em 1997, com objetivo de ligar os municípios de Roraima e ao restante do Brasil. A construção e pavimentação desta estrada foram importantes para o país, uma vez que criaram perspectivas de interligação internacional. O principal discurso político, na época, para a pavimentação desta estrada seria permitir o escoamento de produtos produzidos na Zona Franca de Manaus, para mercados nos países vizinhos e demais países do hemisfério norte, além disso, possibilitou a ligação de duas capitais importantes da Amazônia Brasileira (Manaus/AM e Boa Vista/RR).

De acordo com Oliveira (2000), paralelo a construção da rodovia BR-174 o estado do Amazonas vem incentivando a implementação de projetos de assentamentos, que contribuem para a atração de um fluxo migratório, formado por pequenos agricultores que ocupam as margens da BR-174 e a estrada de Balbina. Em 1992, ao longo da BR-174 foram implantados

quatro projetos de assentamentos do Governo Federal: Uatumã, Rio Pardo, Canoas e Projeto de Desenvolvimento Sustentável da Morena (PDS), tendo assentado 1.125 famílias de modo geral (OLIVEIRA, 2000).

A ocupação das terras no estado de Roraima data dos tempos coloniais, com a implantação de práticas extrativistas e da pecuária extensiva, embora o desejo oficial fosse estimular a agricultura, no pressuposto de que aquelas terras possuíam boa fertilidade natural (HEMMING, 1990). Essa prática e vocação permaneceram até os dias atuais. No início do século XX, mesmo com a implantação dos primeiros núcleos de colonização e dos projetos de assentamentos, baseados na agricultura itinerante e tendo a extração da madeira como suporte a subsistência, permanece a pecuária como atividade primária em Roraima (MELO e UCHOA, 2008).

De acordo com Melo e Uchoa (2008), dentro deste cenário, o INCRA-RR tem promovido a implantação de projetos de assentamento para agricultores e trabalhadores rurais sem terra, incluídos no Plano Nacional de Reforma Agrária. Atualmente, o estado de Roraima conta com mais de 8.400 famílias beneficiadas, distribuídas em mais de 30 projetos espalhados pelo Estado. Este modelo de assentamento tem proporcionado o constante abandono dos lotes e repasse dos mesmos para terceiros, aumentando a concentração da terra nas mãos de um número menor de produtores de forma ilegal, fato observado pelos conflitos existente no sul do Estado, quando a justiça determinou a desocupação dos lotes por parte de colonos que ora ocupam. Tendo como resposta, a inviabilidade às tomadas de decisões para o avanço do setor agropecuário.

Nos últimos 10 anos, houve um grande fluxo populacional de agropecuaristas no sentido Norte-Sul do Estado, como conseqüências dos conflitos entre índios e colonos na área Raposa-Serra do Sol, e pela política oficial de assentamentos ao longo da BR-174 e BR-210, estendo-se desde Mucajaí, Novo Paraíso, São Luiz de Anauá até Caroebe (MELO e UCHOA, 2008). Para Melo e Uchoa (2008), além do asfaltamento da BR-174 e trecho da BR-210, o governo do estado Amazonas tem aberto inúmeras vicinais ao longo deste eixo, que servem de eixos secundários de penetração de pequenos agricultores que fazem uso de técnicas primitivas de manejo como queima e cultivos de subsistência com pousio, além de formação de pastagens de *Braquiaria humidicola*, sem uso de insumos.

Segundo Silva e Sá (2003), por um lado os fatores de transformação potencializados pela rodovia BR-174 podem atuar como propulsores de desenvolvimento econômico e, por outro, como vetores de pressão e degradação socioambiental, caso os processos não sejam adequadamente orientados e controlados. As perspectivas socioeconômicas são seguidas de

obras e ocupação da terra, por vezes com planejamento inadequado, ou mesmo sem planejamento que ocasionam impactos ambientais, como, desflorestamento, degradação dos solos, assoreamento de cursos d'água, entre outros. Diante desta dicotômica, crescimento socioeconômico a partir da construção de estrada e impactos ambientais, surge à necessidade de analisar as transformações que ocorreram na paisagem ao longo da estrada.

Uma vez que a construção e pavimentação de estradas contribuem para o desencadeamento do desflorestamento como descrevem trabalhos realizados por Souza Jr *et al.*, (2004; 2005), Brandão Jr *et al.* (2007); Viana e Fonseca (2009), e a proporção do desflorestamento decai exponencialmente em função da distância das estradas, conforme demonstram pesquisas realizadas por Soares-Filho (1998), Laurance *et al.* (2001), Fearnside (2005), Espírito-Santo *et al.* (2004), Ferreira *et al.* (2005), nesse trabalho almeja-se responder a duas questões, a saber:

- A região Amazônica possui uma variedade de arquiteturas espaciais e complexos fundiários (BATISTELA e MORAN, 2007). Durante vários anos as políticas de ocupação e as práticas econômicas, por vezes predatórias, não consideraram as particularidades ambientais e sociais da região. Neste contexto, desde a década de 70 até os dias atuais, quais foram as alterações na paisagem do entorno da rodovia BR-174 no trecho entre Manaus/AM e Boa Vista/RR?
- Quais são as principais atividades econômicas dos municípios localizados entre Manaus/AM e Boa Vista/RR e os possíveis desencadeamentos do desflorestamento?

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral analisar a dinâmica das alterações na paisagem no entorno da BR-174 em um período de 30 anos, entre os anos de 1978 a 2008, visando caracterizar e quantificar o desflorestamento ao longo da rodovia e analisar se há uma relação com as atividades socioeconômicas da região. Os objetivos específicos são:

- Quantificar o desflorestamento em uma faixa de 20 km no entorno da rodovia BR-174;
- Analisar a estrutura da paisagem (número e tamanho médio dos polígonos de desflorestamento, e a forma dos fragmentos florestais) ao longo da rodovia;
- Analisar as principais atividades econômicas e as possíveis causas das alterações na paisagem ao longo da rodovia.

CAPÍTULO II

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Amazônia e o desmatamento

A Amazônia Legal ocupa parte ou a área total de sete países da América do Sul (Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Venezuela, Suriname e Guiana Francesa) IBGE (2010a). No Brasil, o bioma Amazônia ocupa uma área de 4 milhões de km², é uma região com paisagens compostas por florestas, campinas e rios, ao mesmo tempo, pela degradação, devastação ambiental, pobreza econômica e adversidade social (GUTBERLET, 2002).

A divisão geopolítica, denominada Amazônia Legal Brasileira, compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Roraima, Rondônia, Tocantins, parte do Maranhão e cinco municípios de Goiás. Segundo o Censo populacional de 2000, a Amazônia Legal possui mais de 20 milhões de habitantes (IBGE, 2010a). A cobertura vegetal original era coberta por vários tipos de vegetação, tais como: Campinaranas, Florestas estacionais decíduais e semidecíduais, Florestas ombrófilas abertas, Florestas ombrófilas densas, Formações pioneiras, Refúgios montanos e Savanas amazônicas (IBAMA, 2006).

De acordo com Fearnside (1997), a floresta Amazônica é de extrema importância, uma vez que contribui para a conservação da biodiversidade, a manutenção do estoque de carbono, a regulação dos ciclos hidrológicos, entre outros. No entanto, os benefícios que esse bioma oferece, vem sendo reduzido em função do desflorestamento que vem ocorrendo nas últimas décadas. Segundo dados do INPE (2009), o desflorestamento na Amazônia Legal, entre os anos de 2000 e 2007, correspondeu a 154.939 km².

O modelo de desenvolvimento adotado na Amazônia está centrado na extração e exploração insustentável dos recursos naturais, priorizando o lucro para os seus protagonistas. Este modelo é atribuído na apropriação do espaço e na exploração das riquezas, mas muitas vezes sem considerar culturas locais existentes e dinâmicas naturais que alimentam os ecossistemas. Este estilo de desenvolvimento ocasiona para a região, transformações rápidas com sérias conseqüências socioambientais. A exploração predominante das riquezas naturais reflete-se em pobreza econômica, exclusão social e degradação ambiental, e isso acontece tanto no meio rural como na cidade, onde a dinâmica e a intensidade com a qual estão se dando os impactos pedem a urgente reversão dessa situação (HALL, 1991).

Para Krug (2001), existe uma variação anual significativa da taxa de desflorestamento bruto (Figura 1). Enquanto no período de 1994/95 observou-se a maior taxa de desflorestamento desde 1978 (29.000 km²), no período de 1996/97, apenas dois anos depois, observava-se a segunda menor taxa estimada desde 1978, cerca de 13.000 km². Segundo Celentano e Veríssimo (2007), ao longo da década de 90, as taxas anuais de desmatamento ficaram, aproximadamente, em torno dos 16 mil km² e, entre 2000 e 2006, as taxas de desmatamento chegaram a aproximadamente 20 mil km².

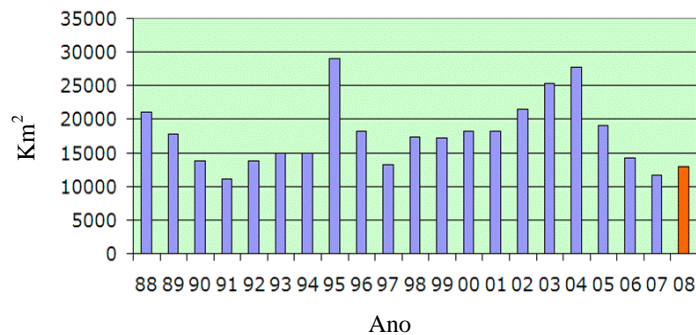


Figura 1. Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal no período de 1988 a 2008. Fonte: INPE (2009).

Os dados anuais de desmatamento produzidos pelo Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES) indicam uma tendência de queda nas taxas de desmatamento a partir de 2004-2005 (INPE, 2009). Essa queda pode ser explicada, segundo Vieira *et al.* (2005), pela criação e manejo de unidades de conservação na Amazônia que é atualmente a principal estratégia para evitar a grilagem de terras públicas, a ocupação irregular de áreas de vulnerabilidade ambiental e, principalmente, é um mecanismo de controle sobre o desmatamento.

Nos últimos anos, a proporção de áreas protegidas aumentou consideravelmente na Amazônia, passando de 8,5% em 1990 para 42,1% (2,1 milhões de quilômetros quadrados) em 2006 (CELENTANO e VERÍSSIMO, 2007). No entanto, a área total desmatada no período 2005-2009 ainda é significativa, cerca de 65 mil km². Segundo INPE (2009), cerca de 720 mil km² da floresta da Amazônia Legal estão degradados o que corresponde aproximadamente a 20% de sua área.

Segundo Krug (2001), existe muita especulação a respeito das causas que expliquem as variações nas taxas anuais de desflorestamento, as possíveis causas são fatores econômicos como a estabilização da moeda (Plano Real) e o valor das terras na Amazônia. No entanto,

ainda não se conseguiu construir um modelo que seja suficientemente preciso que explique as variações verificadas nas taxas de desflorestamento.

Ferraz (2001) atribui as principais causas da tendência crescente do desmatamento ao relacionamento com as políticas governamentais adotadas no passado. Grande parte do desflorestamento na Amazônia, dessa época, pôde ser explicada pela política de incentivo fiscal ofertado aos grandes empreendimentos rurais, como evidenciados pelo declínio da taxa de desflorestamento no término da década de 80 após a retirada desses incentivos (MORAN, 1993). Segundo Andersen e Reis (1997), essas políticas agressivas de desenvolvimento para a região Amazônica iniciaram-se nos anos 60 e 70, porém, com os incentivos econômicos distorcidos, com baixa produtividade e lucros artificialmente altos. Os autores comentam que os títulos de terra eram dados proporcionalmente a terra desmatada. Como a pecuária tem custos de investimentos iniciais baixos e além do mais atraía subsídios do governo e isenções de impostos, a pecuária tornou-se uma maneira barata de se adquirir terras. À medida que a terra se tornava mais escassa e o governo abandonava suas políticas equivocadas, assim, havia uma tendência à intensificação de seu uso.

Para se compreender a extensão das fazendas de gado da Amazônia, Fearnside (1996) cita que de um total de áreas em ocupação na Amazônia Legal por volta de 1990, os colonos, com propriedades de 100 ou menos hectares, respondiam por cerca de 30,5%, enquanto os grandes pecuaristas por 69,5%. Neste sentido, percebe-se que os colonos tendem a desmatar menos, pois cultivam a terra de modo mais intensivo e também carecem de recursos humanos e materiais para causar grandes danos à floresta (HECHT e COCKBURN, 1990). No entanto, no estado de Roraima, a implantação dos núcleos de colonização e dos projetos de assentamentos, permanece a pecuária como atividade primária, agricultura itinerante e, tendo a extração da madeira como suporte a subsistência (MELO e UCHOA, 2008).

Nas fronteiras da Amazônia são comuns as atividades como os desmatamentos ilegais, extração de madeira, mineração e comércio de animais. Estes processos iniciam o empobrecimento dessas áreas que serão posteriormente desmatadas (FEARNSIDE 1990; LAURANCE 1998 e 2000). Segundo dados do INPE (2004), o aumento das atividades econômicas em larga escala sobre os recursos da Amazônia Legal brasileira tem aumentado drasticamente a taxa de desmatamento que, no período de 2002 e 2003, foi de 23.750 km², a segunda maior taxa já registrada nessa região, superada somente pela marca histórica de 29.059 km² desmatados em 1995.

Do ponto de vista econômico, a expansão da fronteira pode ser explicada i) pela pressão causada na expansão da atividade agropecuária, ii) pela existência de agentes com

custos de oportunidade diferenciados, que geram uma ocupação aonde os direitos de propriedade evoluem gradualmente até a consolidação da posse e titulação da terra, e iii) pela visão a curto prazo dos primeiros agentes, que tem todo o incentivo de minerar o mais rapidamente possível a base de recursos naturais (SCHNEIDER, 1995).

Segundo Fearnside e Laurance (2003), o desmatamento na Amazônia também pode ser encarado como um reflexo da economia nacional. A integração da Amazônia a mercados regionais e internacionais e a dependência de investimentos externos na região têm submetido à trajetória do desmatamento, ao longo dos anos, à dinâmica econômica do país.

Alencar *et al.* (2004) comentaram que o indicador da ligação entre o desmatamento e a economia reflete na relação positiva entre a evolução anual do PIB nacional e as taxas de perda de cobertura florestal (Figura 2). Assim, quanto maior o capital disponível na economia nacional, maior será o número de investimentos na Amazônia que demandam desmatamento.

Essa relação pôde ser explicitada quando as políticas macroeconômicas antiinflacionárias, associadas às políticas de restrição de gastos públicos e de redução de subsídios agrícolas, que foram implementadas no período de 1987 a 1991. Nesse intervalo, houve uma redução significativa das taxas de desmatamento (LELE *et al.*, 2000). Com a recuperação da economia a partir do Plano Real, a taxa de desmatamento voltou a subir, mas acabou caindo novamente devido aos impactos sofridos pela economia brasileira durante o final da segunda metade da década de noventa (Figura 2).

Para os anos de 2001 e 2002, o aumento da taxa de desmatamento não pode ser explicado somente pelo aumento da taxa de crescimento do PIB. Uma nova ordem econômica na região, pela qual a taxa de desmatamento não está atrelada apenas ao estado da economia nacional, está em curso. Nesse caso, o aumento da taxa pode refletir o crescimento do mercado internacional para os “novos” produtos amazônicos, como a carne bovina e a soja (ALENCAR *et al.*, 2004).

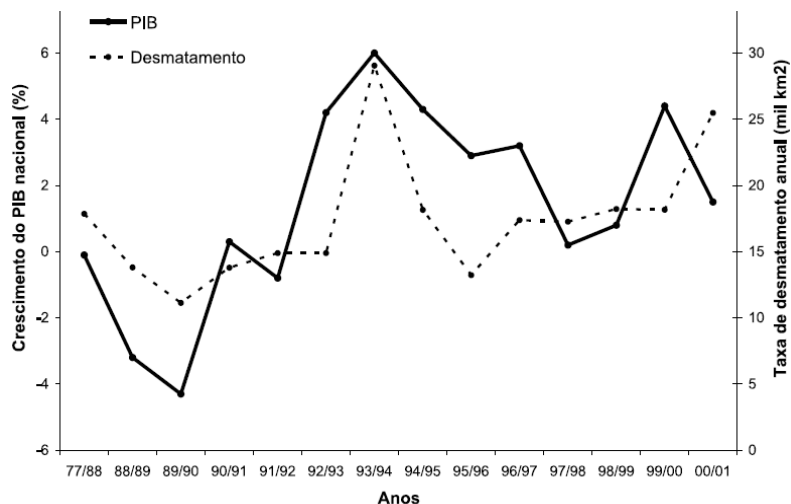


Figura 2. Crescimento anual do PIB nacional (%) e da taxa de desmatamento no período de 1988 a 2001.

Fonte: INPE (2003) - Taxa de desmatamento; IBGE, (2003) - Crescimento do PIB nacional, *apud* Alencar *et al.* (2004).

A alta taxa de desmatamento e degradação das florestas na Amazônia tem levado à perda de inúmeras espécies da fauna e flora, principalmente ligada a redução da área de uso das espécies e o isolamento dos *habitats* originais (LAURANCE, 1991). Para Fearnside (2000), a maioria das áreas desflorestadas é transformada em pastagens de gado, que se degradam num prazo em torno de uma década. Essa transformação, segundo Machado e Aguiar (2001), ocasiona a perda imediata dos *habitats* naturais, conduzindo, primariamente, a extinção local de populações e espécies da fauna e da flora, e tornando-se maior ameaça à biodiversidade. Um fato que agrava ainda mais esses danos ambientais é a evidência de que as taxas anuais de desflorestamento na região amazônica são apresentadas como as maiores do mundo (HALL, 2000; FEARNSIDE, 2000).

A transformação de florestas em pastagens pode afetar a precipitação regional. A rede radicular nas pastagens é mais superficial que na floresta. Assim, os ecossistemas de pastagem podem ter menos acesso à água do solo e uma menor evapotranspiração anual do que os ecossistemas de floresta (NEPSTAD *et al.*, 1991). Isso poderia levar à redução na precipitação regional (SALATI, 1987). Conseqüentemente, reduções na precipitação regional, podem levar à secas prolongadas, aumento de incêndios florestais e a modificações na vegetação. Além disso, à medida que a evapotranspiração é reduzida nas pastagens, pode aumentar a erosão hídrica.

Para Hall (2000), o desmatamento é a degradação ambiental mais visível da forma

predominante de desenvolvimento na Amazônia, embora sua mensuração seja metodologicamente complexa. O desmatamento provoca sérios impactos ambientais, tais como a perda da biodiversidade, emissão dos gases de efeito estufa e impacto na ciclagem da água, além dos impactos sociais em populações tradicionais.

Hüttl *et al.* (2001) *apud* Rodrigues (2004) classificam o desflorestamento como o tipo de mudança de uso da terra que, a longo prazo, provocaria os efeitos mais severos nas condições do clima. Segundo os autores, das 117 Gt C liberadas para a atmosfera entre 1850 e 1985 por este setor, cerca de 80% seriam atribuídas às perdas de florestas (principalmente de florestas tropicais) e cerca de 20% à perda de matéria orgânica. Carvalho *et al.* (1995) afirmaram que aproximadamente $\frac{1}{4}$ das florestas tropicais do mundo estão localizadas no Brasil e o carbono armazenado na Amazônia brasileira equivaleria a 14% do carbono armazenado em todos os sistemas terrestres (~ 80 Gt C). De acordo com Houghton *et al.* (1994), o fluxo anual de carbono por desflorestamento e abandono de terras cultivadas na Amazônia no período 1989-1998 foi uma fonte de 0,2 Gt C por ano.

Nos últimos anos, a continuidade do desflorestamento na Amazônia tem sido pelo Brasil a principal fonte de emissões de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera (REIS, 2008). Segundo dados do INPE (2008), as taxas anuais de desmatamento giraram em torno dos 17 mil km² ao longo da década de 90, correspondendo a emissões médias anuais de 200 milhões de toneladas de carbono. Em estudos de 1999 a 2008 as emissões de CO₂ na Amazônia contabilizaram, respectivamente, cerca de 700-800 milhões de toneladas ao ano. Porém, com a queda na taxa de desmatamento nos últimos anos, a média das emissões também diminuiu para 500 milhões de toneladas em 2007 e 2008 (INPE, 2009). Essa concentração de gás (CO₂) provoca a elevação da temperatura contribuindo para as mudanças climáticas e, por sua vez, produz impactos negativos sobre o meio ambiente, a produção, o consumo e o bem estar humano (REIS, 2008).

O desmatamento das florestas tropicais resulta na transformação de áreas contínuas em um grande número de fragmentos isolados e de diferentes tamanhos. Uma vez que os fragmentos são menores do que a área original da floresta, abriga um número menor de espécies e populações, o que reduz a resistência da biodiversidade em escala local e regional. Assim, nos fragmentos menores que 100 hectares e imersos em matrizes dominadas por atividades antrópicas, as extinções associadas à perda de habitat podem destruir a biodiversidade (GASCON *et al.*, 2000).

2.2 As principais alterações na paisagem Amazônica

A fragmentação contínua das florestas ocorre através da ação humana (agricultura, pecuária, mineração, estradas, etc.). Numa paisagem fragmentada os fragmentos remanescentes ficam isolados depois do desmatamento e sua vizinhança passa a ser não mais a própria floresta, contínua, mas áreas abertas, como plantações, estradas, entre outros (FORMAN, 1995).

A construção de usinas hidrelétricas representa outro empreendimento que aumenta o grau de fragmentação da paisagem na Amazônia brasileira. O principal impacto desse tipo de construção é o alagamento de extensas áreas de vegetação para formação de reservatórios, provocando perdas substanciais de áreas florestadas, resultando na formação de centenas ou milhares de ilhas, com diferentes graus de isolamento, tamanho e formas geométricas (LIMA, 2006).

Ferreira *et al.* (2005) ao analisarem o desmatamento na Amazônia observaram que a abertura de estradas, oficiais ou clandestinas, favorece o início do desmatamento, permitem a expansão humana e a ocupação irregular de terras à exploração predatória de madeiras nobres. Posteriormente, as áreas ocupadas por floresta explorada são transformadas em agricultura familiar e pastagem para criação extensiva de gado, especialmente em grandes propriedades. Segundo os autores, este processo é responsável por cerca de 80% das florestas desmatadas da Amazônia Legal. Atualmente, estas pastagens estão dando lugar às agriculturas mecanizadas como as de soja e algodão. Segundo Ferreira *et al.* (2005), a proporção do desmatamento na Amazônia Legal ocorre em função da distância às estradas, o processo apresenta normalmente padrões exponenciais, ou seja, grande proporção de desmatamento próximo às estradas (Figura 3).

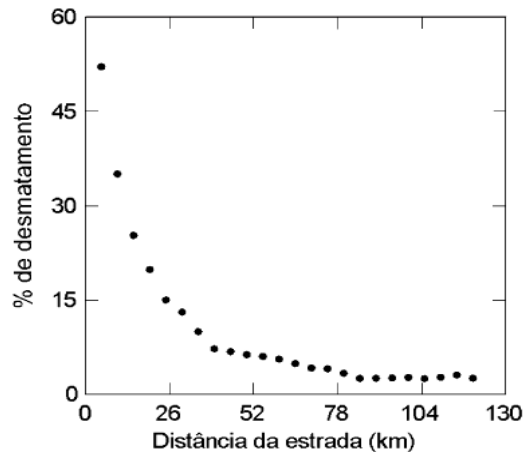


Figura 3. Proporção de desmatamento em função da distância da estrada na Amazônia Legal. Fonte: Ferreira *et al.* (2005).

Conforme Souza Jr *et al.* (2005), as estradas endógenas (não-oficiais) estão definindo uma nova dinâmica de ocupação na Amazônia. Os atores locais (principalmente, madeireiros) têm construído milhares de quilômetros dessas estradas em terras públicas, que avançam desordenadamente e geram graves impactos ambientais e socioeconômicos. Estas estradas estão sendo abertas em áreas florestais, em geral, sem planejamento e sem as autorizações exigidas por lei. Em alguns casos essas estradas são municipalizadas o que incrementa a infraestrutura local e traz benefícios socioeconômicos, porém, a sua abertura descontrolada na Amazônia catalisa a exploração madeireira predatória e a grilagem de terra, além de contribuir para as queimadas e desflorestamento posterior. Gutberlet (2002) atribui a estes fatos, que hoje, o modelo de desenvolvimento prioritariamente adotado na região Amazônica está baseado na extração e exploração insustentável dos recursos naturais, priorizando o lucro imediato para seus protagonistas.

Espírito-Santo *et al.* (2004) estudaram a exploração de madeiras florestais em áreas de corte seletivo de madeira no estado do Mato Grosso, observaram que a exploração de madeira está atingindo diretamente áreas de preservação permanente, seus estudos indicaram também uma alta relação entre corte seletivo de madeira e proximidade de rede viária que corta a região (Figura 4), indicando que a abertura de estradas nessa região, é sem dúvida, um importante fator de mudanças na paisagem.

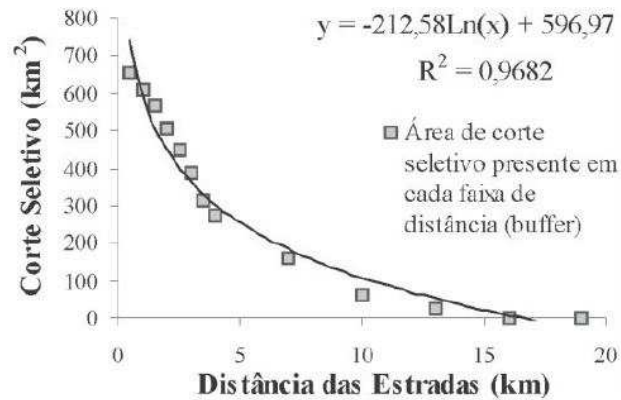


Figura 4. Relação entre as dimensões das áreas sob exploração madeireira e a distâncias da malha viária.

Fonte: Espírito-Santo *et al.* (2004).

Brandão Jr. *et al.* (2007) mapearam 241.749 km de estradas (oficiais, não-oficiais e de assentamento) até o ano de 2003 em uma área correspondente a 3,92 milhões de km² na Amazônia brasileira, correspondente a 78% da Amazônia Legal (Figura 5). Seus resultados demonstraram que 71% das estradas mapeadas são não-oficiais, concentradas principalmente nos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, 10% são estradas oficiais e 18% são estradas de assentamento. No estudo os autores também demonstraram que a distribuição do desmatamento em relação à distância das estradas concentrou-se, grande parte (92%), em até 5 km de todas as estradas. Nas estradas oficiais 27% do desmatamento concentraram nesta faixa. Considerando as estradas oficiais a proporção do desmatamento cresce rapidamente até 50 km e estabiliza a partir deste ponto até 200 km. Nos incrementos analisados entre 2004 e 2005 os desmatamentos se apresentam mais distantes das estradas oficiais e mais próximas de todas as estradas, sendo 80% nos primeiros 5 km de todas as estradas e 11% nas estradas oficiais.

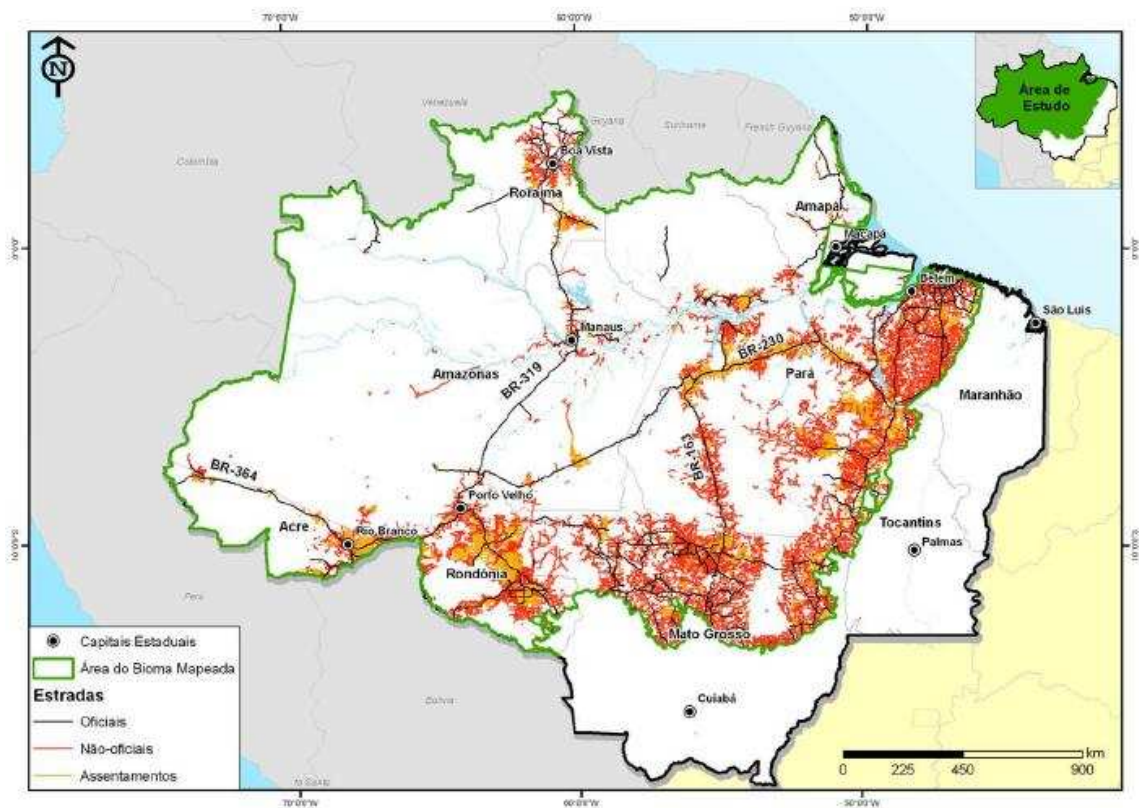


Figura 5. Estradas mapeadas até 2003 na Amazônia Legal.
 Fonte: Brandão Jr. *et al.* (2007).

Viana e Fonseca (2009) analisaram a expansão de estradas e desmatamento em unidades de conservação, na Floresta Nacional (FLONA) do Tapajós e na Área de Proteção Ambiental (APA) de Aramaná, do município de Belterra/PA, no período de 1986 a 2007. Observaram que o desmatamento acumulado até 2007 na APA Aramaná foi 2.121,05 ha, que corresponde aproximadamente a 19% da área da unidade. Do total do desmatamento, 77,4% (1.641,78 ha) se concentra na faixa de 1 km para cada lado da estrada e as demais áreas desmatadas se encontram a até 3 km das estradas. Segundo Viana e Fonseca (2009), na FLONA do Tapajós o desmatamento total acumulado até 2007 foi de 10.495,08 ha, que corresponde a 4,03% da área da FLONA. Da área desmatada na FLONA, 97% concentrou-se em até 3 km de distância das estradas. No período correspondente à criação da APA, em 2003, percebe-se uma tendência de redução do avanço das estradas, o que pode significar redução na taxa do desmatamento, uma vez que todo o desmatamento observado na unidade se distribui em até 3 km das margens das estradas. Na FLONA do Tapajós as estradas têm se expandido em ritmo mais lento, tendo em vista que se enquadra em uma categoria de UC mais restritiva em relação à APA. No entanto, a FLONA, apresentou um crescimento do

ritmo de expansão de estradas a partir de 1991 e entre 2001 e 2007 se manteve em um patamar relativamente elevado em comparação com a média de outras UC do Pará, o que pode estar sendo causado pela entrada de novos moradores na UC.

Segundo Margulis (2003), não seriam as estradas por si mesmas que levariam ao desflorestamento, mas a viabilidade financeira da pecuária. Os próprios pecuaristas e madeireiros as constroem se houver viabilidade. De acordo com o autor, não há dúvida de que as reduções dos custos de transportes propiciadas pelos investimentos nos grandes eixos rodoviários tornaram lucrativa a implantação de atividades agropecuárias, antes inviáveis.

No estudo realizado por Reis e Pinheiro (2010) sobre o desflorestamento (1990-2008) na Área de Proteção Ambiental (APA) Caverna do Maroaga situada no município de Presidente Figueiredo, identificaram que as áreas que sofreram maior desflorestamento estão ao longo das rodovias BR-174 e AM-240, nestes locais foram observadas instalações de famílias, loteamentos, desmatamentos associados a pastagens, agricultura, exploração turística, queimadas e abertura de ramais. Segundo os autores, um aspecto que contribui para o desflorestamento ao longo das estradas é o fato da população da APA se concentrar as margens das rodovias.

Venticinque *et al.* (2007) analisaram as diferenças no nível de desmatamento dentro e fora de unidades de conservação e terras indígenas em relação à distância das estradas, nos estados de Rondônia, Pará e Mato Grosso. Concluíram que a proporção total da área desmatada fora das áreas protegidas é significativamente mais elevada do que no interior destas, e que a proporção do desmatamento decai exponencialmente em função da distância das estradas (Figura 6). Contudo, o desmatamento dentro das áreas protegidas é sempre menor do que fora delas nos três estados analisados, mesmo quando estas áreas situam-se próximas a estradas. Neste sentido, unidades de conservação e terras indígenas ajudam a conter desmatamento na Amazônia brasileira, derrubando a hipótese de que as áreas protegidas sofreriam menos desmatamento somente pelo fato de estarem situadas mais distantes das estradas (VENTICINQUE *et al.*, 2007).

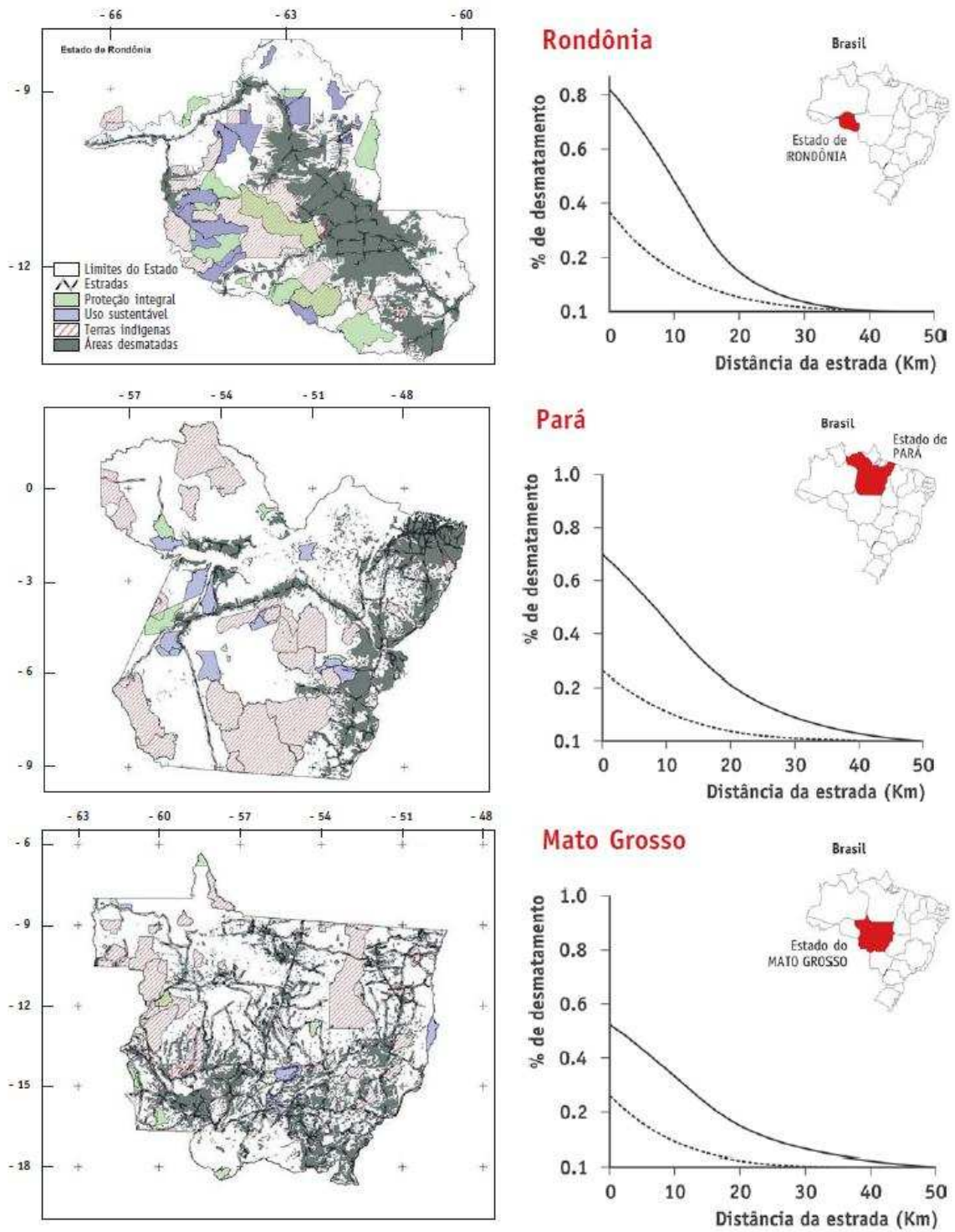


Figura 6. Proporção de área desmatada em função da distância das estradas, dentro (tracejado) e fora (contínua) de áreas protegidas, em Rondônia, no Pará e no Mato Grosso. Fonte: Venticinque *et al.* (2007).

O governo Federal desenvolveu alguns projetos e programas para o monitoramento e controle do desflorestamento na Amazônia Legal, dentre os mais significativos é possível citar o PRODES, DETER e ProAE. O PRODES foi desenvolvido originalmente pela equipe do INPE durante o período 1988-2002 para ser utilizado no contexto do projeto PRODES Analógico. Neste período, a análise das imagens era feita por interpretação visual. A partir de 2003, o INPE passou a adotar o processo de interpretação assistida pelo computador para o cálculo da taxa de desmatamento na Amazônia, chamado de programa PRODES Digital para distingui-lo do processo anterior (INPE, 2006). Os dados do DETER são divulgados pelo INPE mensalmente por meio de um mapa de alertas, com áreas maiores que 25 ha. Esses mapas indicam áreas totalmente desmatadas (corte raso) e áreas em processo de desmatamento por degradação florestal progressiva. No DETER, toda alteração da cobertura florestal verificada no período de análise é apontada como área de alerta e passível de fiscalização, o DETER procura identificar estágios intermediários do processo de desmatamento. O Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) desenvolve o ProAE, o escopo do programa é desenvolver ações de monitoramento das Unidades de Conservação e Terras Indígenas da região amazônica, contínuo com cronograma anual. Estas medidas de governo buscam conservar as paisagens da Amazônia brasileira.

2.3 Análises da paisagem

O termo “paisagem” foi introduzido no início do século XIX pelo geo-botânico Alexandre Von Humboldt, que caracterizou a paisagem como um total de uma região terrestre (METZGER, 2001). Bertrand (1971) conceituou paisagem como uma determinada porção do espaço, resultado de uma combinação dinâmica e, portanto instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, tornam-na um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Para Zonneveld (1989), a paisagem é uma porção da superfície terrestre caracterizada por um sistema complexo formado pelas atividades das rochas, água, ar, plantas, animais e o homem. A estrutura da paisagem pode ser definida pela área, forma e disposição espacial, como, por exemplo, pelo grau de proximidade e de fragmentação das unidades de paisagem.

O termo “Ecologia de paisagem” foi introduzido, no cenário científico, pelo biogeógrafo Carl Troll em 1939. Nesta perspectiva, Troll conseguiu aproximar geógrafos e ecologistas com objetivo de unificar os princípios da vida e da terra (SOARES FILHO, 1998; GALO, 2000; METZGER, 2001; NUCCI, 2007). As idéias principais eram considerar o ser

humano, a sociedade e o meio físico como um conjunto. Para Naveh e Liebernam (1984), a Ecologia de paisagem é vista na Europa como uma base científica para o planejamento, manejo, conservação, desenvolvimento e melhoria da paisagem.

A Ecologia de paisagem é uma área do conhecimento que possui duas abordagens: uma geográfica, que enfatiza o estudo da influencia do homem sobre a paisagem e o uso territorial; e a outra ecológica, que discute a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e as relações da conservação biológicas (METZGER, 2001).

No Brasil, a Ecologia de paisagem começou a ser estudada, por volta dos anos 1970-1980, sob forte influência da vertente geográfica. Porém, foi na década de 1990 que apareceram os grupos com abordagens predominantemente ecológicas (PAESE e SANTOS, 2004). Segundo Pivello e Metzger (2007), nesta ocasião, surgiu no Brasil, uma grande variedade de estudos voltados para o tema Ecologia de Paisagem, e que foi identificado a necessidade de se conhecer os principais caminhos que estão sendo seguidos nessa área e quais os temas prioritários ao avanço no entendimento do funcionamento de ambientes naturais e antropológicos.

Nos últimos anos, a Ecologia de paisagem representa uma teoria que pode auxiliar as tomadas de decisão em planejamento ambiental, uma vez que permite a sistematização, análise da complexidade e multiplicidade dos fatores que atuam em um ambiente, além da integração do conhecimento de origem multidisciplinar (SHIDA *et al.* 2003).

Segundo Metzger (2001), os “ecossistemas” ou “unidades de cobertura” ou “uso e ocupação territorial”, compõe o conjunto de interações da paisagem, sendo que a escolha da forma de representar a unidade da paisagem é feita arbitrariamente pelo observador. A paisagem então se limita em três fatores: o ambiente abiótico (formas de relevo, tipo de solo, dinâmica hidro-geomorfológica, parâmetros climáticos, etc.), as perturbações naturais (fogo, tornados, enchentes, erupções vulcânicas, geadas), e ações antrópicas (fragmentação e alterações de habitats, desmatamento, criação de reservatórios, implantação de estradas, etc.).

Numa visão integradora de paisagem Metzger (2001) propõe a paisagem como “um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”. O mosaico apresenta uma estrutura contendo manchas, corredores e matriz (pelo menos dois desses elementos).

As manchas podem ser definidas como uma superfície não linear que difere em aparência de seu entorno (SOARES FILHO, 1998), as quais variam em forma, tipo, tamanho, heterogeneidade, características de borda e conectividade. As manchas podem representar um

ecossistema composto por animais e plantas, ou apenas pode ser formada por rochas, solo, pavimento ou edificações. Na área do geoprocessamento, uma mancha é representada como uma entidade em um mapa, no qual forma-se um único polígono que é uma representação vetorial ou matricial (SOARES FILHO, 1998).

Os corredores são áreas homogêneas (numa determinada escala) de uma unidade de paisagem, que se distinguem das unidades vizinhas e que apresentam disposição espacial linear. Em estudos de fragmentação, consideram-se corredores apenas os elementos lineares que ligam dois fragmentos anteriormente conectados (METZGER, 1999). A conectividade estabelece a ligação entre os elementos de uma mesma classe numa paisagem, assim os corredores permitem o movimento e intercâmbio genético entre animais e plantas, porém, as barreiras ou fragmentos, inibem tais trocas (SOARES FILHO, 1998).

Matriz é uma unidade de paisagem que controla a dinâmica da paisagem, em geral essa unidade pode ser reconhecida por recobrir maior parte da paisagem, por exemplo, sendo a unidade dominante em termos de recobrimento espacial, ou por ter maior grau de conexão de sua área, por exemplo, um menor grau de fragmentação. Numa segunda definição, a matriz é o conjunto de unidades de não-habitat para uma determinada comunidade ou espécie estudada (FORMAN, 1995). A paisagem pode ser percebida como um conjunto de fragmentos de habitat dispersos em uma matriz, interligado ou não por corredores no qual facilitam e controlam os fluxos biológicos na paisagem (METZGER, 1999).

Forman e Godron (1986) descrevem a noção de matriz no conceito de conectividade, ou seja, da ligação das manchas via corredores. A matriz possui o fragmento introduzido em uma massa, que pode ser definida como seu elemento mais extensivo e conectado, e que possui o papel preponderante no funcionamento da paisagem. As medidas básicas de uma matriz são o grau de porosidade e conectividade (GARDNES; O' NEILL, 1991 *apud* SOARES FILHO, 1998). A porosidade consiste na medida de densidade de manchas numa paisagem, por exemplo, o número de remanescentes florestais ao meio de áreas agrícolas e, a conectividade estabelece o grau de percolação em uma paisagem, por exemplo, a facilidade de movimentação de espécies entre manchas através de corredores.

A criação de um padrão de paisagem é atribuída a três mecanismos: característica do substrato, presença de distúrbios naturais que definem uma estrutura heterogênea de paisagem e o antropocentrismo (FORMAN, 1995). Os padrões espaciais podem ser modificados por vários processos ecológicos, contudo em qualquer perspectiva que se observa a superfície terrestre, a forma espacial de seus elementos sempre produzirá algum grau de heterogeneidade (FORMAN, 1995).

Em termos de Ecologia de paisagem, a vegetação pode ser considerada como um indicador das condições ambientais de uma região, uma vez que protege o solo reduzindo o transporte de sedimentos e o assoreamento dos recursos hídricos, além de serve de hábitat para animais (CEMIN *et al.*, 2005). O processo de fragmentação florestal, entendido como uma área de vegetação natural, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, povoados, culturas agrícolas, culturas florestais, pastagens, dentre outras) ou por barreiras naturais (montanhas, lagos, represas, ou outras formações vegetais) pode ser capaz de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen ou sementes (VIANA, 1990).

A fragmentação florestal influencia diretamente sobre a dinâmica das populações e diversidade nas comunidades, podendo causar perda da biodiversidade microbiológica do solo, da flora e da fauna, a perda da diversidade genética, a redução da densidade ou abundância e a alteração da estrutura da vegetação, dentre outros. Estes danos podem ocorrer para a espécie em particular ou para a comunidade de plantas, podendo ainda provocar a modificação ou mesmo a eliminação das relações ecológicas originalmente existentes entre as espécies vegetais, os polinizadores e os dispersores (VIANA *et al.*, 1992; VIANA e TABANEZ, 1996; METZGER, 1999).

Os processos ecológicos (sucessão de plantas, biodiversidade, dinâmica de nutrientes e perturbações), necessitam de métodos quantitativos adequados para analisar os padrões da paisagem. Dessa forma, os estudos de ecologia de paisagem têm destacado as interações entre padrões espaciais e processos ecossistêmicos (TURNER e GARDEN, 1991). Os desenvolvimentos recentes em Ecologia da Paisagem têm enfatizado a importância dos processos espaciais compelindo ou limitando muitos processos ecológicos. Neste contexto, fica evidente que a análise da paisagem necessita métodos adequados para quantificar padrões espaciais, compará-los e identificar seus processos funcionais (TURNER e GARDNER, 1991), e que muitas destas questões podem ser abordadas utilizando ferramentas de análise espacial.

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) apoiado por técnicas de Sensoriamento Remoto tornaram-se ferramentas adequadas para análise da paisagem. Sua capacidade de manipular grande quantidade de informações espaciais permite que atributos da paisagem possam ser identificados e questões específicas sobre elas possam ser analisadas (TURNER e GARDNER, 1991). Para Forman (1995), em função da escala abrangente e do caráter repetitivo e sistemático, imagens de satélite têm revolucionado não apenas na percepção da paisagem, mas também, as abordagens usadas para a sua análise.

2.4 Geoprocessamento e paisagem

A dinâmica da paisagem consiste no mapeamento dos padrões de mudanças de uso e cobertura da terra, neste contexto são necessários métodos de levantamento que possibilitem identificar as alterações na paisagem (SOARES FILHO, 1998). Para tanto, podem ser utilizados como fonte de dados: levantamento de campo, mapas previamente existentes, fotografias aéreas, dados publicados por censo demográficos e agrícolas e dados adquiridos por meio de técnicas de sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto para observação dos recursos naturais pode ser definido como sendo a obtenção de dados coletados por instrumentos denominados sensores, sem que haja contato direto com o alvo de investigação. Os sensores remotos captam a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelo objeto convertendo-a em sinal elétrico passível de registro e posterior interpretação (SABINS, 1978). Para Florenzano (2007), sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e registro da energia refletida ou emitida pela superfície. Segundo Jensen (2009), “sensoriamento remoto é registro da informação das regiões ultravioleta, visível infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos tais como câmeras, escâneres, lasers, dispositivos lineares e os matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens”.

A radiação eletromagnética (REM) é a energia utilizada em sensoriamento remoto, que se propaga em forma de ondas com a velocidade da luz (300.000 km por segundo) (FLORENZANO, 2007). Ela é medida pela sua frequência (Hz), que é o número de vezes que uma onda se repete por unidade de tempo, e medida pelo comprimento, em metros. Sob uma perspectiva quântica, a REM é concebida como o resultado da emissão de pequenos pulsos de energia, enquanto que sob uma perspectiva ondulatória, a REM se propaga na forma de ondas formadas pela oscilação dos campos elétrico e magnético. O “espectro eletromagnético” representa a distribuição da REM por regiões, segundo o comprimento de onda e a frequência (Figura 7) (FLORENZANO, 2007).

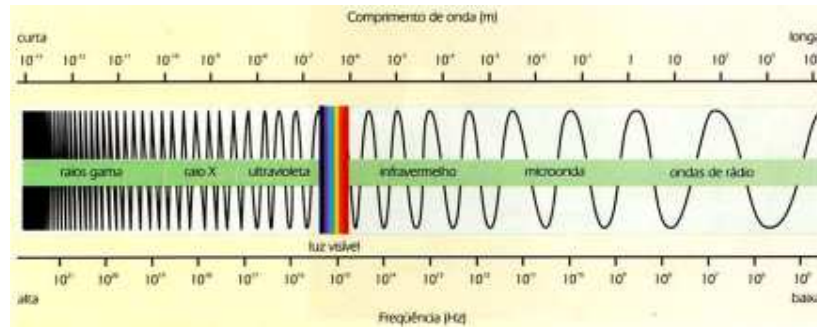


Figura 7. O espectro eletromagnético.
 Fonte: Florenzano (2007).

Os sensores remotos são equipamentos capazes de coletar energia proveniente do objeto, convertê-la em sinal passível de ser registrado e apresentá-lo em forma adequada à extração de informação, utilizando como principal fonte de energia a radiação eletromagnética disponível pelo sol e a terra (NOVO, 1992).

Os sensores são classificados conforme a origem da fonte de energia, eles podem ser ativos ou passivos. Os sensores ativos possuem uma fonte de energia própria, ou seja, emitem uma quantidade suficiente de energia na direção dos alvos para captar a sua reflexão e os sensores passivos não possuem fonte própria de energia, sendo necessária uma fonte externa para a captação da reflexão dos alvos. Os sensores podem ser classificados quanto ao produto gerado, como os sensores não-imageadores, que traduzem os dados coletados sob a forma de gráficos e dados digitais, e os imageadores que traduzem a informação coletada na forma de paisagem, semelhante a uma fotografia (FITZ, 2008).

As características dos sistemas sensores não-fotográficos imageadores em geral são expressas em função de quatro domínios de resolução, a saber: *espectral, espacial ou geométrica, temporal e radiométrica*, sobre as quais discutiremos a seguir (NOVO, 1992):

Resolução espectral: quanto maior o número de bandas, e conseqüentemente mais estreitas elas forem individualmente, mais informações se tem sobre a distribuição da energia refletida pela cena e melhor será a resolução espectral, isto é, a curva de resposta espectral de cada alvo pode ser conhecida em maiores detalhes.

Quando um sistema sensor possui detectores operando em mais de uma faixa espectral, do espectro eletromagnético, o sistema é dito multiespectral, porque registra a radiação eletromagnética proveniente dos alvos em varias faixas espectrais, como exemplo, os sistemas sensores a bordo dos satélites LANDSAT dos quais serão explicados mais adiante.

Resolução espacial ou geométrica: refere-se ao campo de visada instantânea (IFOV, do inglês, *Instantaneous Field of View*). A resolução espacial de um sistema de imageamento não é um conceito fácil de definir (MATHER, 1999), uma vez que pode ser avaliada de inúmeras maneiras, dependendo dos objetivos do usuário. É possível utilizar alguns critérios baseados nas propriedades geométricas do sistema de imageamento para definir a resolução espacial: a) habilidade de distinguir os alvos entre si; b) habilidade para medir a periodicidade de alvos repetitivos e a habilidade para medir as propriedades espectrais de pequenos alvos.

O nível de detalhe com que podemos observar os objetos da superfície terrestre é outra característica importante das imagens de sensoriamento remoto. Resolução espacial é a capacidade que o sensor possui para discriminar objetos em função do seu tamanho. As imagens do TM/LANDSAT têm uma resolução espacial de 30 metros, o que implica que objetos com dimensões menores do que 30 x 30 m não podem ser identificados. A resolução espacial dos sensores a bordo dos satélites de sensoriamento remoto varia de 50 cm até 1 km.

Resolução temporal: esta resolução é função das características da plataforma na qual o sensor está colocado. No caso de sistemas sensores orbitais, a resolução temporal indica o intervalo de tempo que o satélite leva para voltar a recobrir a área de interesse. Isso depende da largura da faixa imageada no solo. Por exemplo, o sensor TM do LANDSAT-5 tem uma resolução temporal de 16 dias, isto é, a cada 16 dias o satélite passa sobre um mesmo ponto geográfico da Terra. A resolução temporal é muito importante porque permite fazer um acompanhamento dinâmico dos alvos sobre a superfície da Terra. O fator tempo para o imageamento é importante quando: nuvens persistentes limitam a possibilidade de visões claras da superfície da Terra (frequentemente nas regiões tropicais); fenômenos de vida curta (inundações, vazamentos de óleo, etc.); quando imageamentos frequentes para comparações multi-temporais (por exemplo, a expansão de uma praga de floresta de um ano para o outro); separação entre feições ou alvos similares, quando mudam através do tempo, exemplo, trigo / milho.

Resolução radiométrica: está associado à sensibilidade do sistema sensor em distinguir dois níveis de intensidade do sinal de retorno. Relaciona-se também a faixa de valores numéricos associados aos *pixels*. Este valor numérico representa a intensidade da radiação proveniente da área do terreno correspondente ao pixel e é chamado de *nível de cinza*. A faixa de valores depende da quantidade de *bits* utilizada para cada pixel. As imagens LANDSAT e SPOT utilizam 8 bits para cada pixel, portanto, o máximo valor numérico de um pixel destas imagens é 255, são todas as combinações possíveis de *bits* ligados e desligados. Desta

maneira, a intensidade da REM é quantificada, na imagem LANDSAT, em valores entre 0 e 255.

2.5 O programa LANDSAT

O programa LANDSAT foi desenvolvido pela Agência Espacial Norte Americana (NASA), o primeiro satélite LANDSAT 1 foi lançado em 1972. Os três primeiros satélites da série LANDSAT possuíam um sensor denominado *Multispectral Scanner System* (MSS) com dois canais no visível e dois no infravermelho próximo com resolução espacial de 89 metros. Segundo Mather (1999), as bandas espectrais do MSS/LANDSAT são as seguintes MSS-4 (0,50 – 0,60 μm Verde), MSS-5 (0,60 – 0,70 μm Vermelho), MSS-6 (0,70 – 0,80 μm Infravermelho próximo) e MSS-7 (0,80 – 1,100 μm Infravermelho próximo).

O satélite LANDSAT 4 foi lançado em julho de 1982 com um novo sensor denominado *Thematic Mapper* (TM) além do antigo MSS próximo, dois no infravermelho médio e um no infravermelho termal com resolução espacial de 30 m (exceto no canal termal que é 120 m) (FLORENZANO, 2007). O LANDSAT 5 foi lançado em 01 de março de 1984 e funciona em órbita equatorial a 705 km de altitude. A Tabela 1 apresenta as características do sensor TM/LANDSAT.

Tabela 1. Características do sensor *Thematic Mapper* (TM).

Bandas espectrais	Banda 1 - Azul (0,45 - 0,52 μm)
	Banda 2 - Verde (0,52 - 0,60 μm)
	Banda 3 - Vermelho (0,63 - 0,69 μm)
	Banda 4 - Infravermelho próximo (0,76 - 0,90 μm)
	Banda 5 - Infravermelho médio (1,55 - 1,75 μm)
	Banda 6 - Infravermelho termal (10,4 - 12,5 μm)
	Banda 7 - Infravermelho médio (2,08 - 2,35 μm)
Resolução espacial	Bandas 1-5 e 7 – 30 metros
	Banda 6 – 120 metros
Largura da faixa imageada	185 km
Resolução temporal	16 dias

Fonte: Florenzano (2007).

Cada banda espectral do sensor TM/LANDSAT possui uma aplicação específica Florenzano (2007) e Jensen (2009), a saber:

Banda 1 (0,45 - 0,52 μm) Azul: útil para mapeamento de águas costeiras, diferenciação entre solo e vegetação, mapeamento de florestas e detecção de feições culturais (mancha urbana, rodovias, etc.), entre outras.

Banda 2 (0,52 - 0,60 μm) Verde: apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspensão, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Corresponde à reflectância da vegetação verde e sadia. Também é útil para identificação de feições culturais.

Banda 3 (0,63 - 0,69 μm) Vermelho: útil para discriminação entre espécies de plantas e delinear solo e feições culturais. Permite um bom contraste entre áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação. (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata, galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana e identificar áreas agrícolas.

Banda 4 (0,76 - 0,90 μm) Infravermelho próximo: permite estimar a quantidade de biomassa de vegetação presente em uma cena. É útil para identificação de culturas agrícolas, enfatizando a diferenciação solo/agricultura e água/solo. Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia, permitindo a análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais.

Banda 5 (1,55 - 1,75 μm) Infravermelho médio: apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar o *stress* hídrico da vegetação. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite. Pode ser usada para discriminação entre nuvens, neve e gelo.

Banda 6 (10,4 - 12,5 μm) Infravermelho termal: apresenta sensibilidade nos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água. Útil para avaliações de *stress* em plantas, intensidade de calor, aplicações de inseticida e estudos de atividade geotermal.

Banda 7 (2,08 - 2,35 μm) Infravermelho médio: Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Útil para a discriminação de tipos de rochas e estudo de solos, como também para estudar o conteúdo da umidade e da vegetação e do solo.

2.6 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O geoprocessamento representa a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, a tecnologia está presente nas áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicação, energia e planejamento urbano regional (CÂMARA e MEDEIROS, 1998). Para Silva (2007), o geoprocessamento é um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais para um objeto específico, onde essas atividades são executadas por sistemas chamados de “Sistemas de Informação Geográfica”. Segundo o autor, esses sistemas são destinados ao processamento de dados georreferenciados desde a sua coleta até a geração de produtos como mapas, relatórios e arquivos digitais, objetivando o armazenamento, gerenciamento, a manipulação e análise dos dados.

O SIG é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos, e possui a capacidade de armazenar tanto os atributos descritivos como as geometrias dos diferentes tipos de dados geográficos (INPE, 2006). A partir deste conceito podem-se indicar suas principais características:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbano/rural, imagens de satélite, e GPS.
- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

O SIG é um sistema que reúne quatro elementos básicos: *hardware*; *software*; dados; e pessoal treinado, que operam em um contexto com a finalidade de possibilitar a captura, gerenciamento, manipulação, análise, modelagem e visualização de dados espacialmente referenciados, dessa forma, tem o objetivo de prover subsídio para a tomada de decisões em atividades de gerenciamento e planejamento.

Segundo Câmara e Medeiros (1998), os bancos de dados dos SIGs são compostos pela integração das informações espaciais de dados cartográficos, de cadastramento, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno, bem como os mapeamentos derivados da relação de informações por meio de algoritmos de manipulação, consulta, recuperação e visualização por saídas gráficas do conteúdo de base de dados geocodificados.

As aplicações dos SIGs incluem temas como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), e também, há pelo menos três

grandes maneiras de utilizar um SIG: como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos; e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Para Fitz (2008), um Sistema Gerenciador de Banco de Dados de um SIG concebe-se a existência de dois tipos de dados: dados espaciais e dados alfanuméricos. Os dados espaciais são aqueles que podem ser representados espacialmente, ou seja, de forma gráfica, constituindo-se estruturalmente em dois tipos: dados vetoriais ou matriciais. Os dados em estrutura vetorial são compostos por três primitivas (pontos, linhas e polígonos) e utiliza-se um sistema de coordenadas para sua representação. Já a estrutura matricial é representada por uma matriz com n linhas e m colunas, $M(n,m)$, na qual cada célula, denominada *pixel*, apresenta um valor z que pode indicar, por exemplo, uma cor ou tom de cinza a ele atribuído.

Os dados alfanuméricos são aqueles dados constituídos por caracteres (letras, números ou sinais gráficos) que podem ser armazenados em tabelas, as quais podem formar um banco de dados (FITZ, 2008).

CAPÍTULO III

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho abrange uma faixa de 20 km ao longo da rodovia federal BR-174 que liga as capitais Manaus e Boa Vista dos estados do Amazonas e Roraima (Figura 8). A rodovia interliga os municípios brasileiros de Manaus, Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Rorainópolis, Caracaraí, Iracema, Mucajaí, Boa Vista, Amajari e Pacaraima, além de diversas vilas até a Venezuela. Sua extensão é de 992 quilômetros, totalmente asfaltado e sinalizado. A rodovia atravessa a área indígena Waimiri-Atroari, localizada na região de divisa entre os estados do Amazonas e Roraima.

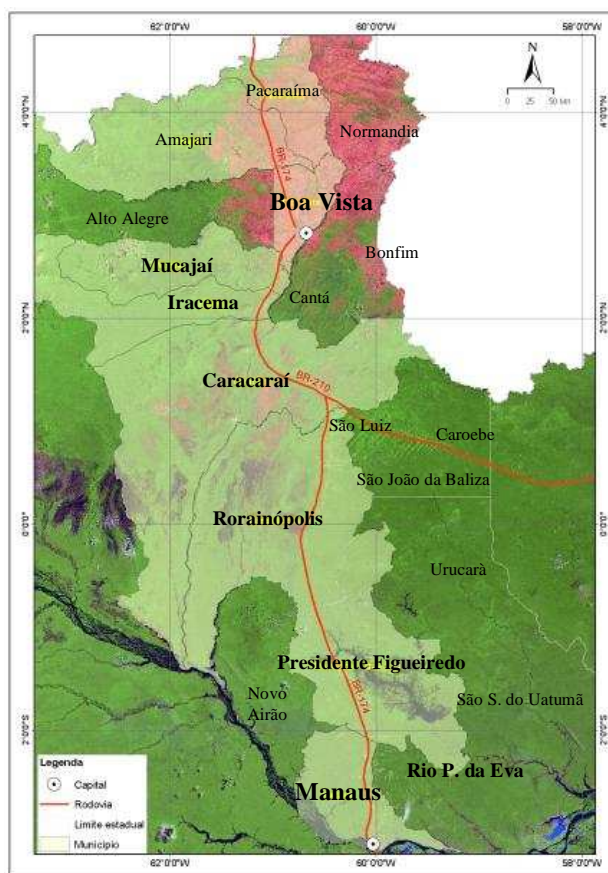


Figura 8. Mapa da estrada BR-174 entre Manaus/AM e Boa Vista/RR.
Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1.1 Caracterização da área de estudo

3.1.1.1 Clima

O clima na área de estudo, de acordo com a classificação de *Köppen* (1948), é do tipo tropical úmido do tipo “A”, com estação seca no inverno e estação chuvosa no verão. Observando-se também os subtipos “Aw” nos municípios ao Norte e “Am” encontrado mais ao Sul. Ao Norte o mês mais seco apresenta precipitação inferior a 60 mm. A precipitação média é de 1.750 mm anuais, com temperatura média anual de 27,4° C e intervalos de variação anual das temperaturas médias mensais entre 23,4° C e 32,4° C. Ao Sul o volume médio total da precipitação é de 2.075 mm e a temperatura do ar varia entre a mínima de 21,7°C e a máxima de 33,9°C (IBGE, 1975, 1978; RORAIMA, 2011; AMAZONAS, 2011).

3.1.1.2 Relevo

Nos municípios de Roraima, da área de estudo, o relevo apresenta superfícies planas, suave ondulado, incluindo área de planície fluvial inundável. Já no Amazonas, em Presidente Figueiredo o relevo é formado por planícies aluvionares recentes, peneplanos rebaixados, pequenas escarpas de cuevas e platô arenítico. Em Manaus observa-se principalmente a Planície Amazônica, tendo o rio Solimões em seu eixo. As áreas aplainadas ocorrem a norte do rio Negro e configuram o pediplano Rio Branco-Rio Negro (IBGE, 1975, 1978; RORAIMA, 2011; AMAZONAS, 2011).

3.1.1.3 Solo

O solo predominante na região estudada é o Latossolo amarelo, que aparece com mais frequência na área de lavrado (Roraima). Ao longo da área observam-se outros tipos de solos, encontrados conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Tipos de solos encontrados na área estudada.

Solos / Município	Boa Vista	Mucajaí	Iracema	Caracaraí	Rorainópolis	Presidente Figueiredo	Rio P. da Eva	Manaus
Areia Quartzosa Hidromórfica	x	x	x	x	x		x	x
Areia Quartzosa	x	x			x			
Concrecionário Laterítico	x	x	x	x				
Latossolo Vermelho Escuro	x	x						
Latossolo Vermelho-Amarelo	x	x	x	x	x	x		
Latossolo Amarelo	x	x		x	x	x	x	x
Solos Aluviais	x	x					x	x
Podzólicos Hidromórficos				x			x	x
Podzólicos Vermelho-Amarelos			x	x	x	x	x	x
Litólicos			x					
Litólicos	x	x		x				
Terra Roxa Estruturada			x					
Hidromórficos					x			
Hidromórficos Gleyzados			x	x	x		x	x
Hidromórficos Cinzentos	x	x						
Hidromórficos Gleyzados Álicos							x	x
Hidromórficos Gleyzados Eutróficos							x	x

Fonte: IBGE (1975, 1978, 2005); RORAIMA (2011); AMAZONAS (2011).

3.1.1.4 Vegetação

Na área de estudo de acordo com IBGE (1992, 2002) e IBAMA (2006), as fitofisionomias são diversificadas (Figura 9), são encontradas Áreas de tensão ecológica, Campinarana arbórea e Campinarana florestada, Floresta ombrófila aberta, Floresta ombrófila densa e Savana (Cerrado).

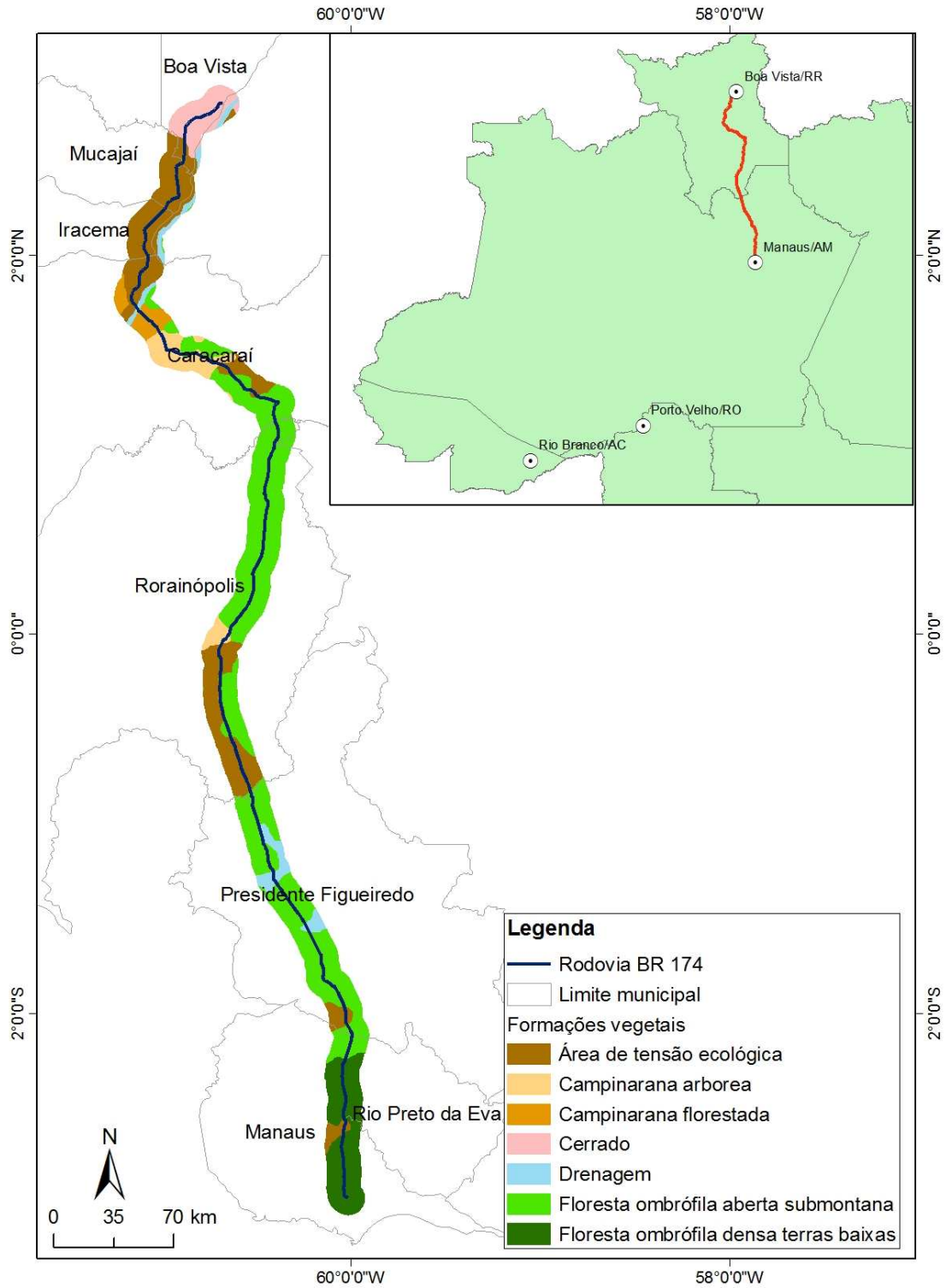


Figura 9. Vegetação da área de estudo.
 Fonte: Adaptado de IBGE/SIPAM (2005).

3.1.1.5 Estrutura fundiária e aspectos econômicos

Os municípios por onde passa a BR-174 possuem diversas atividades socioeconômicas, com destaque para a pecuária, que ficou evidente em toda extensão da rodovia, sendo o município de Iracema com o maior rebanho bovino da região (Tabela 3). Na avaliação do número de propriedades (Tabela 4), todos os municípios estudados possuem propriedades individuais, lavouras permanentes, estabelecimentos com pastagens naturais e pastagens plantadas. A prática extrativista na região destaca-se a madeira para carvão, madeira em lenha e toras. A maior parte a extração de madeira para fabricação de carvão está concentrada no município de Rio Preto da Eva, (Tabela 4), e a extração e comercialização de madeiras em toras têm Rorainópolis como o maior produtor. Outras atividades contribuem para o desenvolvimento da região estudada tais como as descritas abaixo avaliando cada município (IBGE, 1998, 2002, 2006, 2009; AMAZONAS, 2006, 2011; BARROS, 1996; OLIVEIRA, 2000; SILVIA, 2006; BARNI, 2009; REIS e PINHEIRO, 2010; RORAIMA, 2011; RORAIMA-BRASIL):

Boa Vista/RR: predominam as médias e grandes propriedades rurais, tendo em vista a pecuária ser a atividade rural principal. A estrutura produtiva está assentada no setor terciário. Por abrigar a Sede estadual, a geração de emprego é realizada, sobretudo, pelo setor público, que abriga o maior contingente, vindo a seguir o setor comercial. A produção primária está assentada na pecuária e na cultura do arroz sequeiro não sendo tão expressiva em relação ao montante da produção estadual o que não acontece com o arroz irrigado. Outras culturas de importância são as de soja, milho, haja vista as áreas de cerrados existentes. O setor secundário abriga quase totalidade da produção industrial do Estado, tendo como principais ramos: madeireiros, metalúrgico, alimentos, oleiro-cerâmico e construção civil.

Mucajaí/RR: concentra-se na agropecuária e na mineração. Produz, em especial, arroz, madeira, abacaxi, mamão, gado, leite, milho e etc. Há a tentativa de implantar a indústria da pesca nos moldes da criação em açudes.

Iracema/RR: apresenta uma estrutura fundiária baseada em minifúndios, ocupados por posseiros e arrendatários, que desenvolvem uma agricultura rudimentar, em pequenos lotes com até 100 ha.

Caracará/RR: apresenta perspectivas agrícolas positivas, onde estão assentadas cerca de 557 famílias de pequenos produtores. Além da atividade agrícola, existe uma intensa atividade comercial baseada em produtos de fabricação caseira. A aptidão agrícola do município, segundo as condições climáticas, possibilita o cultivo de inúmeras culturas. Mas,

considerando os hábitos da população, predominam as culturas de arroz, feijão, milho, mandioca e pastagens. A combinação de fatores físicos e o atraso tecnológico resultam num processo de ocupação do espaço baseado na agricultura de subsistência e no desenvolvimento da pecuária semi-extensiva, implicando em baixos níveis de rendimento e produtividade. O potencial para implantação de projetos voltados para o aproveitamento racional dos recursos naturais não podem ser desprezados. A expansão da área cultivada com produtos tradicionais (arroz, feijão, milho e mandioca) e a diversificação da lavoura, introduzindo-se culturas de alto valor comercial, são fatores a serem considerados. O município tem na pesca uma grande vocação natural, sendo o maior produtor do Estado. Para a diversificação da matriz produtiva, existem perspectivas favoráveis ao desenvolvimento de culturas de ciclo curto (maracujá, abacaxi, melancia e outras).

Rorainópolis/RR: predominam as pequenas propriedades agrícolas, oriundas do processo de colonização. A maior parte dos lotes possui até 100 ha. O potencial agrícola, segundo as condições climáticas, possibilita o cultivo de inúmeros produtos, entre os quais: café, cacau, cana-de-açúcar, entre outros. Mas, considerando os hábitos da população, predominam as culturas de arroz, feijão, milho, mandioca e pastagens. A combinação de fatores físicos e econômicos resulta no que diz respeito ao processo de ocupação de espaço, em agricultura baseada em cultivo de rápido retorno e em pecuária semi-extensiva, comprometendo áreas de grande potencialidade voltadas para lavouras de maior valor comercial como, por exemplo: a soja, cacau, cana-de-açúcar, entre outras, além de uma variedade enorme de frutas.

Presidente Figueiredo/AM: a economia está centrada na mineração (extração de cassiterita), que gera 1.400 empregos diretos e mais 3.000 indiretos. A agricultura destaca-se no cultivo do cupuaçu, mandioca, cana-de-açúcar, arroz, milho, batata doce, guaraná, laranja, abacaxi, abacate, pupunha, melancia, tucumã e banana. A pecuária é representada por criações de gado bovino, equino, caprino e suíno. O extrativismo é praticado através da extração de produtos como madeira, pedras, e pescado, principalmente tucunaré, extraído do lago de Balbina. O setor industrial tem alta expressão, concentrando-se na mina de Pitinga, geração de energia, e na fabricação e transformação da cana-de-açúcar em açúcar mascavo para a produção de concentrado de xarope para fábrica de refrigerantes. A indústria madeireira, moveleira, de vestuário e alimentação e o turismo contribuem com a geração de empregos diretos e indiretos.

Rio Preto da Eva/AM: sua produção agropecuária é baseada no cultivo de mandioca, cítricos e hortaliças. Além da extração de madeira de lenha e a produção de carvão vegetal. A

pecuária é representada principalmente por bovinos, com produção de carne e de leite destinada ao consumo local. A pesca é a principal fonte de alimento da população local.

Manaus/AM: a produção agropecuária é baseada no cultivo de mandioca, cupuaçu, cítricos e hortaliças. A pecuária é representada principalmente por bovinos e suínos, com produção de carne e de leite destinada ao consumo local. A pesca é abundante, com exportação para os demais estados do país e exterior. Criada como área de livre comércio, a Zona Franca de Manaus se tornou um pólo de intensa atividade comercial e industrial. Aqui se concentra as principais indústrias de aparelhos eletroeletrônicos, que abastecem o mercado interno. O comércio oferece produtos importados de alta tecnologia a preços acessíveis. Manaus vem se transformando no maior entreposto aduaneiro da América Latina e em porta de saída de produtos de exportação para os mercados do Caribe e Estados Unidos.

Tabela 3. Caracterização da atividade pecuária dos municípios.

ATIVIDADES / MUNICÍPIO	Boa Vista	Mucajá	Iracema	Caracará	Rorainópolis	Presidente Figueiredo	Rio P. da Eva	Manaus
Criação (número de cabeças)								
Bovinos	25.000	30.100	210.501	28.100	38.100	11.143	919	2.118
Equinos	2.770	1.000	280	650	720	188	416	209
Bubalinos	120							679
Asininos						13	17	11
Muares						46	30	11
Suínos	9.200	3.910	2.145	3.660	6.420	1.825	3.085	8.063
Caprinos	650	550	440	450	600	269	357	949
Ovinos						946	1.117	2.739
Frangos	377.700	64.500	21.500	55.300	67.050	34.625	67.768	2.341.857
Codornas							53	14.283
Coelhos							296	515
Vacas Ordenhadas	1.905	1.000	400	540	3.120	224	92	314
Principais produtos								
Leite de vaca (litros)	635.000	310.000	123.000	172.000	992.000	154.000	63.000	352.000
Ovos de galinha (dúzias)	3.643	61.000	27.000	60.000	180.000	110.000	814.000	53.340
Ovos de codorna (dúzias)								305.000
Mel de abelha (kg)	32.500	34.550	500	1.060	900			

Fonte: IBGE (2010b).

* O termo “frango” representar toda espécie (galo, frango, galinha e pintos).

Tabela 4. Caracterização das propriedades dos municípios.

Estabelecimentos Qtd / Área (ha)	Boa Vista		Mucajaí		Iracema		Caracaráí		Rorainópolis		Presidente Figueiredo		Rio Preto da Eva		Manaus	
	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área	Qtd	Área
Proprietário individual	740	23.948	709	109.401	142	33.365	1578	128.319	2214	172.766	973	58.178	1753	89.307	790	29.171
Lavouras permanentes	280	624	270	1.727	55	484	212	2051	1092	1999	721	8002	1652	5838	1088	7035
Pastagens - naturais	219	2.495	112	3.698	31	5.899	231	9.408	86	1.330	31	149	34	1.173	46	826
Pastagens - plantadas degradadas	46	272	377	11.902	8	104	48	678	94	4.656	24	1.077	53	704	28	329
Extração vegetal																
Produtos Qtd (M ³ e Ton)	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd	Qtd
Madeiras - carvão vegetal (Ton)	1	83	2	3									487	64		
Madeiras - lenha (m ³)	5.900	9000	750	1800	11.500	3.125	57.752	5293								
Madeiras - madeira em tora (m ³)		11.000	3400	32.000									3.017	7843		
Produtos Alimentícios - castanha-do-pará (Ton)									57				50	2		
Borrachas - hévea - látex coagulado (Ton)									4							4

Fonte: IBGE (2010b).

3.1.1.6 Aspecto ocupacional e população

A busca de melhores condições de trabalhos e renda dos migrantes assentados ao longo da rodovia BR-174 refletiu na maior quantidade de homens e população rural de alguns municípios estudados (Tabela 5). O crescimento populacional dos municípios ligados pela rodovia teve início relevante na década de 1970 (Tabela 6), aonde os migrantes chegaram ao Estado, atraídos pela pecuária, mineração, colonização, obras e serviços públicos. Foram prolongadas pelas décadas pós 1970 na tendência pré-rodoviária (BR-174). A dinâmica da distribuição dos fluxos migratórios ocorreu na segunda metade da década de 1970 com a ocupação às margens das rodovias pelos primeiros migrantes e, posteriormente, na década de 80, foram sendo abertas vicinais para alojar os novos migrantes que chegavam ao Estado (BARROS, 1996).

No estado do Amazonas, destaca-se a implantação da Zona Franca de Manaus, em 1967, onde se iniciou um novo ciclo econômico, com a instalação de um parque industrial de porte e a consolidação de um setor terciário baseado na comercialização de produtos importados. Estas atividades aqueceram a economia local e geraram milhares de empregos e

postos de trabalho, diretos ou indiretos. Nos últimos trinta anos, a Zona Franca foi responsável pela atração de um grande fluxo migratório do interior do Estado, do Nordeste e de diferentes regiões do país. Em consequência, a população de Manaus saltou de 311.622 habitantes, na década de 1970, para 1.802.014 em 2010 (Tabela 6).

Tabela 5. Aspecto populacional dos municípios.

Descrição / Municípios	Roraima					Amazonas		
	Boa Vista	Mucajaí	Iracema	Caracará	Rorainópolis	Pres. Figueiredo	Rio Preto da Eva	Manaus
População residente	284.313	14.792	8.696	18.398	24.279	27.175	25.719	1.802.014
Homens	140.801	7.865	4.600	9.732	12.923	14.350	13.406	879.742
Mulheres	143.512	6.927	4.096	8.666	11.356	12.825	12.313	922.272
População Urbana	277.799	8.935	4.078	10.910	10.673	13.001	12.205	1.792.881
População Rural	6.514	5.857	4.618	7.488	13.606	14.174	13.514	9.133
Área da unidade territorial (Km ²)	5.687	12.461	14.410	47.411	33.594	25.422	5.813	11.401
Terras indígenas (Km ²)	1.447	5.666	11.973	7.638	6.254	-	-	-
Densidade demogr.(hab./Km ²)	49,99	1,19	0,6	0,39	0,72	1,07	4,42	158,06

Fonte: IBGE (2010b).

Tabela 6. Crescimento populacional dos municípios.

Municípios	Elevação à município	População / ano						
		1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010
Boa Vista	1988	-	-	144.249	162.828	200.586	249.853	284.313
Mucajaí	1982	-	-	13.308	13.268	11.247	12.546	14.792
Iracema	1994	-	-	-	-	4.781	5.863	8.696
Caracará	1955	-	-	8.900	9.378	14.286	17.981	18.398
Rorainópolis	1995	-	-	-	-	17.393	24.466	24.279
Pres. Figueiredo	1981	-	-	7.089	9.842	17.394	24.360	27.175
Rio Preto da Eva	1981	-	-	6.519	9.629	17.582	24.858	25.719
Manaus	1856	311.622	633.383	1.011.510	1.154.330	1.405.835	1.646.602	1.802.014

Fonte: IBGE – Censo Demográfico (1970-2010); IBGE (2010b)

- informação não encontrada.

3.1.2 Breve histórico da BR-174

A rodovia BR-174 teve sua construção iniciada em 1970, mediante o convênio assinado entre o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e o Ministério do Exército (Tabela 7). Segundo dados do 6º Batalhão de Engenharia de Construção – Batalhão Simon Bolívar - 6º BEC (2004), responsável pela construção da rodovia BR-174, essa obra permitiu a ligação do extremo Sul ao extremo Norte do Brasil e ao Caribe, tornando-a de

grande importância econômica, turística e estratégica. Em consequência disto, retirando a região de Roraima do isolamento. O 6º BEC tem como missão atuar em obras de cooperação e convênios com órgãos públicos federais, estaduais e municipais. Suas principais obras são: construção de ferrovias, rodovias, portos, viadutos, pontes, açudes, barragens e poços artesianos.

Tabela 7. Breve história da rodovia BR-174.

Ano	Histórico
1970	Início da construção da BR-174
1977	Conclusão da ligação terrestre Manaus – marco BV-8 (fronteira Brasil/Venezuela)
1994	Foi realizada pavimentação asfáltica do trecho Boa Vista - marco BV- 8 , consolidando a ligação daquela capital com a Venezuela, e, em seguida, o asfaltamento do trecho Boa Vista – Caracarái
1997	Foram iniciadas obras de melhoria e asfaltamento dos trechos Manaus - Rio Alalaú (na fronteira estadual Amazonas/Roraima), e, Rio Alalaú - Rio Branco (na cidade de Caracarái)

Fonte: Adaptado de Silva e Sá (2003).

A primeira missão do 6º BEC foi executar os trabalhos necessários à melhoria da trilha entre Boa Vista/RR e Bonfim/RR, fronteira com a Guiana. Em seguida, com a assinatura do convênio com o DNER, em 26 de fevereiro de 1970, enfrentou o maior desafio da sua história, empregando todos os seus meios na construção da BR-174.

O principal objetivo da construção de BR-174 era consolidar a ligação rodoviária do estado de Roraima e o restante do Brasil (SILVA e SÁ, 2003). No entanto, até recentemente, tal ligação era extremamente precária, com trafegabilidade na região sul do estado de Roraima bastante comprometida por causa das inundações por longos períodos do ano, devido ao seu relevo muito baixo. Por outro lado, o acesso fluvial ao estado, possível apenas até a cidade de Caracarái (Sul da Capital Boa Vista/RR) era, e ainda continua sendo de forma intermitente, ficando interrompido durante os períodos de baixas vazões do rio Branco.

Conforme Silva e Sá (2003), devido à dificuldade de navegabilidade e às péssimas condições de trafegabilidades, havia épocas nas quais o acesso, à capital Boa Vista/RR, seria somente por via aérea. Esta configuração estabelecia uma situação de isolamento sazonal em relação ao restante do território brasileiro, gerando fortes restrições ao desenvolvimento e à consolidação econômica, como o alto custo de transporte resultando maior ônus no suprimento de produtos básicos ao Estado. Soma-se ainda a precariedade do suprimento de energia elétrica do Estado, que era atendido por um parque térmico à base de óleo combustível suprido pela Petrobras, a partir do estado do Amazonas. Portanto, uma

modificação neste contexto promoveria em Roraima uma redução do custo de vida local, estímulo à produção agrícola, uma vez que o Estado abriga a maior área de cerrado da Amazônia, e a articulação com o mercado consumidor de Manaus/AM e outras capitais do Norte/Nordeste.

Após a pavimentação da rodovia (BR-174), observou-se que nenhuma frota de caminhões apareceu para tirar proveito desta nova rota de exportação. A vantagem de economizar duas semanas em transporte rodoviário excedia o custo de exportar diretamente por navio. No entanto, o discurso relativo a uma rota de caminhão para a Venezuela serviu seu propósito, ganhando apoio político para pavimentar a rodovia. O aumento de desmatamento em Roraima é um dos custos ambientais contínuos da rodovia BR-174 (SILVA e SÁ, 2003).

Fearnside e Graça (2006) analisaram o asfaltamento da BR-319 (Manaus – Porto Velho) e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à “Amazônia Central”. Nesta ocasião, o discurso político para a pavimentação da BR-319 e da BR-163 beneficiaria o escoamento da produção industrial de Manaus/AM para São Paulo/SP, porém, sem garantia dessa afirmação. Tal discurso, segundo Abdala (1996) *apud* Fearnside e Graça (2005), é o mesmo da justificativa da pavimentação da rodovia BR-174, em 1997, no qual foi baseada no transporte dos produtos industriais de Manaus para a Venezuela em caminhão, onde seria exportado por navio para o porto de Houston, Texas, EUA. Para os autores o tempo do percurso seria reduzido em 15 dias, comparado com a exportação dos produtos diretamente por navio a partir de Manaus.

3.1.3 Breve histórico dos conflitos com os índios Waimiri-Atroari na abertura da rodovia

Os Waimiri-Atroari, povo indígena da família lingüística Carib, habitam uma região de floresta tropical ao norte do Amazonas e ao sul de Roraima, nas bacias dos rios Alalaú, Camanaú, Curiuaú e o igarapé Santo Antônio do Abonari. Após uma longa história de invasões violentas do seu território, estreitamente relacionadas às flutuações dos preços no mercado internacional de produtos florestais. Em 1973, a população dos Waimiri-Atroari foi reduzida de mais de 2000 pessoas, para entre 600 a 1000. Em 1983, a população chegou ao ponto mais baixo, 332 indivíduos (BAINES, 1991, 1993a).

A partir do final da década de 1960, o Governo Federal iniciou uma ocupação maciça do território Waimiri-Atroari através de grandes projetos de desenvolvimento regional. Entre

os anos de 1972 a 1977 as terras indígenas foram cortadas pela rodovia BR-174. Ainda neste período ocorreu a implantação da mina para extração de cassiterita na Vila Pitinga (Presidente Figueiredo/AM) do Grupo Paranapanema (BAINES, 1991) e a construção da Usina Hidrelétrica de Balbina pela ELETRONORTE. Para abrir a BR-174, foi organizada uma grande operação de "pacificação" dos Waimiri-Atroari pela FUNAI (BAINES, 1993b). Após uma longa história de conflitos interétnicos e uma resistência armada indígena contra as agressões dos invasores, culminando em vários ataques contra os funcionários da Frente de Atração Waimiri-Atroari da FUNAI (1970-1987) no início da década de 1970, os Waimiri-Atroari passaram a ser vistos, dentro do indigenismo brasileiro, como um exemplo paradigmático da resistência indígena.

3.2 Dados cartográficos e de sensoriamento remoto

A dinâmica da paisagem foi analisada ao longo de 30 anos, para tanto, foram utilizados dados correspondentes aos anos de 1978, 1988, 1997 e 2008. Os produtos de sensoriamento remoto utilizados foram imagem sensor *Multispectral Scanner Subsystem* (MSS) do satélite LANDSAT 2 e 3 para o ano de 1978 (Figura 10a e Tabela 8) e para o ano de 1988 imagens do sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite LANDSAT 5 (Figura 10b e Tabelas 9 e 10). Para os anos de 1997 e 2008, foram utilizados as imagens e os mapas do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (PRODES/INPE). Os dados cartográficos utilizados foram em escala 1:250.000, mapa de rodovias, vegetação, sede municipal do banco de dados do CENSIPAM e CPRM.

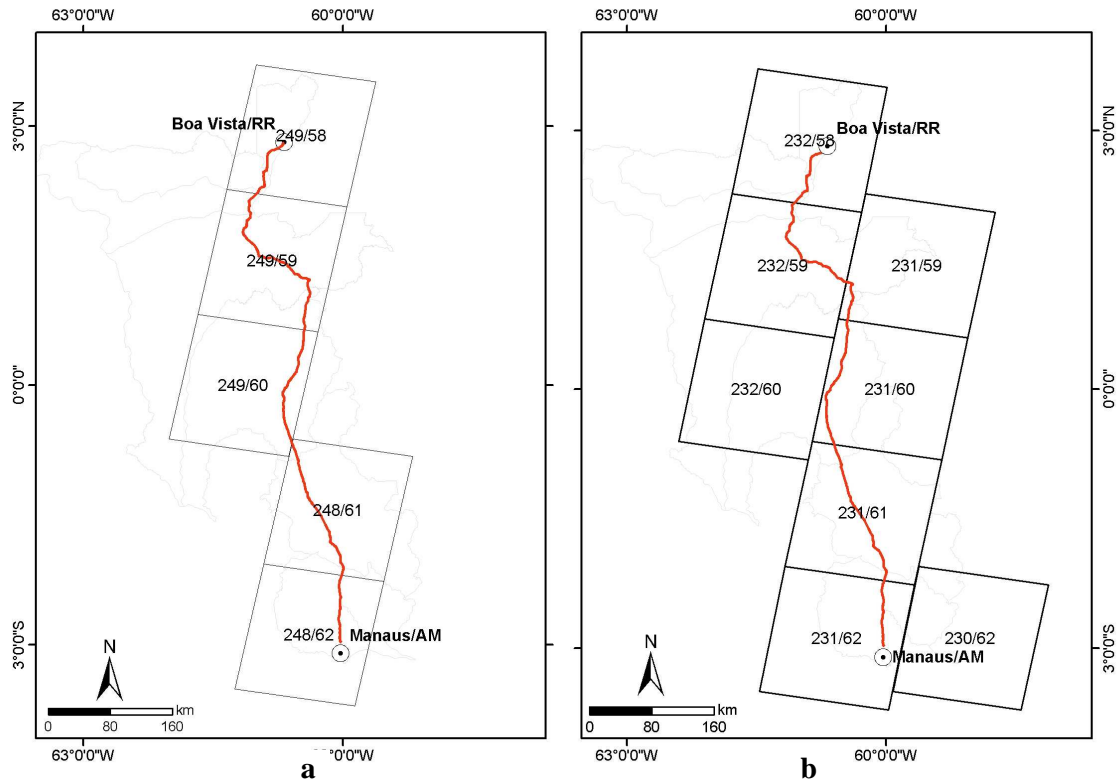


Figura 10. Cenas que cobrem a área de estudo entre Manaus/AM a Boa Vista/RR. a) MSS/LANDSAT 2 e 3; b) Imagens TM/LANDSAT-5.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8. Cenas MSS/LANDSAT 2 e 3 de 1978 a 1980.

Cena	Satélite	Data	Orbita	Ponto	Bandas	Resolução espacial
1	LS-2 - MSS	03-07-1979	248	61	4, 5, 6	79 m
2	LS-3 - MSS	03-07-1979	248	62		
3	LS-2 - MSS	02-10-1979	249	58		
4	LS-2 - MSS	07-02-1980	249	59		
5	LS-3 - MSS	05-08-1978	249	60		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 9. Cenas TM/LANDSAT 5 de 1987 a 1988.

Cena	Satélite	Data	Orbita	Ponto	Bandas	Resolução espacial
1	LS-5 - TM	12-07-1987	231	59	3, 4 e 5	30 m
2	LS-5 - TM	08-03-1988	231	60		
3	LS-5 - TM	15-08-1988	231	61		
4	LS-5 - TM	15-08-1988	231	62		
5	LS-5 - TM	09-10-1988	232	58		
6	LS-5 - TM	09-10-1988	232	59		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 10. Cenas TM/LANDSAT 5 de 1997 a 2008.

Cena	Satélite	Orbita	Ponto	Bandas	Fonte	Resolução espacial
1	LS-5 - TM	231	59	3, 4 e 5	PRODES/INPE	60 m
2	LS-5 - TM	231	60			
3	LS-5 - TM	231	61			
4	LS-5 - TM	231	62			
5	LS-5 - TM	232	58			
6	LS-5 - TM	232	59			

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Procedimentos metodológicos

3.3.1 Levantamento de dados e processamento

Uma pesquisa científica pode ser bibliográfica, documental, experimental, de levantamento, estudo de caso, pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa ação ou pesquisa participante (GIL, 1994). Neste contexto, este trabalho teve como base a pesquisa bibliográfica, documental e de levantamento, no qual se iniciou a partir da identificação do tema do trabalho. Com base no tema, foi realizada consulta em livros, teses, dissertações, anais, artigos, *sites*, periódicos e bancos de dados sócio-econômicos, a fim de embasar os conceitos essenciais, para serem utilizados na prática. Em seguida, realizaram-se análises de produtos de sensoriamento remoto, dados cartográficos e levantamento de campo do uso e cobertura da terra.

Para a análise da paisagem no entorno da BR-174 no trecho entre as capitais Manaus a Boa Vista foi levado em consideração uma faixa de 20 km, ou seja, 10 km para cada lado da rodovia. A determinação da faixa do estudo se dá em função de diversos estudos (SOARES-FILHO 1998; LAURANCE *et al.*, 2001; ESPIRITO-SANTO *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*,

2005; VENTICINQUE *et al.*, 2007; BRANDÃO Jr. *et al.*, 2007; VIANA e FONSECA, 2009; REIS e PINHEIRO, 2010), mostrarem que a maior porção do desmatamento acontece nas proximidades das estradas, ou seja, numa faixa média de até 5 km.

A seleção das imagens foi feita em consultas aos arquivos digitais do INPE, selecionando as imagens com o mínimo de cobertura de nuvens a fim de obter melhor visibilidade, e com data de aquisição a mais próxima da data de referência para a análise da fragmentação da paisagem (desflorestamento). Em seguida, foi feita a correção geométrica das imagens a fim de obter um posicionamento planimétrico adequado para um sistema de projeção cartográfico. Foi utilizada como referência uma imagem padrão já georreferenciada (imagens do PRODES de 2008), além de pontos de controle com um GPS ao longo da rodovia BR-174. O modelo de correção geométrica foi o polinomial de primeira ordem.

A correção geométrica das imagens de 1978 apresentou um EMQ médio de 1,226 pixel com máximo de 1,582 pixels e mínimo de 0,873 pixels, para este ano houve certa dificuldade em localizar feições para serem utilizadas como ponto de controle, uma vez que as imagens eram muito antigas. Para as imagens do ano de 1988 o EMQ médio foi de 0,658 pixel com máximo de 0,789 pixels e mínimo de 0,521 pixels. As Tabelas 11 e 12 apresentam o EMQ para cada imagem utilizada, bem como número de pontos de controle para cada imagem.

Tabela 11. Erro médio quadrático e pontos de controle das imagens de 1978.

Imagens 1978	EMQ (pixel)	Número de pontos de controle
249/58	1,235	6
249/59	1,075	5
249/60	1,582	7
248/61	1,365	8
248/62	0,873	7
Média	1,226	-
Maximo	1,582	-
Mínimo	0,873	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 12. Erro médio quadrático e pontos de controle das imagens de 1988.

Imagens 1988	EMQ (pixel)	Número de pontos de controle
232/58	0,659	8
232/59	0,798	6
232/60	0,589	9
231/59	0,789	7
231/61	0,680	6
231/62	0,521	9
230/62	0,572	5
Média	0,658	-
Maximo	0,789	-
Mínimo	0,521	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os mapas de desflorestamento para os anos de 1978 e 1988 foram elaborados a partir da classificação das imagens geradas pelos sensores MSS e TM. Para tanto, foi utilizada a classificação híbrida (MOREIRA, 2001), por meio do classificador denominado Máxima Verossimilhança (MAXVER) e correção dos erros pela interpretação visual na tela do computador. Foram consideradas na classificação as seguintes classes: floresta (floresta primária), desflorestamento (pastagem, solo exposto, estradas, área urbana, vegetação secundária), savana (cerrado, campos alagados), corpos d'água (rios, lagos) e nuvem (nuvem e sombra). Após a classificação dos polígonos, foi necessário fazer a análise visual nos mapas (1978 e 1988) e as correções dos erros de classificação, através da seleção dos polígonos com a classe determinada e a comparação das imagens, sobrepondo-as umas às outras, nas séries temporais (1978, 1988, 2008). Por fim, elaboração de mosaicos dos mapas de desflorestamento e comparação dos resultados com os mapas de vegetação do IBGE/SIPAM (2005).

O MAXVER é um classificador do tipo supervisionado, no qual é exigido o conhecimento prévio do fotointérprete sobre a área que se deseja classificar. Desta forma, é necessário o conhecimento dos alvos contidos na área. A partir dessas áreas são extraídas amostras de treinamento que contém uma representação espectral dos alvos no terreno (SCHOWENGERDT, 1983; MATHER, 1999). Com base nestas amostras, o classificador separa e identifica cada classe selecionada utilizando regras estatísticas pré-estabelecidas (SCHOWENGERDT, 1983; ADENIYI, 1985; MATHER, 1999).

3.3.2 Análise da estrutura da paisagem

Após a elaboração dos mapas temáticos dos anos selecionados foram realizadas análises da estrutura da paisagem, tais como, número e tamanho dos polígonos de desflorestamento, e a forma dos fragmentos florestais. Quanto ao tamanho, foram atribuídos quatro valores com categorias de: muito pequeno (menor que $0,01 \text{ km}^2$), pequeno (entre $0,01 \text{ km}^2$ a $0,1 \text{ km}^2$), médio (entre $0,1$ a $1,0 \text{ km}^2$), e por fim, grande (maior que $1,0 \text{ km}^2$). Para os anos de 1978 e 1988 foram contabilizados todos os polígonos. Nos anos de 1997 e 2008, foram utilizados os dados de desflorestamento do PRODES, onde a menor área mapeada é de $0,0625 \text{ km}^2$ (INPE, 2008). Neste caso, os polígonos classificados como “pequenos” estão na margem de $0,0625$ a $0,1 \text{ km}^2$. Para comparar todos os polígonos ocorridos no período de 1978 a 2008, foram padronizados os tamanhos dos polígonos excluindo-se aqueles menores que $0,0625 \text{ km}^2$ ($6,25 \text{ ha}$), nos anos de 1978 e 1988.

A forma dos fragmentos florestais foi obtida pelo índice de circularidade descrito por Metzger (2004), que fornece o valor “C”, é definida como a raiz quadrada da área do polígono em questão (área do fragmento – (A1), dividido pela área (A2) de um círculo de mesmo perímetro (P) do polígono (fragmento). Assim, com o perímetro do fragmento calcula-se o raio (R) como $R=P/2\pi$. Com base em R, determina-se a área ($A2=\pi R^2$) de um círculo de mesmo perímetro. Logo, quando C for igual a 1 (um), o fragmento florestal é circular. À medida que ele se torna mais alongado, o valor de C tende a diminuir, até chegar próximo de 0 (zero). Quanto mais próximo de 1 for o valor do índice de circularidade (C) do fragmento, mais ele será arredondado e, conseqüentemente, menor será sua razão borda/interior. Por outro lado, fragmentos alongados têm uma razão borda/interior alta. A primeira situação é a desejável, já que no fragmento haverá uma região maior de área intacta, por estar menos exposta aos efeitos de borda (BORGES *et al.* 2004). Para caracterizar a forma, os fragmentos foram classificados em muito irregulares ($C < 0,4$), irregulares ($C = 0,4$ e $0,65$) e regulares ($C > 0,65$), de acordo com o procedimento descrito por Meunier (1998).

3.3.3 Trabalho de campo

O trabalho de campo baseu-se numa viagem de Manaus/AM a Boa Vista/RR, passando pelos municípios ligados pela BR-174, entre os dias 15 a 17 de agosto de 2010. Esta etapa serviu para conhecer e caracterizar a região por meio de coleta de pontos (coordenadas), descrição da área (uso e ocupação da terra) e registros de imagens (Figura 11). Nesta etapa foi

utilizado um aparelho receptor GPS Garmin 76 Csx conectado a um notebook, onde foi anexado a um mosaico de imagens TM/LANDSAT no software *Trackmaker*, proporcionando assim uma exata localização do veículo. A cada 50 km foi feita uma parada, pré-determinada, e outras paradas em pontos diferentes conforme indícios de desflorestamento apontados na imagem e/ou locais considerados relevantes para o estudo.

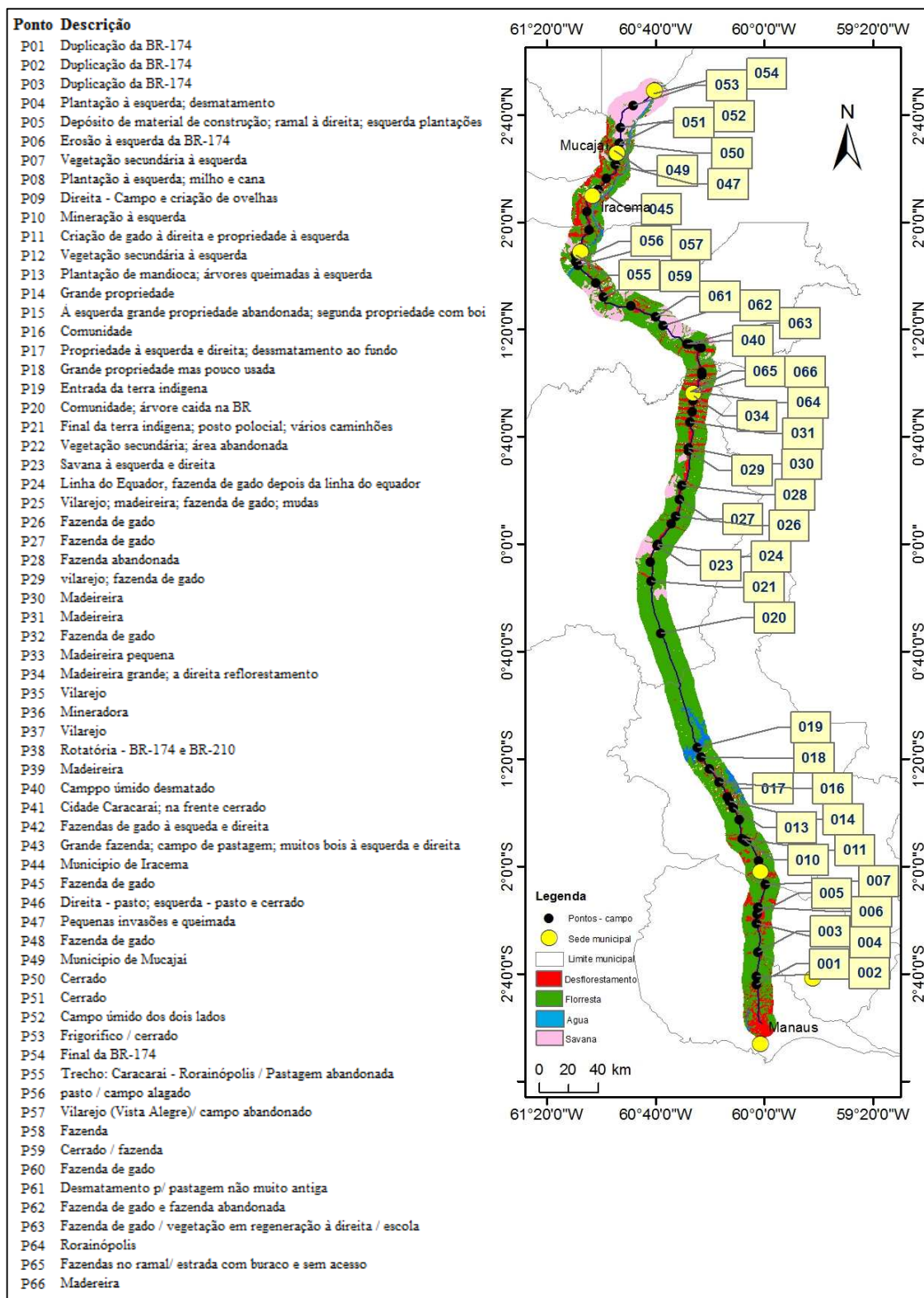


Figura 11. Mapa de pontos coletados durante o trabalho de campo e descrição da área observada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.4 Análise da relação entre desmatamento e distância à estrada

A etapa seguinte do estudo foi realizar a análise do desflorestamento em função da distância da estrada BR-174 (Figura 12). Esta análise permitiu conhecer a dinâmica da evolução do desflorestamento. Para tanto, foi levantado o total da área desmatada no incremento de 1 em 1 km da rodovia BR-174, até 10 km de extensão (limite do *buffer*).

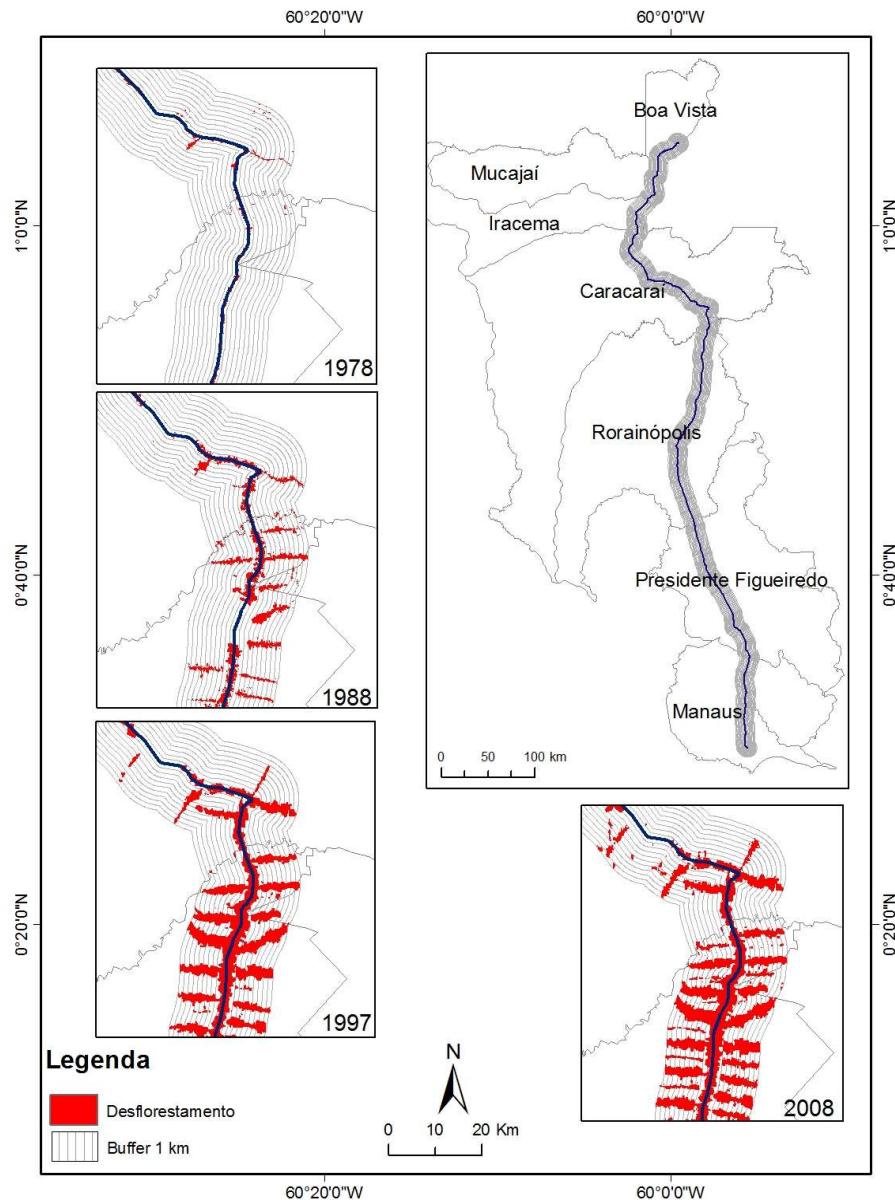


Figura 12. Mapa com aplicação das faixas de distâncias a cada 1 km no entorno da rodovia BR-174, utilizadas para a análise do desflorestamento. Em destaque a sequência temporal de um trecho da rodovia, onde pode ser observado a evolução do desflorestamento.

Fonte: Elaborado pelo autor.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 O desflorestamento ao longo da BR-174

A extensão total da rodovia BR-174 percorrida neste estudo foi de 750 km e uma área total estudada de 14.814 km², sendo cobertos a uma faixa de 20 km de distância ao redor da rodovia, divididos em 10 km para cada lado. O estudo permitiu verificar um elevado crescimento do desflorestamento (Figura 13), passando de 622,15 km² em 1978 para 2.618,58 km² em 2008, ou seja, 321% de aumento. No ano de 1988, foi possível identificar uma grande nuvem no município de Rorainópolis/RR, especialmente, sobre uma área de possível desflorestamento, sugerindo que a área desmatada pode ser maior que a contabilizada no estudo (Figura 14).

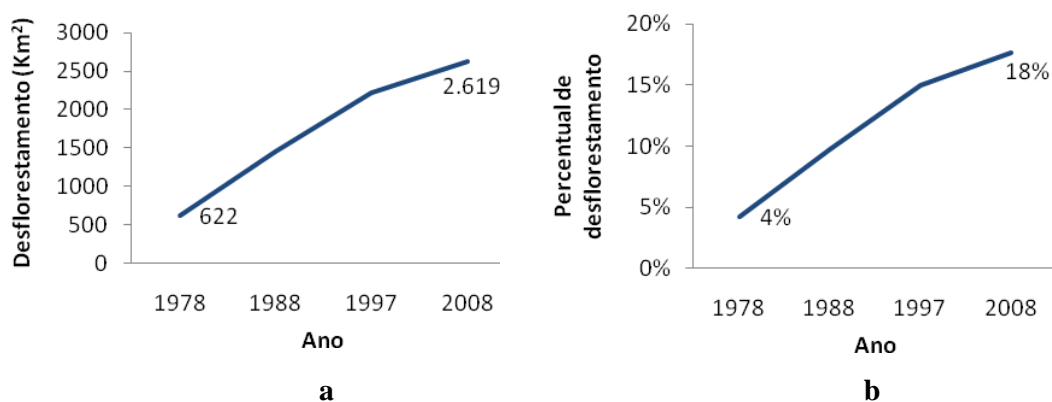


Figura 13. Desflorestamento ao entorno da BR-174. a) desflorestamento acumulado na área do estudo em km²; b) percentual de desflorestamento em relação a área do estudo. Fonte: Elaborado pelo autor.

O desflorestamento na área de estudo revelou particularidades de quantidades e tamanho de polígonos. Para os anos de 1978 e 1988 os métodos utilizados permitiram contabilizar todos os polígonos de desflorestamento, nos quais o maior número de polígonos foi registrado na faixa menor que 0,01 km². Para os anos de 1997 e 2008, foram empregados dados secundários do PRODES, na qual, são eliminados aqueles que possuem áreas menores que 6,25 ha (0,06 km²), ocasionando menor quantidade de polígonos na somatória.

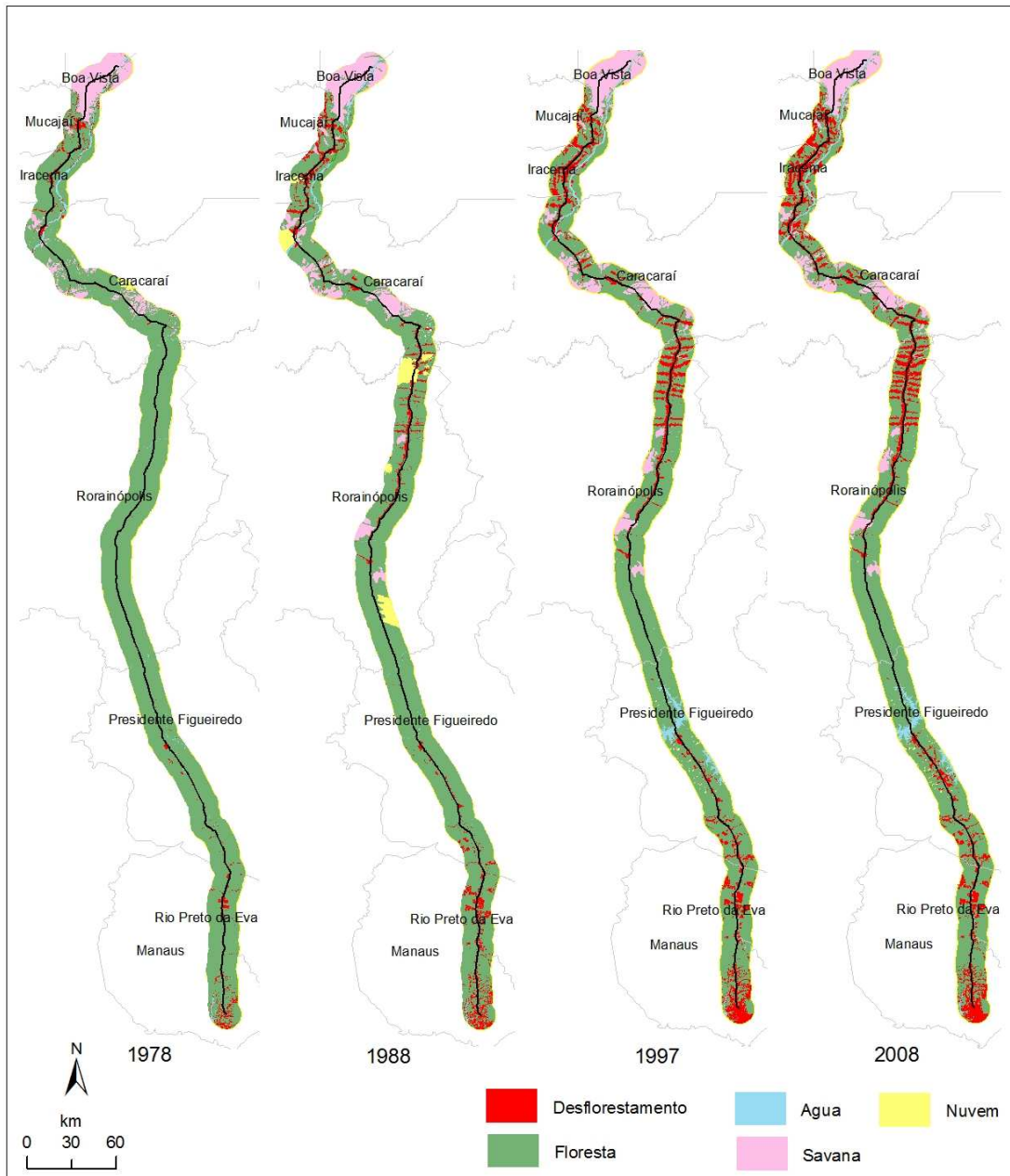


Figura 14. Mapa da evolução do desflorestamento na área de estudo (1978 a 2008).
 Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de polígonos de desflorestamento contabilizados em 1978 (Tabela 13) foi de 3.350, com tamanho médio de $0,36 \text{ km}^2$ e maior área com cerca de 80 km^2 em Presidente Figueiredo/AM. Aproximadamente 55% dos polígonos de desflorestamento apresentaram área menores do que $0,01 \text{ km}^2$, 36% entre $0,01$ a $0,1 \text{ km}^2$ e apenas 1% com áreas maiores que $1,0 \text{ km}^2$ (Figura 15a). O levantamento revelou que poucos polígonos possuem grandes áreas, isto pode ser atribuído ao fato do desflorestamento ter ocorrido nas proximidades da rodovia,

devido ao fluxo migratório do passado (IBGE, 2009; BARROS, 1996), onde observa-se que as propriedades desmatadas estão ao longo da rodovia (Figura 11).

Tabela 13. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1978).

1978 Município	Qtd Total	Qtd de polígonos por tamanho (km ²)			
		< 0,01	>= 0,01 < 0,1	>= 0,1 < 1	> =1
Boa Vista	294	198	96	0	0
Mucajaí	773	395	281	83	14
Iracema	156	84	54	14	4
Caracaraí	932	551	327	47	7
Rorainópolis	75	47	21	6	1
Pres. Figueiredo	210	125	62	18	5
Rio Preto da Eva	52	38	8	5	1
Manaus	858	397	354	98	9
Total	3350	1835	1203	271	41

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise de 1988 (Tabela 14), foram contabilizados 12.374 polígonos de desflorestamento, com tamanho médio de 0,16 km² e a maior área de 225,12 km², em Manaus. Cerca de 85% dos polígonos apresentaram área menores que 0,01 km², 12% entre 0,01 a 0,1 km² e 1% maiores do que 1 km² (Figura 15a). Percebe-se que neste período, grande parte do desflorestamento estão próximos às margens da rodovia. Os polígonos maiores, expandiram de 80 km² em 1978 para 225 km² em 1988. Na década de 1988, o desflorestamento foi influenciado pelo estabelecimento de propriedades de Projetos de Assentamentos criados pelo INCRA (IBGE, 2009; BARROS, 1996; BARNI, 2009), diversas famílias foram instaladas na região. Segundo Barros (1996), a dinâmica da distribuição dos fluxos migratórios foi na segunda metade da década de 1970 com a ocupação às margens das rodovias pelos primeiros migrantes e, posteriormente, nos anos de 1980, até aproximadamente 1988, foram sendo abertas viciniais para alojar os novos migrantes que chegavam.

O grande aumento do número dos polígonos menores do que 0,01 km², no ano de 1988 (10.508) com relação ao ano de 1978 (3.450), podem ter influência das imagens utilizadas sendo MSS (resolução 79 m) para 1978 e TM (resolução 30 m) para o ano de 1988. Assim, é possível uma maior contabilização dos polígonos menores, mesmo depois da retiradas dos ruídos da classificação. Outro fato foi à intensificação dos assentamentos de famílias na região que pode ter dado início ao desflorestamento em pequenas propriedades rural.

Tabela 14. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1988).

1988 Município	Qtd Total	Qtd de polígonos por tamanho (km ²)			
		< 0,01	≥ 0,01 < 0,1	≥ 0,1 < 1	≥ 1
Boa Vista	97	95	1	1	0
Mucajai	511	510	1	0	0
Iracema	368	323	38	3	4
Caracaraí	4.187	3.914	233	31	9
Rorainópolis	3.447	2.857	487	88	15
Pres. Figueiredo	1.770	1.472	241	48	9
Rio Preto da Eva	217	159	41	8	9
Manaus	1.777	1.178	445	137	17
Total	12.374	10.508	1.487	316	63

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para compatibilizar os dados da série histórica de desflorestamento de 1978 a 2008, foi feita uma simulação eliminando os polígonos menores do que 0,0625 km², para os anos de 1978 e 1988, adequando assim à metodologia PRODES. Desta forma, o resultado demonstrou que a maior porção de polígonos de desflorestamento concentram-se na categoria de “médios”, ou seja, com áreas entre 0,1 a 1,0 km². Em 1978 e 1988 foram aproximadamente 60%, e em 1997 e 2008, aproximadamente 50% estão dentro desta faixa (Figura 15b).

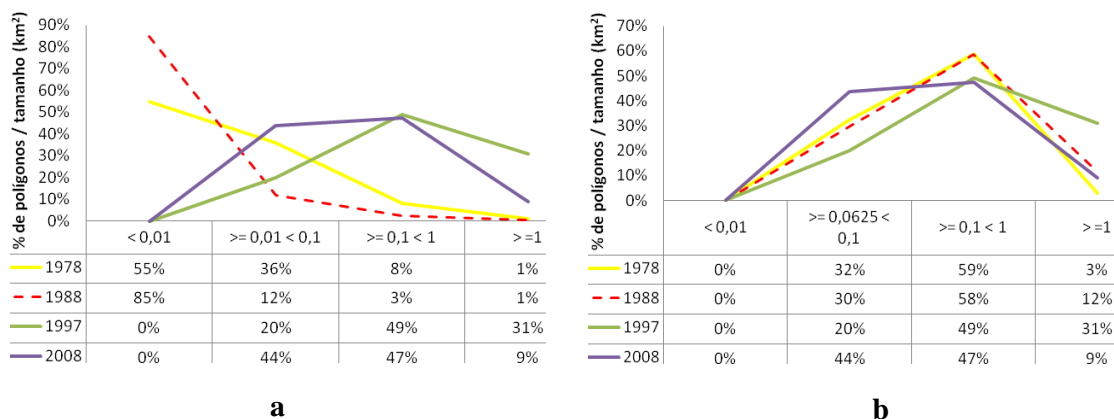


Figura 15. Tamanho dos polígonos de desflorestamento entre os anos de 1978 a 2008. a) com polígonos menores que 6,25 ha; b) sem os polígonos menores que 6,25 ha.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de polígonos com desflorestamento para 1997 (Tabela 15) foi de 542, com área média de 4,04 km² e a o maior área de de 161,32 km², no município de Rorainópolis/RR. A classificação do maior polígono encontrado pode ter sido influenciado pela descontinuidade dos desflorestamentos, conforme metodologia de análise do PRODES. Nesta análise foram

constatados que 108 (20%) polígonos são menores do que 0,1 km², 266 (49%) entre 0,1 a 1,0 km² e, por último, 168 (31%) polígonos maiores que 1,0 km².

Para o ano de 2008 (Tabela 16) foram contabilizados 2.502 polígonos de desflorestamento, com área média de 0,41 km² e maior área de 161,32 km² também no município de Rorainópolis. Para 2008, 44% dos polígonos de desflorestamento foram menores que 0,1 km², 47% entre 0,1 a 1,0 km² e, 9% maiores que 1,0 km².

Tabela 15. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (1997).

1997 Município	Qtd Total	Qtd de polígonos por tamanho (km ²)			
		< 0,01	≥0,01 < 0,1	≥0,1 < 1	≥1
Boa Vista	5	0	3	1	1
Mucajaí	60	0	6	30	24
Iracema	23	0	4	9	10
Caracará	91	0	12	43	36
Rorainópolis	103	0	31	44	28
Pres. Figueiredo	77	0	18	39	20
Rio Preto da Eva	35	0	3	14	18
Manaus	148	0	31	86	31
Total	542	0	108	266	168

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 16. Número e tamanhos dos polígonos de desflorestamento (2008).

2008 Município	Qtd Total	Qtd de polígonos por tamanho (km ²)			
		< 0,01	≥0,01 < 0,1	≥0,1 < 1	≥1
Boa Vista	8	0	3	4	1
Mucajaí	217	0	58	125	34
Iracema	194	0	74	99	21
Caracará	555	0	228	276	51
Rorainópolis	789	0	438	313	38
Pres. Figueiredo	432	0	190	213	29
Rio Preto da Eva	36	0	3	15	18
Manaus	271	0	102	138	31
Total	2502	0	1096	1183	223

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na análise dos dados deste estudo, verifica-se que em todos os anos houve aumento dos polígonos de desflorestamento maiores que 0,1 km², sendo 312 polígonos no ano de 1978, 379 em 1988, 434 em 1997 e 1406 polígonos em 2008. Esta análise sugere que na região

estudada as propriedades estão sendo cada vez mais ampliadas para uso da agricultura e pecuária, ou mesmo para extração da madeira para uso comercial.

A análise da forma dos fragmentos florestais remanescentes demonstrou que nos três anos estudados, todos os valores (100%) do índice de circularidade ficaram menores que 0,4, sendo classificados como “fragmentos muito irregulares”, ou seja, fragmentos com formas alongadas (Figura 16). No entanto, não foi possível gerar o índice de circularidade do ano de 1997 devido aos cálculos do PRODES indicar as áreas de floresta total que representa o ano de 2008. Avalia-se que este resultado possa ser devido à própria forma em que o estudo foi organizado, uma distância de 20 km ao longo da rodovia BR-174 para um grande comprimento 750 km (Manaus – Boa Vista) (Figura 14).

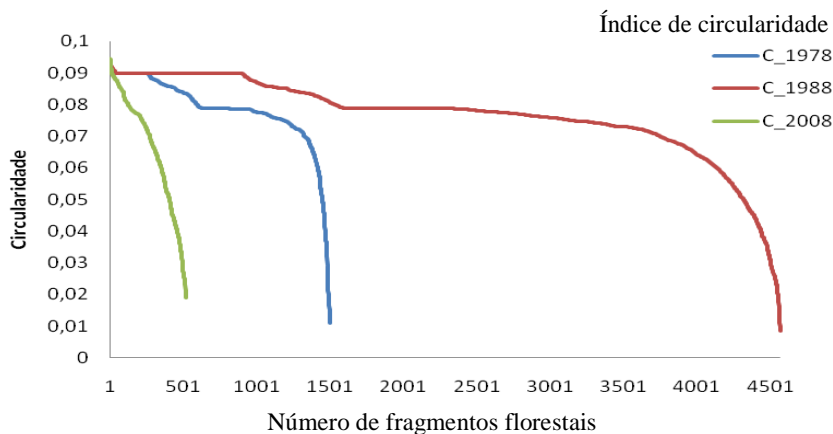


Figura 16. Índice de circularidade dos fragmentos florestais remanescentes.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Numa paisagem fragmentada os fragmentos remanescentes de mata, por exemplo, podem sofrer os efeitos de borda (processo de erosão) e endocruzamento (ocorrência de maior número de cruzamentos entre indivíduos aparentados) que podem levar à diminuição ou desaparecimento de sua biodiversidade (FORMAN, 1995). O mesmo autor comenta que a ação do homem resultante da agricultura, pecuária, mineração, abertura de estradas, entre outras, provoca a fragmentação das florestas contínua e com graus diferentes de intensidades. E, em estudos de planejamento e manejo da biodiversidade em regiões tropicais e principalmente na Amazônia, devem ser consideradas a fragmentação e a perda dessas áreas.

A área estudada possui uma boa conectividade florestal em ambos os lados da rodovia BR-174, no entanto, não possui conectividade de um lado para o outro (corredores ecológicos), formando um extenso isolamento da fauna e flora da região. A descontinuidade

da floresta se dá no município de Rorainópolis/RR por seus diversos ramais, e no município de Presidente Figueiredo/AM pelo alagamento da área da represa da Hidrelétrica de Balbina.

4.2 Análise do desflorestamento por município ao longo da BR-174

O desflorestamento ao longo dos 20 km da BR-174, em praticamente todos os municípios (Roraima e Amazonas), apresenta uma queda acentuada a partir das faixas mais próximas da rodovia para as faixas mais distantes (Figura 17). Este resultado reforça diversos estudos sobre a dinâmica de desmatamento na Amazônia, na qual a distribuição do desflorestamento possui caráter exponencial com relação à distância da estrada principal (SOARES-FILHO 1998; LAURANCE *et al.*, 2001; ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2004; FERREIRA *et al.*, 2005; VENTICINQUE *et al.*, 2007; BRANDÃO Jr. *et al.*, 2007; VIANA E FONSECA, 2009; REIS e PINHEIRO, 2010). A exceção de Boa Vista/RR o desflorestamento aumenta a uma distância de 6 km da rodovia devido à característica da vegetação na região, grande parte coberta por savanas e pequenas áreas de florestas mais distantes da BR-174.

No município de Rio Preto da Eva (Figura 17; “g”) o desflorestamento em 1988 (18,80 km²) aparece maior do que nos anos de 1998 e 2008 (17,38 km², respectivamente), no quilômetro 1,0. Para o ano de 1988 a soma dos polígonos de desflorestamentos menores do que 6,25 ha são de 196 polígonos e uma área total de 1,48 km². A diferença do levantamento é de 1,42 km² (18,80 - 17,38 = 1,42). Esta diferença se dá em função da metodologia PRODES que não leva em consideração no mapeamento do desflorestamento áreas menor do que 6,25 ha.

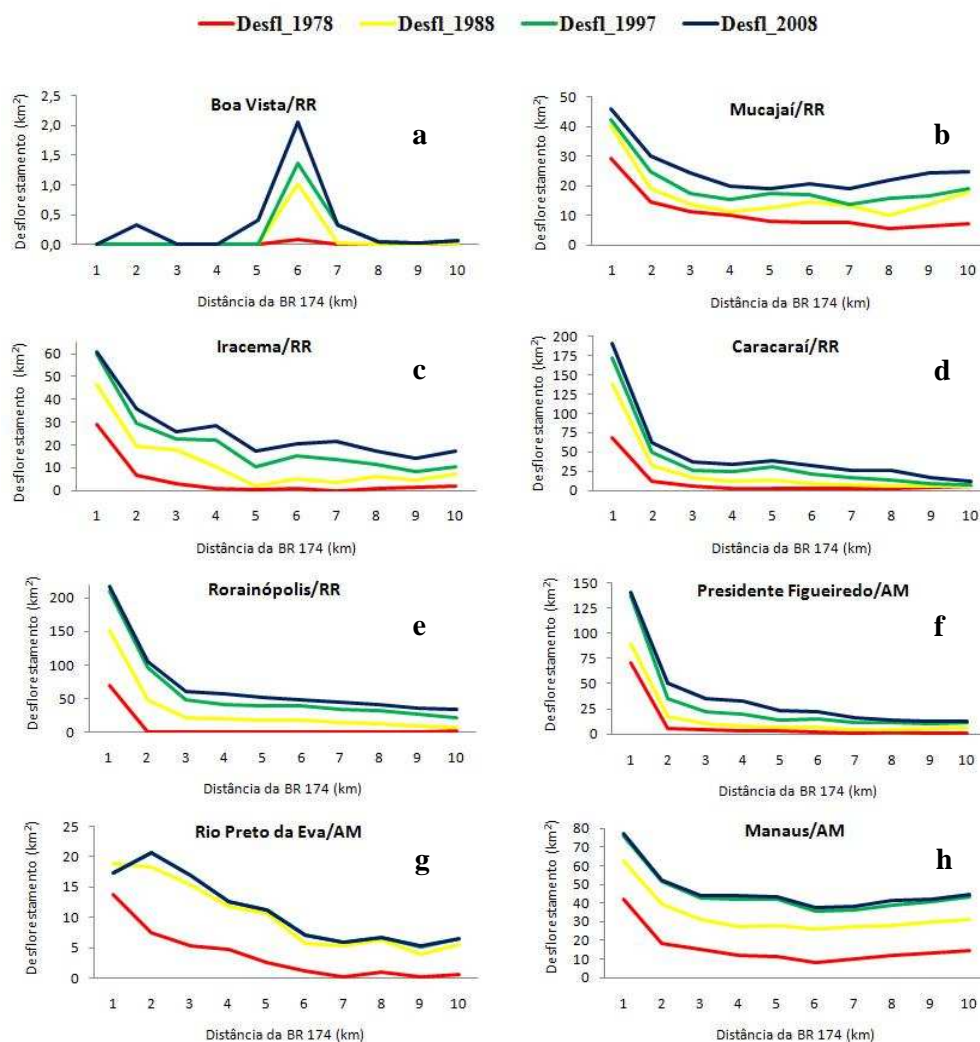


Figura 17. Desflorestamento ao longo da BR-174 com aplicação das faixas de distâncias a cada 1 km no entorno da rodovia. a) município de Boa Vista/RR; b) Município de Mucajaí/RR; c) município de Iracema/RR; d) município de Caracaraí/RR; e) município de Rorainópolis/RR; f) município de Presidente Figueiredo/AM; g) município de Rio Preto da Eva/AM; h) município de Manaus/AM.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Amazônia brasileira, diversos fatores contribuem para o desflorestamento como: a pecuária extensiva, a extração e o beneficiamento de madeira, a agricultura de larga escala voltada à produção de grãos, a produção camponesa (BARROS, 1995; NEPSTAD *et al.*, 2000; NETO, 2001; ALENCAR *et al.*, 2004; VIERA, 2004) e as atividades de produção de carvão vegetal, que também, contribuem diretamente para a remoção da floresta primária (HALL, 1991; NITSCH, 1994).

Em Roraima, segundo Barros (1996), o desflorestamento está associado a atividades de pecuária, mineração, colonização, obras, etc. Estas atividades foram intensificadas a partir

da década de 70 do século XX quando houve grandes fluxos migratórios para o Estado. A migração foi prolongada pelas décadas pós 70 na tendência pré-rodovia. A dinâmica da distribuição dos fluxos migratórios foi na segunda metade da década de 1970 com a ocupação às margens das rodovias pelos primeiros migrantes e, posteriormente, nos anos de 1980, foram sendo abertas viciniais para assentar a nova geração de migrantes, quando se verifica o estancamento entre 1988/09. Desta forma, os recursos de coleta de madeiras de alto valor, castanha e caça, foram se tornando progressivamente escassos nas áreas próximas das rodovias (BARROS, 1996).

O uso da terra na região, nas décadas de 1980-1990, era definido pela agricultura, coleta de castanha, extração de madeira e pecuária, a produção agrícola era escoada para os mercados de Boa Vista/RR e Manaus/AM. Devido às distâncias desses mercados, era difícil a expansão da produção, sendo formado, em algumas partes, um sistema familiar misto de agricultura como as roças para subsistências e arroz ou banana para venda; com pequeno rebanho e pequenos animais (aves, porcos); e coleta (castanha e extração seletiva de madeira). Portanto, a promessa de asfaltamento das BR-174 e BR-210 era uma forma de valorização da agricultura comercial (BARROS, 1996).

Os fatores relevantes para o desflorestamento, no estado de Roraima, tiveram como principais evidências a pecuária, a agricultura familiar e a extração de madeira. Estes fatores têm grande contribuição para o desflorestamento, uma vez que necessitam de pastos ou recursos florestais para o seu desenvolvimento, e se expande quando os recursos locais se tornam escassos. Apesar do grande fluxo migratório ocorrido em Roraima, principalmente na década de 1980, não se pode afirmar que a dinâmica do uso da terra teve proporções do desflorestamento com o crescimento populacional, destacando o município de Rorainópolis, que enquanto o desflorestamento, na área estudada, aumentou 18%, no período de 1997 a 2008 (Figura 18b), sua população teve um acréscimo de 41%, no período de 2000 a 2007 (Tabela 6), em todo município. Neste mesmo período a população de Mucajaí/RR aumentou 12% enquanto o desflorestamento 26%.

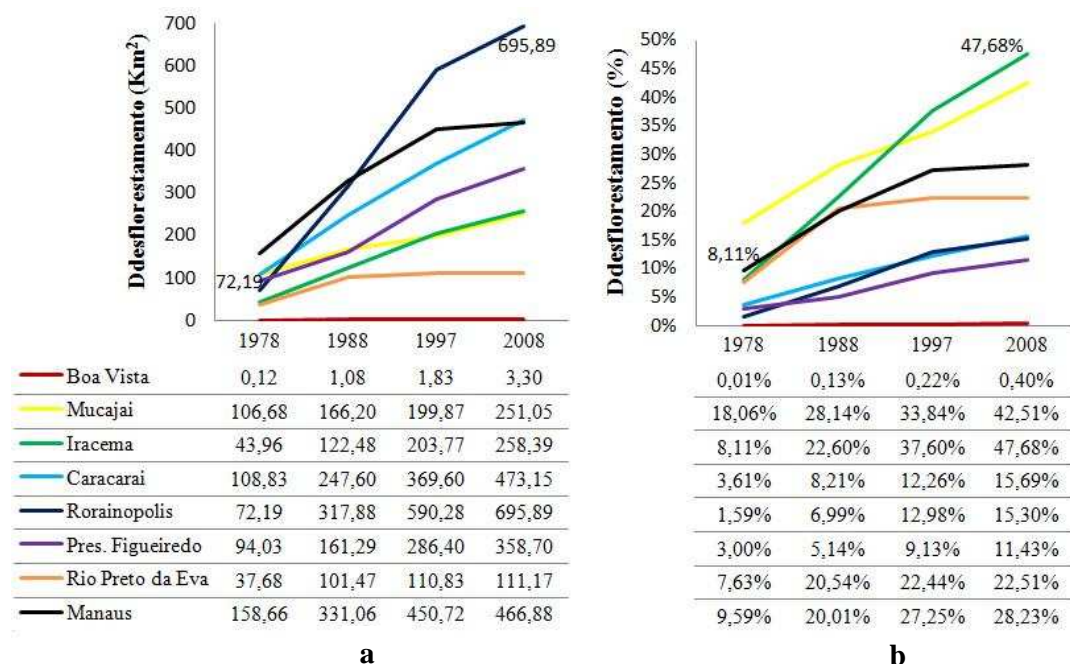


Figura 18. Desflorestamento no entorno da rodovia BR-174 (*buffer* de 20 km). a) desmatamento apontado em quilômetros quadrados; b) desmatamento apontado em percentual da área desmatada com relação à área estudada.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Barros (1996) comenta que houve evasão e abandono da fronteira entre 1988 e 1993 em todo estado de Roraima. A partir de 1993, novos imigrantes reanimaram por conta de investimentos públicos seletivos (educação, energia, recuperação de pontes e estradas, etc.). Entre 1990 a 1995, o INCRA teve 104 inscrições nos dois grandes Projetos de Assentamento Rural na Microrregião do Sudeste de Roraima, o Projeto de Assentamento Rápido do Jatapu e o Projeto de Assentamento Rápido Jauapery (Figura 19). Segundo o IBGE (2009), nas áreas de assentamentos do Sudeste de Roraima, também conhecido como *agrovilas*, cujo módulo rural é de 60 ha, pratica-se agricultura de subsistência de mandioca, milho, feijão, banana e arroz de sequeiro. Foram distribuídas 45 colônias, em todo Estado, e contabilizam 25 colônias nos municípios da área estudada (Tabela 17).

No mapa da Figura 19 é possível visualizar grandes áreas de desflorestamentos no município de Rorainópolis, na região dos assentamentos promovidos pelo INCRA. Isto reforça a tese do uso da terra pela transformação de florestas em pastagens, áreas agricultáveis e na extração de madeira feitas pelos colonos.

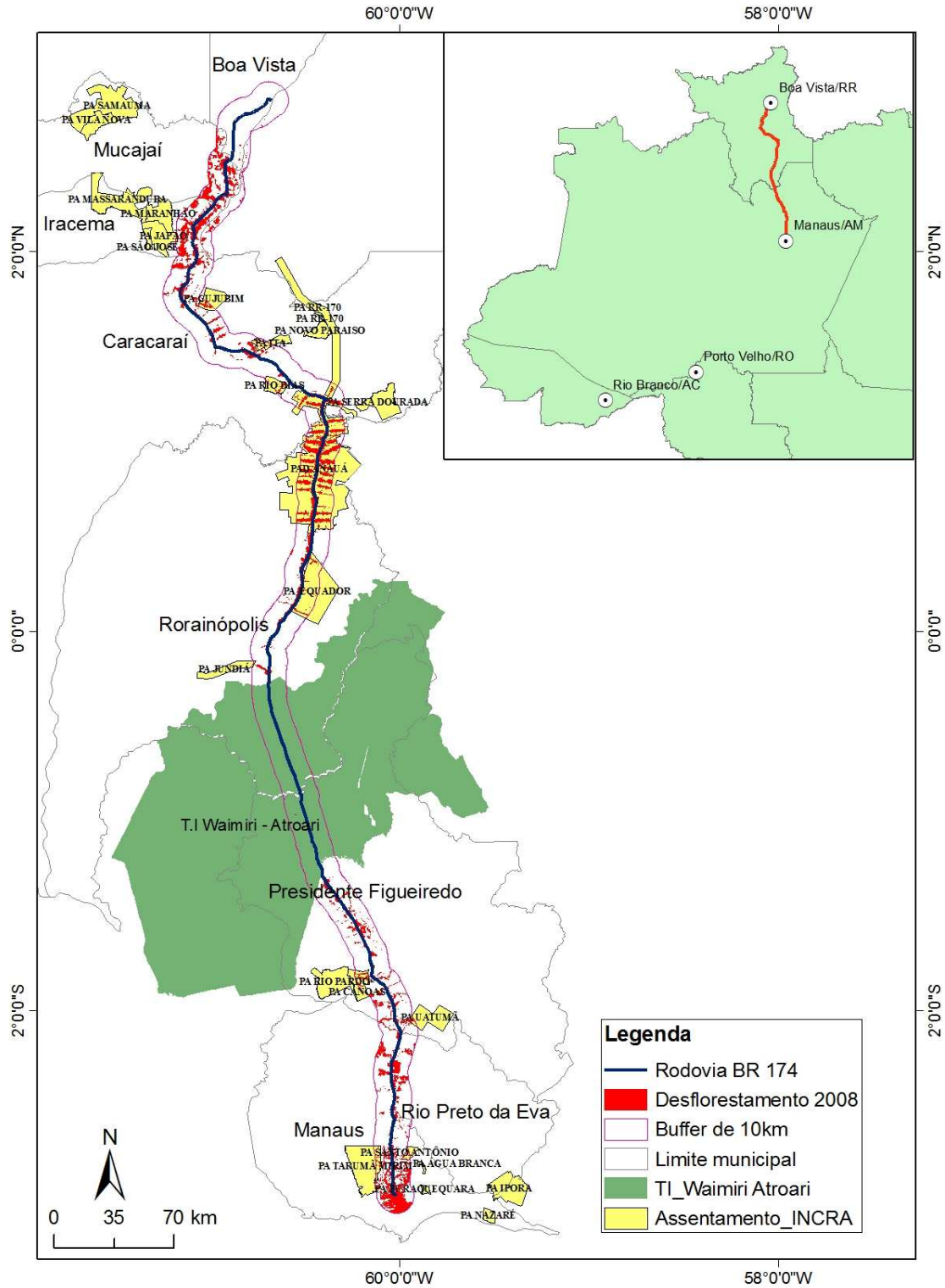


Figura 19. Mapa da área estudada com a indicação de desflorestamento em áreas de assentamentos promovidos pelo INCRA.

Fonte: Compilado pelo autor (INCRA, 2008; CPRM).

Tabela 17. Assentamentos do INCRA nos municípios estudados.

Cod_SIPRA	Denominação	Famílias	Capacidade	Data	Ocupação	Município	UF	Hectares
AM0017000	PA* IPORA	809		90705/13/91	Desapropriação	RIO PRETO DA EVA	AM	28814
AM0035000	PA NAZARÉ	66		12112/02/98	Compra e Venda	MANAUS	AM	4828
AM0009000	PA UATUMÃ	361		36604/01/87	Desapropriação	PRESIDENTE FIG.	AM	23522
AM0027000	PA ÁGUA BRANCA	36		3711/24/92	Arrecadação	MANAUS	AM	1275
AM0026000	PA SANTO ANTÔNIO	44		10808/20/92	Arrecadação	MANAUS	AM	4074
AM0022000	PA CANOAS	283		28509/02/92	Arrecadação	PRESIDENTE FIG.	AM	15049
AM0023000	PA TARUMÃ MIRIM	946		104207/27/98	Discriminação	MANAUS	AM	43032
AM0011000	PA PURAQUEQUARA	62		6012/03/87	Desapropriação	MANAUS	AM	1996
AM0033000	PA RIO PARDO	189		39601/25/96	Arrecadação	PRESIDENTE FIG.	AM	28191
RR0028000	PA RIO DIAS	107		15201/07/97	Arrecadação	CARACARAI	RR	9304
RR0024000	PA SAMAUMA	1016		102002/29/96	Arrecadação	MUCAJAI	RR	49649
RR0020000	PA VILA NOVA	161		25002/29/96	Arrecadação	MUCAJAI	RR	15315
RR0014000	PA RR-170	682		76801/19/95	Arrecadação	CARACARAI	RR	40858
RR0033000	PA MASSARANDUBA	423		39501/07/97	Arrecadação	IRACEMA	RR	42578
RR0026000	PA MARANHÃO	281		39001/18/96	Arrecadação	IRACEMA	RR	19079
RR0003000	PAD ANAUÁ	2692		484006/11/79	Arrecadação	CARACARAI	RR	218687
RR0008000	PA EQUADOR	236		210309/02/92	Arrecadação	RORAINOPOLIS	RR	61724
RR0017000	PA NOVO PARAISO	85		28401/19/95	Arrecadação	CARACARAI	RR	9178
RR0021000	PA SERRA DOURADA	297		47102/29/96	Arrecadação	CARACARAI	RR	24999
RR0023000	PA SÃO JOSE	33		16302/29/96	Arrecadação	CARACARAI	RR	4313
RR0016000	PA JAPÃO	299		41901/19/95	Arrecadação	IRACEMA	RR	20970
RR0014000	PA RR-170	682		76801/19/95	Arrecadação	CARACARAI	RR	700
RR0018000	PA CUJUBIM	161		24301/19/95	Arrecadação	CARACARAI	RR	14194
RR0015000	PA ITA	110		16001/19/95	Arrecadação	CARACARAI	RR	10065
RR0010000	PA JUNDIÁ	187		19001/19/95	Arrecadação	RORAINOPOLIS	RR	13331

Fonte: INCRA (2008).

* Projeto de Assentamento

4.3 O desflorestamento ao longo da estrada BR-174 em Roraima

A análise do crescimento do desflorestamento no período estudado (1978 a 2008) permitiu verificar que o município de Rorainópolis/RR apresentou o maior desflorestamento, sendo 72,19 km² em 1978 e 695 km² em 2008, um aumento de 862%. O município de Iracema sobressai no percentual da taxa de crescimento do desflorestamento, passando de 8,11% em 1978 para 47% em 2008 (Figura 18).

Durante o trabalho de campo foi possível observar no município de Rorainópolis/RR, algumas serrarias ao longo da rodovia BR-174 (Figura 20; fotos “h”, “i” e “k”) e, estima-se ainda, que existem outras serrarias na região, oficiais ou clandestinas, por via dos diversos ramais com estradas não pavimentados que são de difícil acesso.

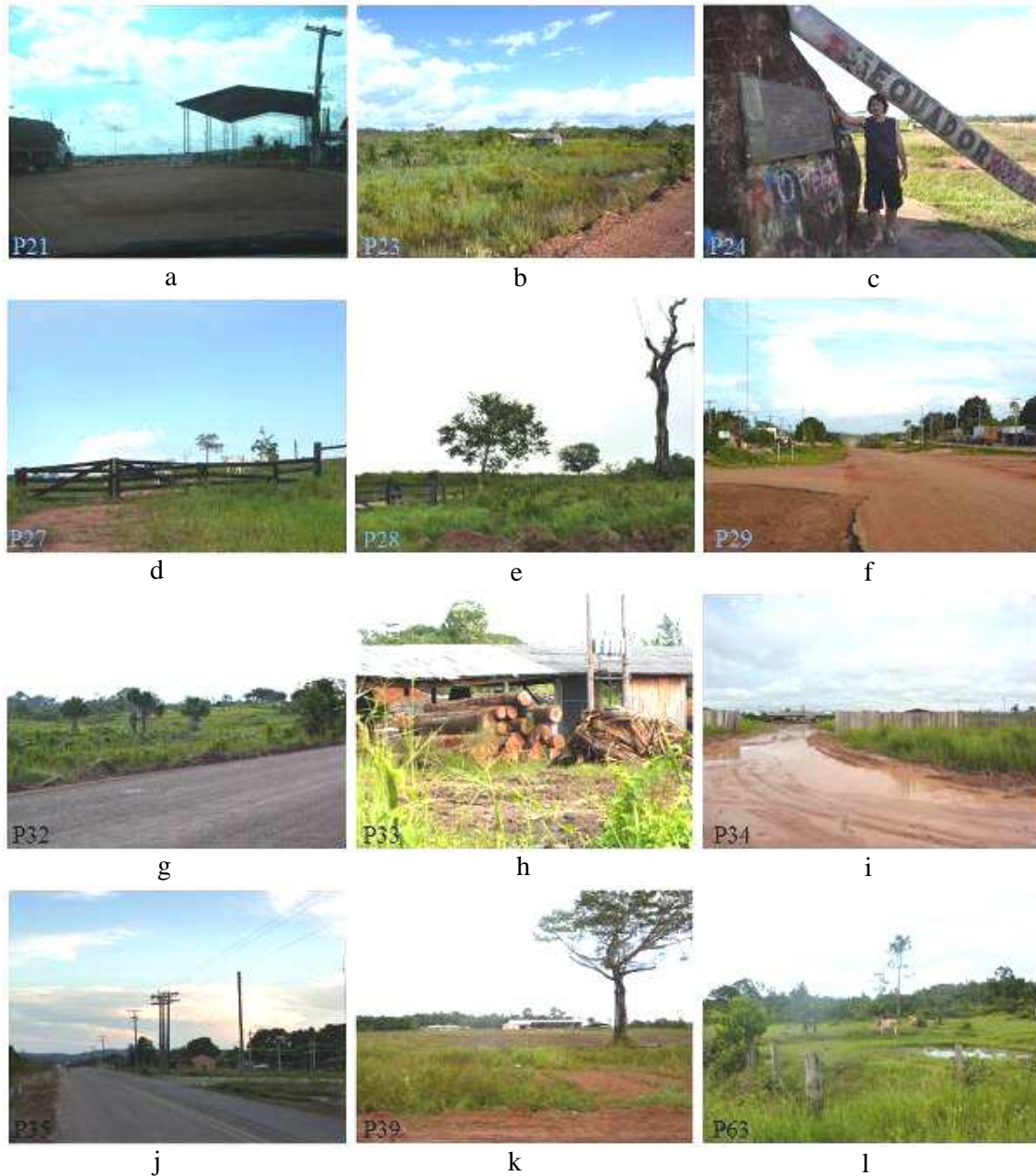


Figura 20. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo no município de Rorainópolis. a) Final da terra indígena, posto policial onde há fiscalização de cargas; b) Área de Savana; c) Linha do Equador, fazenda de gado depois da linha do Equador; d) Fazenda de gado; e) Fazenda abandonada; f) Vilarejo e fazenda de gado; g) Fazenda de gado; h) Serraria pequena; i) Serraria grande e reflorestamento; j) Vilarejo; k) Serraria. Foto do município de Caracaraí. l) Fazenda de gado, vegetação em regeneração.

Barbosa (1990) comentou que o pólo madeireiro do Sul de Roraima era localizado entre os municípios de São João da Baliza/RR e São Luiz do Anauá/RR, cidades localizadas ao longo da rodovia BR-210, onde se concentrava o maior estoque de madeiras, sendo disponibilizado pela abertura de Projetos de Assentamentos (PAs). A partir da década de

1990, o pólo madeireiro se deslocou para Rorainópolis/RR, cidade sede situada às margens da BR-174 e dentro do Projeto de Assentamento Dirigido (PAD) Anauá (BARBOSA *et al.*, 2008). Segundo os autores, essa transferência foi possível devido à facilidade do transporte da madeira para os mercados de Manaus/AM e Boa Vista/RR, com o asfaltamento da BR-174, e pela disponibilidade de madeiras em novas frentes à colonização no Sul do Estado devido ao declínio dos estoques verificados anteriormente no pólo localizado às margens da BR-210.

Conforme Barni (2009), as atividades de exploração e comercialização de madeiras em Rorainópolis estão ligadas à forte presença de madeireiros vindos anualmente de fora de Roraima para a exploração florestal, e tais madeireiros, transportariam toras para as serrarias à noite para burlar a fiscalização. As afirmações supracitadas têm relevância quando comparadas aos dados do agronegócio IBGE (2009), onde Rorainópolis aparece como o maior produtor (extração e comercialização) de madeiras em toras, sendo 32.000 m³ (Tabela 4). No entanto, não se pode atribuir o desflorestamento na região apenas a um único fator, pois várias áreas foram criadas para assentamentos onde são utilizadas na agricultura e pecuária (Tabela 3).

O município de Rorainópolis apresentou 97% do desflorestamento de 1978 até 1,0 km de distância da rodovia (Figura 17). Esta evidência reflete nos Projetos de Assentamento feitos pelo governo na década de 1970, uma vez que sua implementação se deu as margens da rodovia (BARROS, 1996). Para o autor, na década de 1980, foram sendo abertas viciniais para alojar os novos migrantes, então se verifica que o percentual do desflorestamento teve uma queda significativa nas proximidades da rodovia, revelando um grande aumento nas faixas mais distantes, como observado em 2008, onde o desflorestamento caiu para 31% na faixa de 1,0 km (Figura 17). Outro fato importante foi a evidência do aspecto econômico dos municípios com base nas grandes propriedades situadas às margens da rodovia BR-174; pode-se verificar: propriedades produtoras (pecuária e agricultura), terras abandonadas e terras sem condição de uso devido ao alagamento do terreno.

Grande parte do percurso visitado no trabalho de campo, foi possível visualizar áreas de desflorestamento às margens da rodovia BR-174 (Figura 21), nestes locais foram observadas instalações de famílias, loteamentos, fazendas abandonadas, desflorestamentos associados a pastagens, agricultura, pecuária, queimadas e abertura de ramais. Um aspecto que contribui para o desflorestamento ao longo da estrada é o fato da população se concentrar as margens das rodovias. A este fato, refere-se aos projetos de assentamentos feitos pelo governo desde a época da construção da rodovia BR-174.

O ponto 21, observado na Figura 21, representa o fim das terras indígenas Waimiri Atroari, onde há um posto policial de controle de cargas transportadas por caminhões (Figura 20; foto “a”), e a partir daí, começam as áreas desflorestadas que aparentemente surgiram com a construção e pavimentação da rodovia (Figura 20; foto “b”). A partir do ponto 22 (Figura 21), em direção ao norte, é possível visualizar alterações na cobertura vegetal, ainda que começam a surgir áreas cobertas por Savanas (Cerrado).

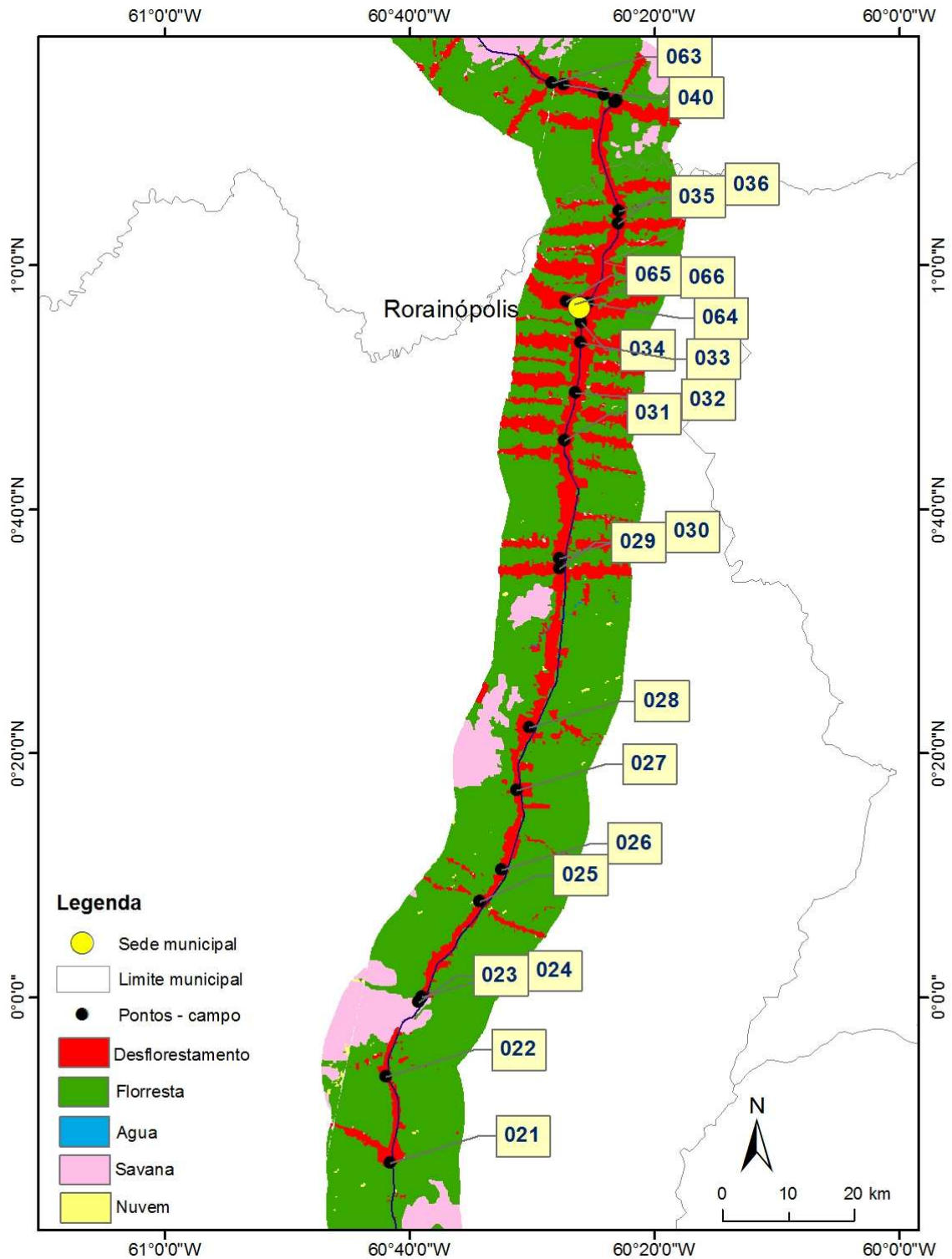


Figura 21. Desflorestamento acumulado até 2008 e pontos observados em campo no município de Rorainópolis.
 Fonte: Elaborado pelo autor.

No município de Boa Vista/RR, os resultados das análises do deflorestamento apontam a menor taxa em 1978 (0,12 km²) e em 2008 (3,30 km²) (Figura 18). Apesar do grande aumento percentual (2.650%) do desflorestamento na Capital, entre 1978 e 2008, não representa grande impacto quando comparados com a área dos demais municípios do estudo.

Boa Vista teve seu crescimento (1940-1980), primeiramente, com a criação do município de Caracaraí (1955) – que passava a desempenhar importante papel de escoamento e recebimento de mercadorias, em seu porto no Baixo Rio Branco, para Manaus/AM, e que possibilitava a transferências, via estrada, para Boa Vista. Somados a isto, o governo criou vários incentivos que contribuíram para o crescimento da população urbana em Boa Vista (VALE, 2005). Nesta época, a população passou de 7.424 para 28.871 habitantes (IBGE, 1990).

No segundo momento, já na década de 1970, ocorreu uma expansão periférica, principalmente, por conta da implantação do 6º Batalhão de Engenharia de Construção (6º BEC). E posteriormente, veio o *boom* do garimpo de diamantes, que apesar de existir desde o final da década de 1930, seu grande momento ocorreu no final dos anos de 1980 (BARROS, 1995). Verifica-se entre 1987 e 1990, um grande fluxo migratório estimulado pela busca do ouro nos garimpos de Roraima, onde a população de Boa Vista quase dobrou, passando de 72.758 em 1987 para 115.247 em 1990 (IBGE, 1990).

Boa Vista passou de um uso exclusivamente na pecuária extensiva para um uso diversificado que inclui uma pecuária mais moderna e a policultura (IBGE, 2009). A diversificação chegou inclusive aos criatórios de peixes em tanques para atender à demanda crescente de pescado dos mercados de Boa Vista e Manaus. Essa policultura citada, corresponde, também, aos estabelecimentos encontrados na visita de campo, como por exemplo um grande frigorífico instalado às margem da rodovia (Figuas 22 e 23; foto “1”).

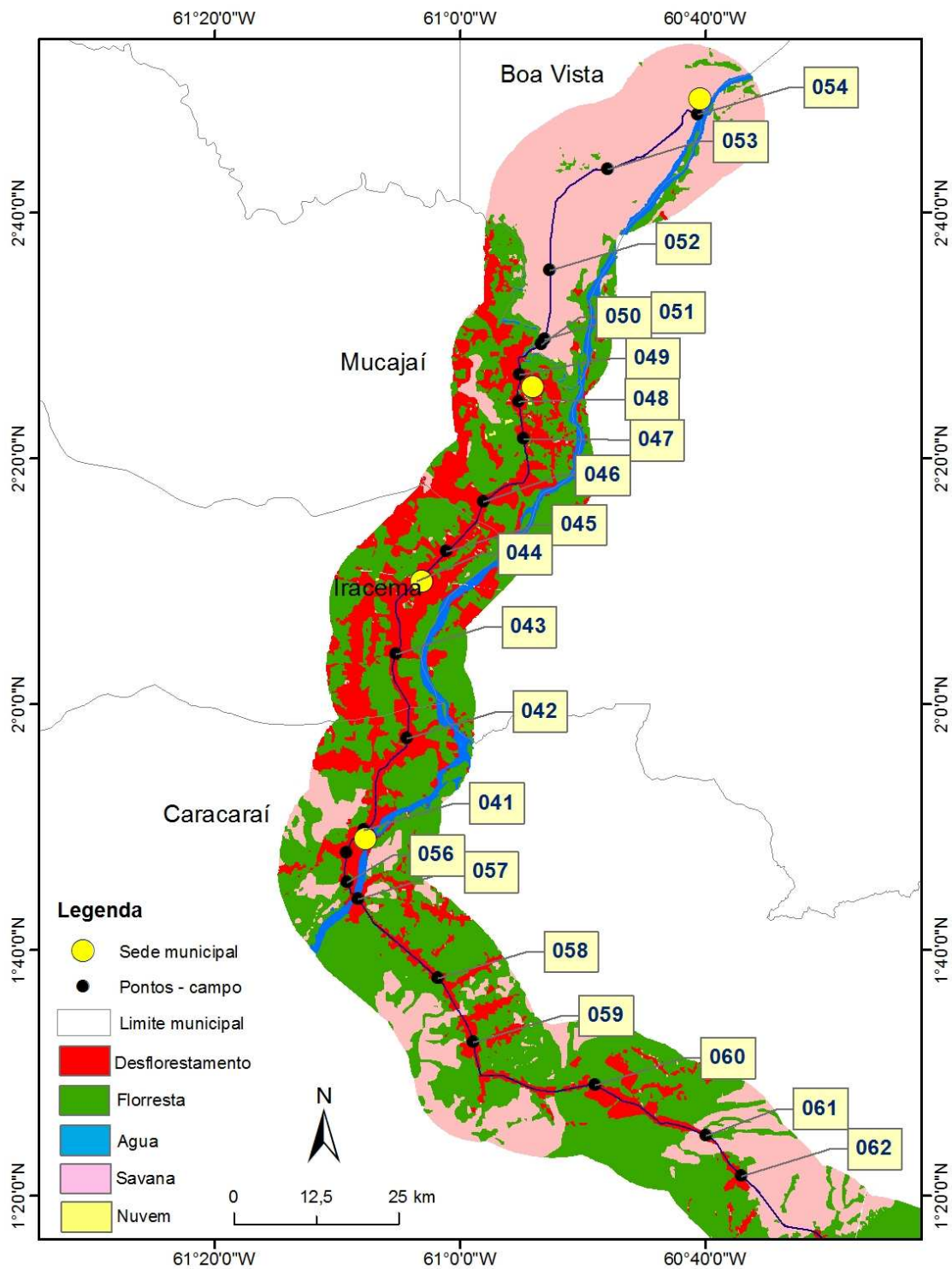


Figura 22. Desflorestamento acumulado até 2008 e pontos observados em campo nos municípios de Caracará, Iracema, Mucajaí e Boa Vista.

Fonte: Elaborado pelo autor



Figura 23. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos municípios de Caracaraí, Iracema, Mucajaí e Boa Vista. a) desmatamento para pastagem de gado; b) fazenda de gado; c) fazenda de gado; d) cerrado e fazenda; e) fazenda de gado; f) grande fazenda com campo de pastagem e muitos bois; g) município de Iracema; h) fazenda de gado; i) município de Mucajaí; j) cerrado; k) cerrado; l) frigorífico / cerrado.

No município de Mucajaí, apesar de manter os padrões de desflorestamento nos primeiros quilômetros próximos à rodovia, verifica-se na Figura 17 um crescimento a partir da faixa de 6 km, observado, principalmente, no ano de 2008. Isto revela a expansão

territorial fora das margens da BR-174. Em 1978, o desflorestamento na área estudada foi de 106,68 km² e passou para 251,05 km² em 2008 (Figura 18), um acréscimo de 135%, ficando este com a menor taxa de crescimento dos municípios. Nos primeiros quilômetros de distância da rodovia, o desflorestamento foi de 41% até o 2 km em 1978, e passou para 30% em 2008 sendo que neste ano, os últimos quilômetros somavam 20% (9 e 10km) (Figura 17).

Na avaliação do desflorestamento, pode-se associar, também, a pecuária e o extrativismo. Na pecuária, Mucajaí aparece como o terceiro maior produtor de bovinos com 30.100 cabeças (Tabela 3) e, na extração de madeiras de tora, é o segundo, com 11.000 m³ (Tabela 4).

Iracema foi o município com a maior taxa de desflorestamento na área de estudo, apontados 43,96 km² (8,11%) no ano de 1978 e passando para 258,39 km² (47,68%) em 2008 (Figura 18), um aumento de 488%. Do total de desflorestamento, 82% concentravam-se até 2 km de distância da rodovia em 1978 (Figura 17), sendo 66% no primeiro quilômetro. Em 2008, esse percentual caiu para 37% de desflorestamento até o 2 km.

O efetivo de bovino, apontado no município de Iracema (Tabela 3), sendo o maior rebanho (210.501 cabeças), pode ter influenciado nas altas taxas de desflorestamento desse município, que também, pode ser verificado nas grandes propriedades pecuarista às margens da rodovia (Figura 23; foto “f”).

Segundo censo agropecuário do IBGE (1995-1996), nos pastos mais produtivos da Amazônia (Pará, Tocantins, Mato Grosso e Rondônia), que correspondem a 20% do total, tinha uma lotação média de 1,38 cabeças por hectare. A lotação média restante (80%) da Amazônia era apenas 0,5 cabeça/ha (ARIMA e VERÍSSIMO, 2002). Comparando o número de cabeças de bois no município (210.501) e multiplicando pelo fator 0,5 (cabeça/ha), seriam necessários 105.250 ha (1.052,5 km²) de áreas destinadas à pecuária. Isto reflete no aumento do desflorestamento e, principalmente nas áreas mais distantes da rodovia.

Caracará tem o principal porto do estado de Roraima, que foi muito importante no passado (antes da abertura da BR-174) e que perdeu sua função com a construção da rodovia BR-174, conhecida como Manaus-Caracará. A cidade localiza-se a jusante da primeira cachoeira do rio Branco, o que permitia que embarcações de maior calado pudessem alcançá-la na maior parte do ano, impedindo a navegação somente no auge da estação seca. Somente cargas seletivas, como por exemplo o transporte de combustíveis, são feitos em barcaças por constituírem o melhor meio de deslocamento (IBGE, 2009). Caracará, em 2009, contava com o desenvolvimento de sua zona rural, a partir da derrubada de matas e implementação de pastagens, podendo ser constatados no trabalho de campo (Figuras 22 e 23; fotos “a”, “b”,

“c”, “d” e “e”). Na área urbana o município contava com o comércio e a prestação de serviços, tanto na área pública quanto na privada, e ainda é comum a chegada de migrantes oriundos dos assentamentos agrícolas que chegam em busca de melhores condições de vida (IBGE, 2009).

O desflorestamento no município de Caracaraí (Figura 18) representava 108,83 km² em 1978, sendo 63% na faixa de 1km de distância da rodovia, e em 2008, chegou a 473,15 km², sendo que 40% na primeira faixa, um aumento de 335% do total desmatado (Figura 17). Esse aumento do desflorestamento pode ser justificado com os dados do IBGE, supracitados, onde houve uma crescente expansão da população rural nas últimas décadas, sendo possível afirmar também, devido o município ter registrado o quarto maior rebanho bovino (28.000 cabeças) (Tabela 3), e sendo o segundo município no quantitativo de áreas destinadas aos proprietários individuais (128.319 ha). A produção de madeira teve a maior representatividade em toras, sendo 3.400 m³ (Tabela 4).

4.3 O desflorestamento ao longo da BR-174 no Amazonas

Manaus aparece como município de maior desflorestamento, sendo 158,66 km² em 1978, passando para 466,88 km² em 2008 (Figura 18). Uma taxa de crescimento de 194%, ficando em segundo lugar neste último ano. O município apresentou 27% de sua área com desflorestamento às margens da rodovia, ou seja, até 1 km de distância, em 1978 (Figura 17) e, em 2008, somente 17% do desflorestamento estava no primeiro quilômetro, aumentando assim, nas faixas mais distantes (10% na faixa de 10 km). A crescente urbanização da cidade fez com que o desflorestamento se deslocasse para faixas mais distantes (Figura 24). No entanto, existem várias propriedades situadas às margens da rodovia BR-174 no sentido Norte em direção a Presidente Figueiredo (Figura 24; Pontos “7”, “8”, e “9”. Figura 25; fotos “d”, “e” e “f”). Lembrando que nesta parte da rodovia, à esquerda do mapa pertence ao município de Manaus e à direita pertence ao município de Rio Preto da Eva.

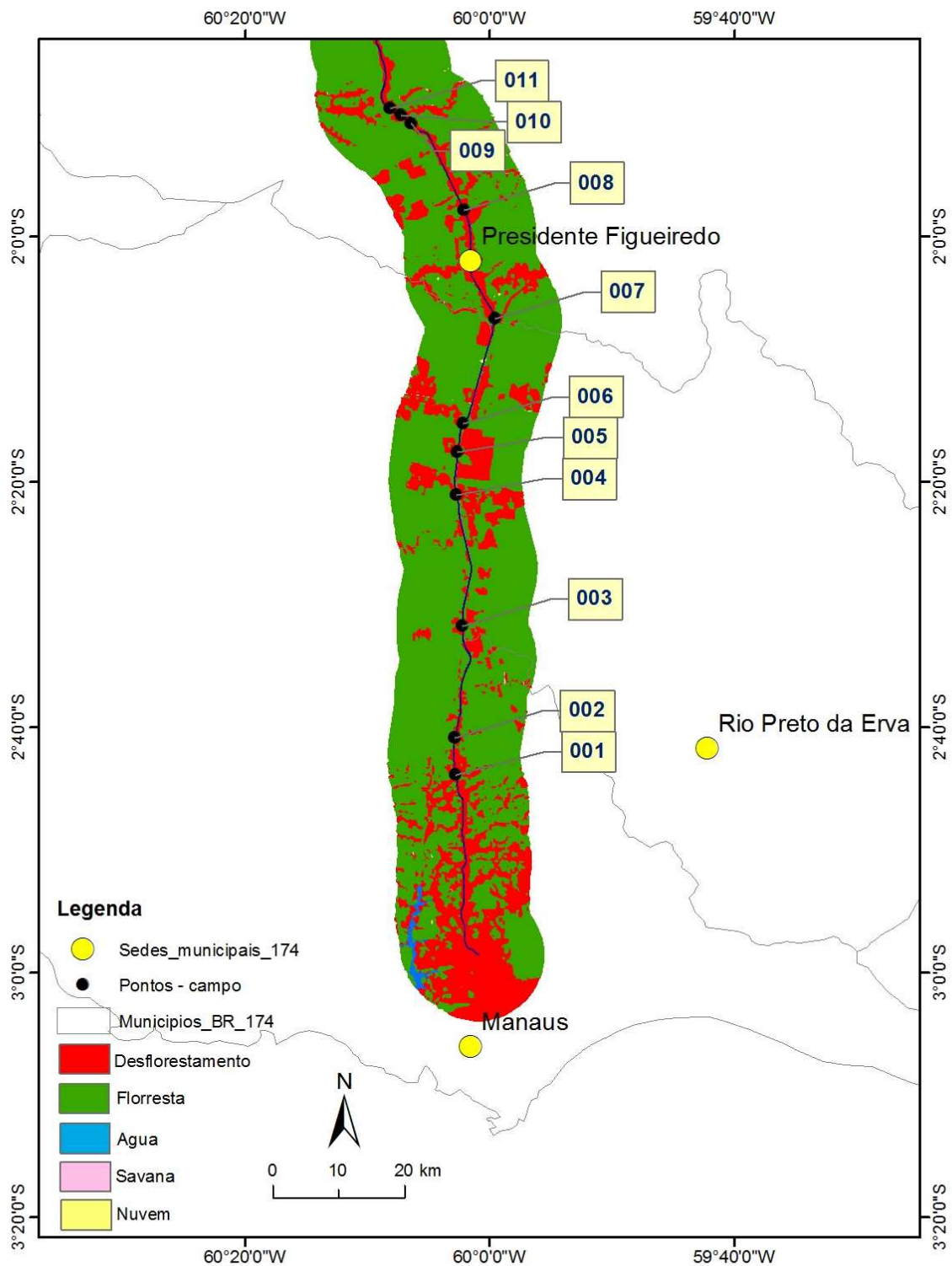


Figura 24. Mapa de desflorestamento em 2008 e pontos observados em campo nos municípios de Manaus e Rio Preto da Eva.

Fonte: Elaborado pelo autor.

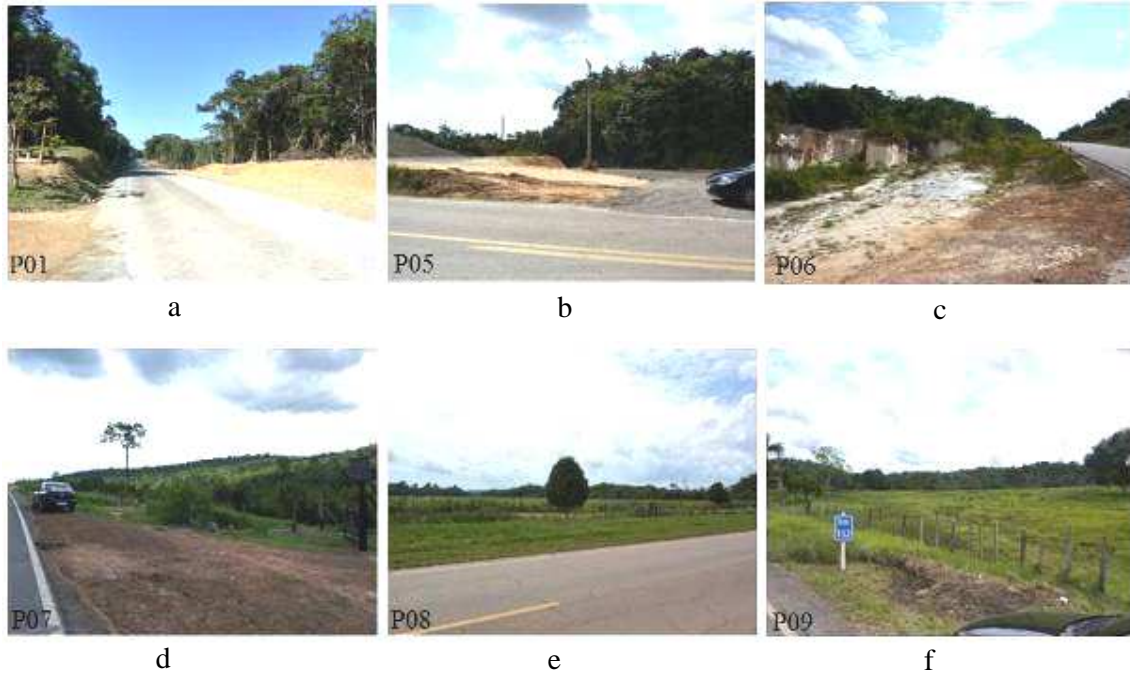


Figura 25. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos municípios de Manaus e Rio Preto da Eva. a) Obra de duplicação da BR-174; b) Depósito de material de construção, ramal, e plantações; c) Erosão; d) Vegetação secundária; e) Plantação de milho e cana; f) Campo e criação de ovelhas.

De acordo com Marques e Pinheiro (2011), a principal causa do desflorestamento em Manaus se dá devido o crescimento demográfico, a necessidade de ampliação das habitações na cidade e as atividades associadas à urbanização, além de outras práticas como a agricultura e pecuária.

Segundo Nogueira *et al.* (2007), a expansão demográfica na cidade de Manaus, até a década de 70 do século XX, apresentava um quadro de ocupação do espaço urbano onde os aglomerados estavam nas zonas administrativas Sul, Centro Sul, Oeste e Centro Oeste. No ano de 1970 a população de Manaus era de 311.622 habitantes (Tabela 6). Com o advento da criação da Zona Franca de Manaus esse quadro sofreu importantes alterações, principalmente devido ao contingente humano vindo do interior do Estado. Outras áreas começam a surgir oriundas de ocupações irregulares. No final da década de 70 do século XX começa a expansão para as zonas administrativa Leste e Norte, seja por ocupações regulares e/ou irregulares, o uso da terra tornou-se mais estratificado e as novas ocupações foram se formando na cidade. Os autores comentam que até a década de 80, do século XX, existiam 37 bairros mais o Distrito Industrial, e em 2007 registrava-se 56 bairros e inúmeras comunidades que ainda não são oficialmente bairros, criadas em sua grande maioria a partir de ocupações irregulares. Em 2007 o número de habitante chegou a 1.646.602 (Tabela 6). Ainda na década de 1980, o poder

público (Estado e Prefeitura) criou um grande número de loteamentos com o intuito de entregar a população uma área asfaltada, com luz elétrica, água encanada, lotes demarcados e conjunto habitacional popular (NOGUEIRA *et al.*, 2007).

Segundo Assad (2006), o crescimento populacional do município de Manaus foi causado pelo gigantesco êxodo rural e pelo fluxo migratório para a capital, atraídos pelas expectativas de emprego e melhores condições de vida resultantes da instalação da Zona Franca de Manaus. O elevado crescimento populacional gerou a necessidade de ampliar os limites urbanos, porém com carência de política habitacional, que teve como consequência o desflorestamento para a criação de novas ocupações humanas (CARNEIRO, 1998).

O município de Rio Preto da Eva apresentou 37,68 km² de desflorestamento em 1978, alcançando 111,17 km² no ano de 2008, uma taxa de crescimento de 195% (Figura 18). Do total de desflorestamento, 37% aparece no primeiro quilômetro em 1978, e cai para 16% em 2008 (Figura 17), no entanto, percebe-se, principalmente em 2008, uma tendência crescente do desflorestamento nas faixas mais distantes da rodovia. A este fato, sugere que a dinâmica das alterações na paisagem do município tem mais influência da rodovia AM-210 do que a BR-174.

Nos pontos 04, 05 e 06 apontados na Figura 24, foram constatados que os desflorestamentos ocorreram no final da década de 1970 e início dos anos 80, com os primeiros latifúndios criados em 1976 seguindo a construção da rodovia BR 174 (GASCON e MOUTINHO, 1998).

De acordo com os dados do IBGE (2009), Rio Preto da Eva teve o maior destaque na produção de carvão vegetal, sendo produzidos 487 toneladas, e também, o maior produtor de lenhas com 57.752 m³ (Tabela 4). Silva (2006) estudou 12 propriedades produtoras de carvão vegetal que possuem em média 1 a 2 fornos construídos de tijolo e argila (Figura 26), sendo a produção média de 684 kg de carvão por forno, num período de 8 a 12 dias. Segundo a autora, os produtores retiram a lenha de suas propriedades alegando que seus lotes ainda estão em fase de desmatamento para plantio do roçado, e para não perder a madeira derrubada, aproveitam na produção de carvão. No entanto, cada lote possui 25 ha, e só pode ser desmatado 5 ha, onde a maioria dos produtores já estão alcançando esse limite. Outros produtores compram madeira de terceiros. No município, também são encontradas outras atividades do agronegócio como a criação de suínos e frangos.



Figura 26. Forno de produção de carvão vegetal no município de Rio Preto da Eva/AM.
Fonte: Silva (2006).

O município de Presidente Figueiredo/AM apresentou uma área desmatada de 94,03 km² em 1978, e totalizando 358,70 km² no ano de 2008 (Figura 18), um acréscimo de 281%. O desflorestamento no município concentra-se principalmente às margens da BR-174 (Figuras 27 e 28), 75% do desflorestamento foi observado no primeiro quilômetro de distância em 1978 e 39% em 2008.

As principais modificações antrópicas de uso e ocupação da terra, no município de Presidente Figueiredo, estão concentradas ao longo da BR-174, que liga Manaus a Boa Vista, e ao longo da AM 240, que interliga a sede municipal de Presidente Figueiredo/AM à vila de Balbina (AMAZONAS, 2006).

Estudos recentes destacam que nestes trechos, nas áreas desflorestadas, se desenvolvem atividades relacionadas à instalação de famílias, loteamentos, pastagens para pecuária, agricultura de pequeno e médio porte, instalação de estabelecimentos comerciais e de acesso aos recursos hídricos superficiais; pequenos e médios empreendimentos turísticos (pousadas, “banhos”, etc.), além de pequenas pedreiras e, em todos os casos, associados à abertura de ramais, desmatamentos e queimadas (SEMMA, 2006; AMAZONAS, 2010). Ao longo da BR-174 as atividades supracitadas foram observadas por Reis e Pinheiro (2010), e verificadas durante o trabalho de campo.

Dentre os fatores potencialmente responsáveis pelo crescimento econômico do município, é possível citar a construção e pavimentação da rodovia BR-174, que permitiu a maior parte do escoamento da produção por via terrestre no estado do Amazonas, a exploração de jazidas minerais na região de Pitinga e a Usina Hidrelétrica de Balbina (UHB) com sua infra-estrutura anexada (REIS e PINHEIRO, 2010).

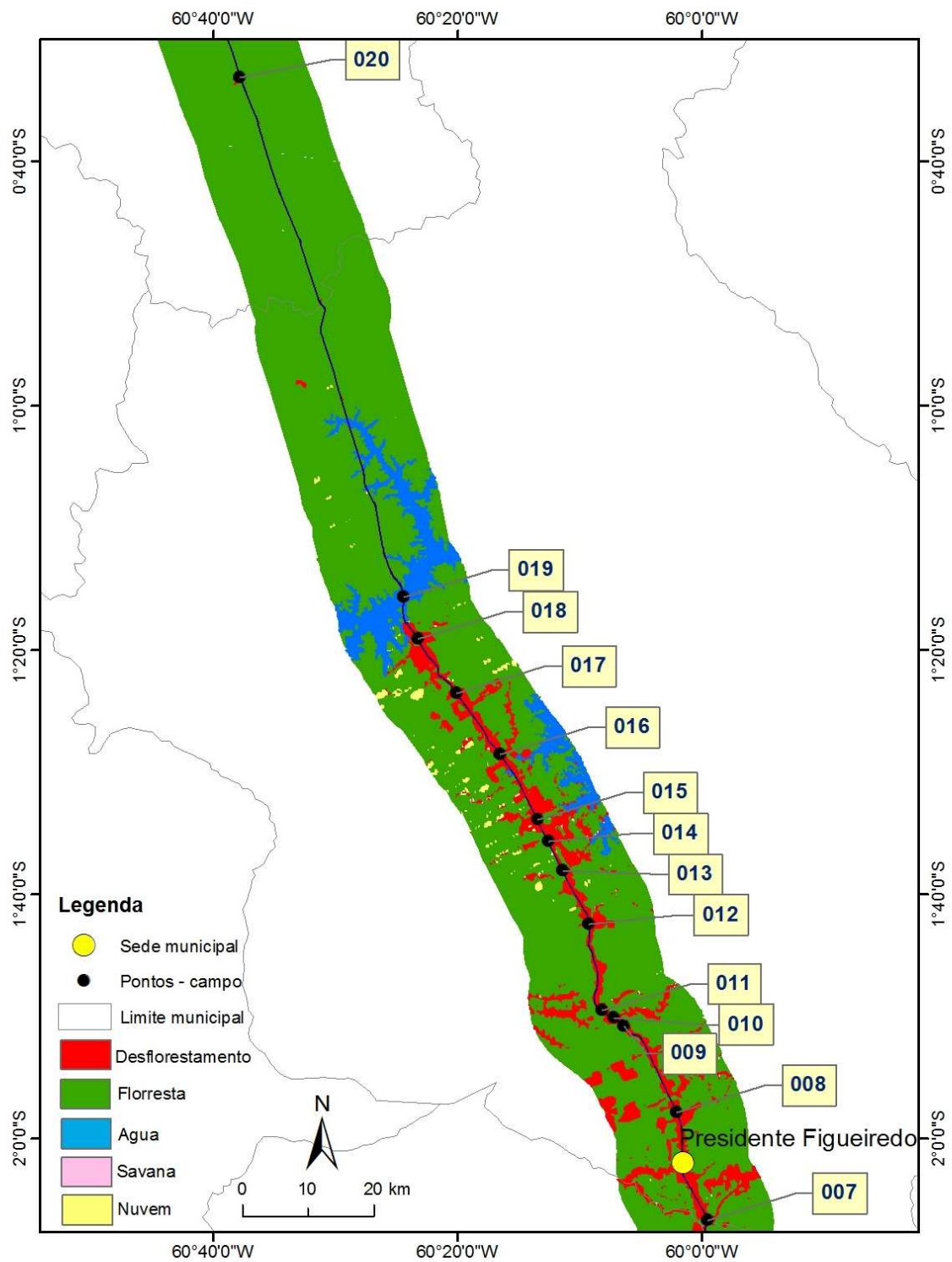


Figura 27. Desflorestamento em 2008 e pontos observados em campo no município de Presidente Figueiredo.

Fonte: Elaborado pelo autor

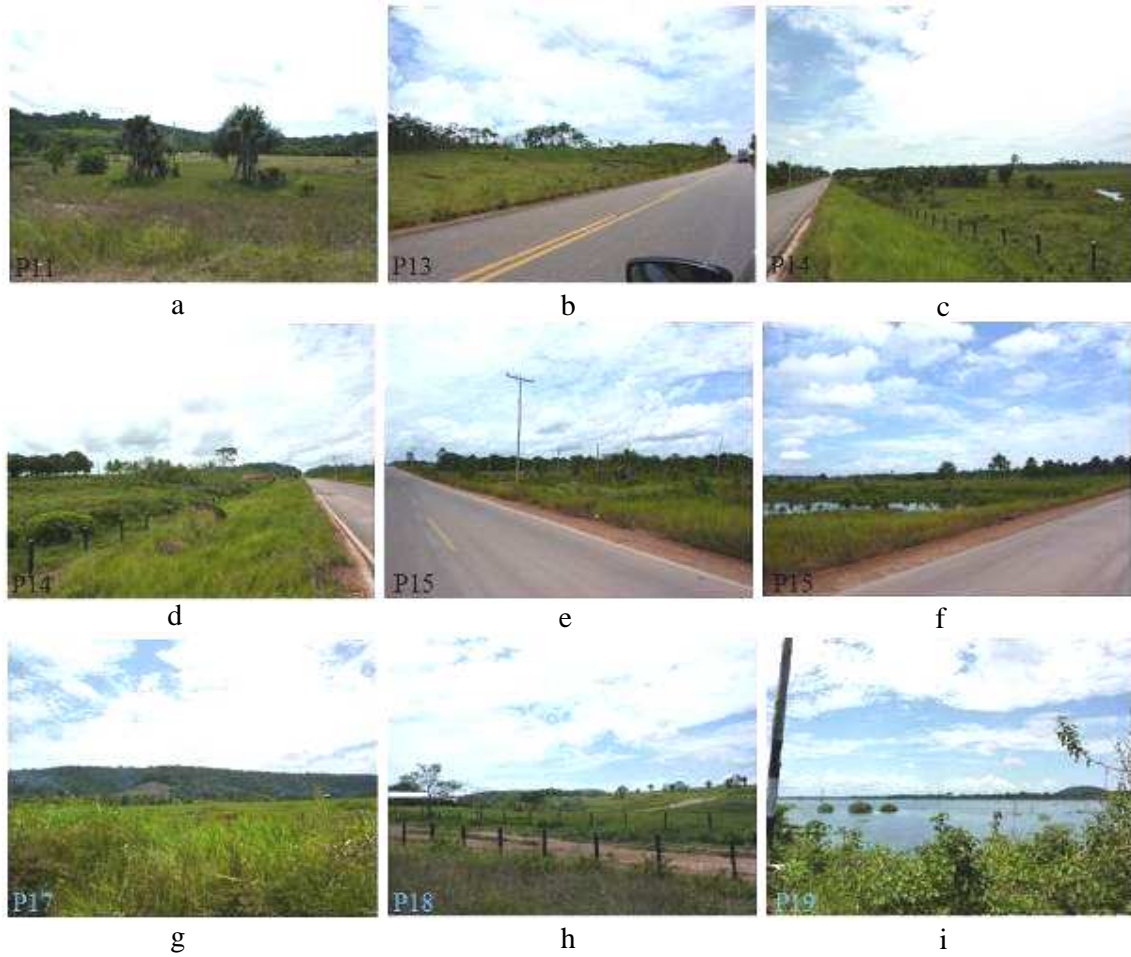


Figura 28. Fotos dos pontos observados no trabalho de campo nos município de Presidente Figueiredo. a) Fazenda com criação de gado; b) Propriedade com plantação de mandioca e árvores queimadas; c) Grande propriedade; d) Grande propriedade; e) Propriedade abandonada; f) Propriedade com criação de gado; g) Propriedade com desmatamento ao fundo; h) Grande propriedade, mas pouco utilizada; i) Entrada da terra indígena, lago de Balbina.

CAPÍTULO V

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que a dinâmica do desflorestamento no entorno da rodovia BR-174, nos estados do Amazonas e Roraima, possui padrões semelhantes aos descritos nas literaturas analisadas para a região Amazônica, nos quais apontam que a abertura de estradas e vicinais dissemina a ocupação humana e conseqüentemente o desflorestamento.

Os processos migratórios do passado, a dinâmica de ocupação e o uso da terra pelos colonos foram os principais desencadeadores das alterações na paisagem ao longo da rodovia BR-174. A inserção da região Amazônica no processo de integração nacional, principalmente a partir da década de 1970, foi baseada na concepção dos grandes projetos de desenvolvimento, responsáveis por profundas transformações na dinâmica de produção e reprodução dos espaços e das relações sócio-econômicas nas áreas determinadas para sua alocação.

O desflorestamento no entorno da rodovia BR-174 no período de 1978 a 2008 teve um aumento de 321%. No estado de Roraima a área total estudada foi de 9.528,30 km² e sua área desmatada em 2008 chegou a 1.681,77 km². No estado do Amazonas a área total estudada foi de 5.286,16 km² e a área desmatada em 2008 apresentou 936,74 km². Percebe-se que nos dois Estados o desflorestamento representa aproximadamente 18% com relação à área estudada. Entre todos os municípios estudados, Rorainópolis apresentou a maior proporção de desflorestamento, em 1978 eram aproximadamente 72 km² e em 2008 registrou 695 km². Porém, em termos percentuais de desflorestamento com relação à área estudada, o município de Iracema/RR apresentou a maior taxa, chegando em 2008 a aproximadamente 48%.

Todos os municípios apresentaram a maior porção de desflorestamento nas faixas mais próximas à rodovia BR-174, ou seja, nos primeiros quilômetros apresentam grandes proporções de áreas desmatadas, e decaem para as áreas mais distantes. A exceção está no município de Boa Vista/RR que possui florestas fora das proximidades da rodovia e, conseqüentemente, o desflorestamento está nessas áreas, que se localiza aproximadamente em 6 km de distância da BR-174.

As principais alterações na paisagem da região estudada, no período de 1978 a 2008, se deram devido: a) abertura da rodovia BR-174 e criação de propriedades em suas margens; b) assentamentos promovidos pelo INCRA; c) promoção da pecuária e agricultura; d) extração de madeiras e recursos minerais; e) alagamento da área da Usina Hidrelétrica de Balbina; e

por fim, f) crescimento urbano dos municípios, principalmente de Manaus e Boa Vista. O trabalho de campo permitiu confirmar o desflorestamento observado nas imagens orbitais analisadas e possibilitou caracterizar visualmente as propriedades rurais ao longo da rodovia.

As principais atividades econômicas desenvolvidas nos municípios por onde passa a BR-174, exceto Manaus, estão associadas à agricultura e a pecuária, atividades desenvolvidas em áreas anteriormente ocupadas por floresta. Em Manaus, o processo de desflorestamento ocorre principalmente na área urbana, associado ao crescimento urbano e a migração da população atraída pelas oportunidades de empregos nas indústrias da Zona Franca de Manaus.

Ainda que construção e a pavimentação da BR-174 estejam associadas a processos de desflorestamento, a rodovia possui grande importância para a região, foi responsável pela ligação terrestre entre duas capitais (Manaus/AM e Boa Vista/RR), possibilitou formar novas comunidades onde são desenvolvidas atividades econômicas e sociais. A criação de projetos de desenvolvimento sustentável é o grande desafio dos governos locais, para agregar valor nos empreendimentos já instalados e, desenvolver novos modelos de uso e ocupação terrestre da região.

Estudos para melhorar as atividades socioeconômicas deverão ser adotados, ao invés de ocupar com assentamentos agropecuários de baixo nível tecnológico, devem-se buscar uma ocupação baseada na ciência e tecnologia direcionadas para o uso sustentável da biodiversidade regional. É necessário valorizar os saberes indígenas e tradicionais, incorporando-os a um ciclo virtuoso de crescimento econômico baseado na conservação da floresta, capaz de promover a melhoria da qualidade de vida e a conservação ambiental.

A criação de cooperativas pode ser uma boa alternativa para facilitar o desenvolvimento dos empreendimentos dos municípios cortados pela rodovia, uma vez que proporcionaria um acesso direto aos recursos (tecnológicos, científicos, financeiro, armazenagem e escoamento da produção), livrando-se da burocracia, dos atravessadores e dos altos custos individuais. E, por fim, a necessidade de aplicação de legislação ambiental específica na região para garantir o uso sustentável dos recursos florestais e minerais.

6 REFERÊNCIAS

- ADENIYI, P.O. Digital analysis of multitemporal Landsat data for land-use/land-cover classification in semi-arid area of Nigeria. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 51, n. 11, p. 1761-74, 1985.
- AMAZONAS. Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental de Presidente Figueiredo Caverna do Maroaga. Secretaria de Estado de Meio Ambiente Desenvolvimento Sustentável do Amazonas. Unidade Gestora do Centro Estadual de Mudanças Climáticas e do Centro Estadual de Unidades de Conservação Centro Estadual de Unidades de Conservação do Amazonas, 2010.
- _____. Visão Global: Plano Diretor de Presidente Figueiredo, 2006. AMAZONAS. Secretaria do Governo do Amazonas (SEGO). Municípios do Amazonas. Disponível em: <http://www.segov.am.gov.br/programas_03.php?cod=0149>. Acesso em abril de 2011.
- ANDERSEN, L.E.; REIS, E.J. Deforestation, development, and government policy in the Brazilian Amazon: an econometric analysis. Texto para Discussão N° 513. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 1997.
- ALENCAR, A.; NEPSTAD, D.; MCGRATH, D.; MOUTINHO, P.; PACHECO, P.; DEL CARMEN, M.; DIAZ, V.; SOARES FILHO, B. S.Desmatamento na Amazônia: indo além da "emergência crônica". Ipam, 2004.
- ARIMA, E.Y.; VERÍSSIMO, A.. Brasil em Ação: ameaças e oportunidades econômicas na fronteira amazônica. Série Amazonas, n. 19. Belém: Imazon. 2002, 24p.
- ASSAD, T.M. A problemática das “invasões” na cidade de Manaus: Perspectivas de legalização fundiária à luz do estatuto da cidade. In: *Anais XV Congresso Nacional do CONPED*, Manaus/AM, 2006.
- BAINES, S.G. "É a FUNAI que Sabe": A frente de atração Waimiri-Atroari. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi/CNPq/SCT/PR. 1991.
- _____. A política indigenista governamental e os Waimiri-Atroari: administrações indigenistas, mineração de estanho e a construção da "autodeterminação indígena" dirigida. *Revista de Antropologia*, São Paulo: USP, v.36, 1993a, p.207-237.
- _____. O Território dos Waimiri-Atroari e o Indigenismo Empresarial. *Ciências Sociais Hoje*, São Paulo: Editora Hucitec e Anpocs, 1993b. p.219-243.
- BARBOSA, R.I. Análise do setor madeireiro do Estado de Roraima. *Acta Amazônica*, v.20, 1990, p.193-209.
- BARBOSA, R.I.; PINTO, F.S.; SOUZA, C.C.. Desmatamento em Roraima: Dados históricos e distribuição espaço-temporal. Relatório Técnico. Ministério da Ciência e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Núcleo de Pesquisas de Roraima. 2008, 10p.
- BARNI, P.E. Reconstrução e asfaltamento da rodovia BR-319: efeito “dominó” pode elevar as taxas de desmatamento no sul do estado de Roraima. 2009. 136p. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Manaus.

- BARROS, N.C. “Mobilidade populacional, fronteira e dinâmica das paisagens na Amazônia: o caso de Roraima”. *Cadernos de Estudos Sociais*. Fundaj/Recife. 1996, v. 12, n. 2, p. 237-284.
- _____. Roraima: paisagens e tempo na Amazônia Setentrional. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 1995, 272p.
- BATISTELA, M.; MORAN, E.F. A heterogeneidade das mudanças de uso e coberturas na Amazônia: Em busca de um mapa da estrada. In: COSTA, W.M.da; BECKER, B.; ALVES, D.S. (org.) *Dimensões humanas da biosfera-atmosfera na Amazônia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, cap. 3, 2007. p. 65-80.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, 13. São Paulo: IGEO/USP, 1971.
- BORGES. L.F.R.; SCOLFORO, J.R. OLIVEIRA, A.D.; MELLO, J.M.; ACERBI, F.W.; FREITAS, G.D. Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem. *Cerne*, v. 10, n. 1, p. 22-38, jan./jun. 2004.
- BRANDÃO Jr. A.O.; SOUZA Jr. 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: INPE, p. 2357-2364. Abril/2007.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. Princípios básicos em geoprocessamento. In: Assad, E.D.; Sano, E.E. (Eds.) *Sistemas de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura EMBRAPA*, Brasília, DF. 1998.
- CARNEIRO, A. Manaus: Fortaleza extrativismo – cidade, um histórico de dinâmica urbana amazônica. Espaço e doença: Um olhar sobre o Amazonas, 1998, p.161–165.
- CARVALHO JR, SANTOS, J.A.; LEITÃO, J.M.; M.M.; HIGUSHI, N.,. A Tropical Rainforest Clearing Experiment by Biomass Burning in the Manaus Region. *Atmospheric Environment*. 1995, v. 29, p. 2301-2309.
- CELENTANO, D.; VERÍSSIMO, A. *O avanço da fronteira na Amazônia: do Boom ao colapso*. Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2007.
- CEMIN, G.; PÉRICO, E.; REMPEL, C. Efeitos da fragmentação de habitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informações geográficas e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: *Anais*. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil , 2005, p. 2339-2346.
- ESPÍRITO SANTO, F.D.B.; SANTOS, J.R.; SILVA, P.G. Técnicas de processamento de imagens e de análise espacial para estudos de áreas florestais sob a exploração madeireira. *Revista Árvore*, 2004, v. 28, n. 5, pp.699-706.
- EXERCITO BRASILEIRO . 6º Batalhão de Engenharia de Construção (BEC) – Batalhão Simón Bolívar. Disponível em: http://www.6becnst.eb.mil.br/portugues/07_nossahistoria/historindex.htm>.
- Acesso em: 10/12/2010.
- FEARNSIDE, P.M. Environmental destruction in the Amazon. In: GOODMAN, D.; HALL, A. (Eds.) *The Future of Amazonia: Destruction or Sustainable Development?* London, UK: MacMillan, 1990, p. 179-225.
- _____. Amazonian deforestation and global warning: carbon stocks in vegetation replacing Brazil’s amazon forest. *Forest Ecology and Management*, 1996, v.80, p.21-34.

- _____. Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia. *Ecological Economics*. 1997, v. 20, p. 53-70.
- _____. Deforestation Impacts, Environmental Services and the International Community. In: HALL, A. (Ed.) *Amazonia at the Crossroads: The challenge of sustainable development*. London: ILAS, 2000, p. 11-24.
- _____. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. In.: *Megadiversidade*, 2005, v. 1. n. 1, p. 113-123.
- FEARNSIDE, P.M.; GRAÇA, P.M.L.A. *BR-319: A rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas. 2005, p. 1-23.
- FEARNSIDE, P.M.; LAURANCE, W.F. Comment on "Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests". *Science*, v. 299, n. 5609, p. 1015, 2003.
- FERRAZ, C. *Explaining agriculture expansion and deforestation: evidence from the Brazilian Amazon – 1980/98*. Texto para Discussão Nº 828. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2001.
- FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados*. 2005, v. 19. n. 53, p. 1-10.
- FITZ, P.R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T.G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 2ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- FORMAN, R.T.T. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. *Landscape ecology*. Wiley e Sons Ed., New York. 1986.
- GALO, M.L.B.T. Aplicação de redes neurais artificiais e sensoriamento remoto na caracterização ambiental do Parque Estadual Morro do Diabo. 2000. 197p. *Tese* (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- GASCON, C.; MOUTINHO, P. *Floresta Amazonica: Dinâmica e Manejo*. Manaus, 1998. 373p.
- GASCON, C., WILLIAMSON, G.B.; FONSECA, G.A.B. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 2000, 288: 1356-1358.
- GIL, A.C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- GUTBERLET, J. Zoneamento da Amazônia: uma visão crítica. *Estudos Avançados*. 2002, v.16, n. 46, p.157-174.
- HALL, A. *Amazônia: desenvolvimento para quem? Desmatamento e conflito social no Programa Grande Carajás*. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 1991.
- _____. Environment and Development in Brazilian Amazonia: From Protectionism to Productive Conservation. In: HALL, A. (Ed.) *Amazonia at the Crossroads: The challenge of sustainable development*. London: ILAS, 2000, p. 99-114.
- HECHT, S; COCKBURN, A. *The fate of the forest. Developers, destroyers and defenders of the Amazon*. New York, HarperCollins, 1990.

- HEMMING, J. Roraima: Brazil's Northernmost Frontier. London, Institute of Latin American Studies, 1990, 56p.
- HOUGHTON, R.A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: Emissão x Seqüestro de CO₂ – Uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, Rio de Janeiro, 1994, p. 38-76.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE (IBAMA). Tipos de Vegetação do bioma Amazônia, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Folha NA20 – Boa Vista: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, Projeto RADAMBRASIL, 1975.
- _____. Folha SA20 - Manaus: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: IBGE, Projeto RADAMBRASIL, 1978.
- _____. *Manual técnico da vegetação brasileira*. Manuais Técnicos em Geociências, n. 1, Rio de Janeiro, 1992, 92 p.
- _____. Censo Agropecuário 1995-1996, 1998.
- _____. Censo Demográfico, 1970-2010.
- _____. Produção Extrativa Vegetal: Tabela 289 – Quantidade produzida na extração vegetal por tipo de produto, 2002.
- _____. Estado de Roraima. Pedologia. Mapa de Solos em Nível Exploratório, 2005.
- _____. Uso da Terra e a Gestão do Território no Estado de Roraima. Relatório Técnico, 2009.
- _____. Divisão política, 2010a. Disponível em:
< <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default.shtm>>. Acesso em: novembro de 2010.
- _____. Cidades. Informações Estatísticas, 2010b. Disponível em:
< <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em: novembro de 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) / SISTEMA DE PROTEÇÃO DA AMAZÔNIA (SIPAM). Mapa de Vegetação, Escala: 1:250.000. 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). Base Cartográfica de Projetos de Assentamentos. Escala 1:250.000, 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia legal. Disponível em: < http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2007.htm>. Acesso em: novembro de 2009.
- _____. *Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES)*. São José dos Campos, 2006.
- _____. Monitoramento da Floresta, São José dos Campos 2004.
- JENSEN, J.R. *Sensoriamento remoto do Ambiente: Uma perspectiva de recursos terrestres*. Editora Parêntese, São José dos Campos. 2009, 220 p.

- KÖRTING, T.S. Classificação de imagens por regiões. São José dos Campos, 2006, Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/~tkorting/projects/isoseg/material.pdf>>. Acesso em 23 fev 2010.
- KRUG, T. O quadro do desflorestamento na Amazônia. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Causas e Dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Brasília, DF, MMA, 2001, p. 91-98.
- LAURANCE, W.F. A crisis in the making: responses of Amazonian forests to land use and climate change. *Trends in Ecology and Evolution*. 1998, v.13, p. 411-415.
- _____. Predicting the impacts of edge effects in fragmentes habitats. *Biological Conservation*. 1991, v. 55, p. 77-92.
- _____. Mega-development trends in the Amazon: implications for global change. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2000, v.61, n.1, p. 113-122.
- LAURANCE, W.F., COCHRANE, M.A., BERGEN, S., FEARNSIDE, P.M., DELAMONICA, P., BARBER, C., D'ANGELO, S. e FERNANDES, T. The future of the Brazilian Amazon. *Science*, 2001, v. 291, p. 438-439.
- LELE, U.; VIANA, V.; VERÍSSIMO, A.; VOSTI, S.; PERKINS, K.; HUSAIN, S.A. Brazil Forests in the Balance: Challenges of Conservation with Development. Evaluation Country Case Study Series. Operations Evaluation Department. The World Bank, Washington D.C. 2000, 195p.
- LIMA, J.F. Composição e riqueza de espécies de anuros (Amphibia) em fragmentos florestais no Lago de Tucuruí, Pará. *Dissertação de Mestrado*. Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará, 2006, 59p.
- MACHADO, R.B., AGUIAR, L.M. de S. Desmatamento na Amazônia e Conseqüências para a Biodiversidade. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Brasília: MMA, 2001, p. 225-234.
- MARGULIS, S. Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira. 1ª ed. Brasília: Banco Mundial, 2003, 100p.
- MARQUES, J.P.C.; PINHEIRO, E.S. O desflorestamento na metrópole da Amazônia Central: Manaus/AM. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2876-2882.
- MATHER, P.M. *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction*. 2 ed. Chichester: John Wiley e Sons, 1999, 292p.
- MELO, V.F.; UCHOA, S.C.P. Impactos Ambientais das Atividades Agrícolas em Roraima: Environmental Impacts of Agriculture Activity in Roraima State. Boa Vista, RR, 2008.
- METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *An. Acad. Bras. Ci.*, 1999, v. 71, n.3-1, p. 443-63.
- _____. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, Campinas/SP , v.1, n. 1/2 , 2001.
- _____. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: In: CULLEN JR.L.; R. RUDRAN, R.; PADUA-VALLADARES, C. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*. Ed. da UFPR; Fundação o Boticário de Proteção à Natureza. Curitiba, PR, 2004. Capítulo 17. p. 423-453.
- MEUNIER, I. Conservação da Reserva Ecológica de Dois Irmãos – Potencial e carências para a condução de um plano de manejo de área silvestre. In: MACHADO, I. C., LOPES, A.

- V.; PÔRTO, K. C. (org). Reserva ecológica de Dois Irmãos: estudos de um remanescente de Mata Atlântica em área urbana. Recife: Imprensa Universitária - UFPE. 1998.
- MORAN, E.F. Deforestation and land use in the Brazilian Amazon. *Human Ecology*, v.21, n.1, p.1-21, 1993.
- MOREIRA, M. A. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. São José dos Campos: INPE, 2001. 250p.
- NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. *Landscape ecology: theory and application*. Springer-Verlag, New York, 1994.
- NETO, A. M. Impactos do crescimento econômico no desmatamento da Amazônia. In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Causas e dinâmicas do desmatamento da Amazônia. Brasília, 2001.
- NEPSTAD, D., UHL, C. SERRÃO, E.A.S. Recuperation of a degraded Amazon landscape: forest recovery and agricultural restoration, *Ambio*, 1991, v. 20, n. 6, p. 248-255.
- NEPSTAD, D.; VERÍSSIMO, A.; MOUTINHO, P.; NOBRE, C. O empobrecimento oculto da floresta amazônica. *Ciência Hoje*, Rio Janeiro, 2000, v. 27, n. 157, p. 70-73.
- NITSCH, M. O papel das estruturas político-administrativas internas e dos financiadores externos na destruição das florestas tropicais. *Papers do Naea*, Belém, n. 26, 1994.
- NOGUEIRA, A. C.F.; SANSON, F.; PESSOA, K. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. In: *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 2007, p. 5427-5434.
- NOVO, E.M.L.M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgar Blücher, 1992, 308p.
- NUCCI, J.C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. *Revista Eletrônica Geografar*, 2007, v. 2, n. 1, p.77-99.
- OLIVEIRA, J.A. Cidades na Selva. Manaus: Editora Valer, 2000.
- PAESE, A.; SANTOS, J.E. Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. In: SANTOS, J.E., CAVALHEIRO, F., PIRES, J.S.R., OLIVEIRA, C.H. e PIRES, A.M.Z.C.R., (Eds.) *Faces da polissemia da paisagem*. RIMA, São Carlos. 2004, p. 1-21.
- PIVELLO. V.R.; METZGER, J.P. Diagnóstico de pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). *Biota Neotropica*, 2007, v.7, n.3, 21-29.
- REIS, E.J. A model of Amazon deforestation and carbon emissions. In: COELHO, A.B.; TEIXEIRA, E. C.; BRAGA, M. J. (Eds.) *Recursos naturais e crescimento econômico*. Viçosa: UFV, 2008.
- REIS, J.R.L.; PINHEIRO, E.S. Análise do desflorestamento em uma unidade de conservação de uso sustentável na Amazônia central. *Revista Geografia*, 2010, v. 35, n. 3, p. 623-640.
- RODRIGUES, R.L.V. Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal. 102p. *Tese* (Doutorado em Ciências da Engenharia). Rio de Janeiro, UFRJ, 2004.
- RORAIMA-BRASIL. Roraima. Municípios. Disponível em < <http://www.roraima-brasil.com.br/pt/roraima/municipios/> >. Acesso em abril de 2011.

- RORAIMA. Governo do Estado de Roraima. Municípios. Disponível em: <http://www.portalroraima.rr.gov.br/index.php?option=com_content&task=category§ionid=14&id=35&itemid=31>. Acesso: abril de 2011.
- SABINS, F.F.Jr. *Remote Sensing: Principles and interpretation*. California, USA. W.H. Freeman and Company, 1978, 426p.
- SALATI, E. The forest and the hydrological cycle. In: DICKINSON, R.E. (Ed.) *The geophysiology of Amazonia: vegetation and climate interactions*, Wiley, New York, 1987, p. 273-296.
- SCHNEIDER, R. *Government and the Economy on the Amazon Frontier*. World Bank Environment Paper Number 11, Washington, D.C. 1995.
- SCHOWENGERDT, R.A. *Techniques for image processing and classification in remote sensing*. New York: Academic Press, 1983. 249p.
- SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE DE PRESIDENTE FIGUEIREDO (SEMMA/PF). Perspectivas de desenvolvimento sustentável e conservação ambiental. Visão global: subsídios do plano diretor. Presidente Figueiredo: SEMMA, 2006. 127p.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Geobank. Banco de dados geográficos do estado do Amazonas, 2005.
- SHIDA, C.N.; SANTOS, R.F., RODRIGUES, M.A. Avaliação da paisagem para o planejamento ambiental, Parque Nacional da Serra da Bocaina – SP/RJ. In: *Anais... Congresso de Ecologia do Brasil*, 6. Fortaleza, 2003.
- SILVA, C.P.B.A.; SÁ, E.C. Planejamento sócio-ambiental estratégico prevenindo impactos e maximizando benefícios de obras rodoviárias em escala regional - o caso da BR-174/RR. *Seminário Nacional: Degradação e Recuperação Ambiental*, Foz Iguaçu, 2003. Disponível em <<http://www.sobrade.com.br/eventos/2003/seminario/Trabalhos/003.pdf>>. Acesso em: 22 de junho de 2009.
- SILVA, R.M. *Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações*. Novo Hamburgo: Feevale, 2007. 176 p.
- SILVA, A.R. Sistema de produção do carvão vegetal em duas áreas da estrada AM-010, Amazonas. 2006, 29p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Amazonas UFAM, Manaus.
- SOARES FILHO, B.S. Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. 1998. 299p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SOUZA Jr, C.; BRANDÃO, A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. Avanço das estradas endógenas na Amazônia. *Amazônia em Foco*. Manaus, Imazon, 2004. Disponível em: <http://www.imazon.org.br/upload/ea_1p.pdf>. Acessado em: novembro de 2010.
- SOUZA Jr, C.; BRANDÃO Jr, A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. *Avanço das Estradas Endógenas na Amazônia*. IMAZON. 2005.
- SOUZA Jr., C.; BRANDÃO Jr., A.; ANDERSON, A.; VERÍSSIMO, A. Avanço das estradas endógenas na Amazônia. *O Estado da Amazônia*, Instituto do Homem e Meio Ambiente na Amazônia (IMAZON), Belém, Pará, Brasil. 2 p. 2005. Disponível em: <<http://www.imazon.org.br/publicacoes/o-estado-da-amazonia/avanco-das-estradas-endogenas-na-amazonia>>. Acesso em: novembro de 2010.

- TURNER, M.G.; GARDNER, R.H. Quantitative methods in landscape ecology: An Introduction. In: *The analyses and interpretation of landscape heterogeneity*. New York, Springer Verlag, 1991. p. 3-16.
- VENTICINQUE, E.M.; CARNEIRO, J.S.; MOREIRA, M.P; FERREIRA, L. O uso de regressão logística para espacialização de probabilidades, *Megabiodiversidade*, 2007, v.3, n.1-2, p. 26-37.
- VIANA, V.M. Biologia e manejo de fragmentos florestais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos do Jordão, 1990. Anais. Curitiba: Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade de Engenheiros Florestais, 1990. p. 113-118.
- VIANA, J.S.; FONSECA, M.G. Expansão de estradas e desmatamento em unidades de conservação do município de Belterra, Pará. In: *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 2009, p. 1573-1579.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J. Biology and conservation of forest fragments in the Brazilian Atlantic Moist Forest.. In: SCHELLAS, J.; R. GREENBERG (eds.). *Forest patches in tropical landscapes*. Island Press, Washington. 1996. p. 151-167.
- VIANA, V.M.; TABANEZ, A.A.J.; MARTINS, J.L.A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. In: *Anais Congresso Nacional Sobre Essências Nativas*, 2, São Paulo,, 1992. p. 400-407.
- VIEIRA, I.C.G.; SILVA, J.M.C.; TOLEDO, P.M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, São Paulo, 2005, v. 19, n. 54. p 153-164.
- VIERA, J. B. Expansão da pecuária na Amazônia. Pará, Brasil - Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2004.
- ZONNEVELD, I.S. The land unit – A fundamental conceot in Lanscape ecology, and its application. *Landscape Ecology*, 1989, v.5, n.2, p.67-86.