



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-10209-TDI/899**

**EVOLUÇÃO DE PADRÕES DA TERRA NA REGIÃO  
CENTRO-NORTE DE RONDÔNIA**

Maria Isabel Sobral Escada

Tese de Doutorado do Curso da Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, orientada pelo Dr. Diógenes Salas Alves, aprovada em 14 de abril de 2003.

528.711.7 (811.5)

ESCADA, M. I. S.

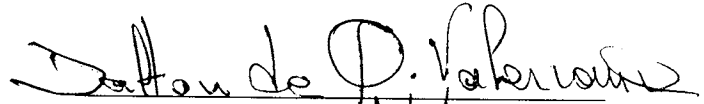
Evolução de padrões da terra na região centro-norte de Rondônia / M. I. S. Escada. – São José dos Campos: INPE, 2003.

264p. – (INPE-10209-TDI/899).

1. Uso da terra. 2. Cobertura da terra. 3. Padrões. 4. Amazônia. 5. Desflorestamento. 6. Vegetação secundária. 7. Código florestal. Rondônia (RO). I. Título.

Aprovada pela Banca Examinadora em  
cumprimento a requisito exigido para a  
obtenção do Título de **Doutora** em  
**Sensoriamento Remoto.**


Dr. Dalton de Morisson Valeriano

  
Presidente/INPE-SJCampos/SP


Dr. Diógenes Salas Alves

  
Orientador/INPE-SJCampos/SP

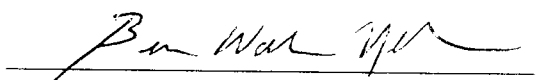
Dr. Gilberto Câmara Neto

  
Membro da Banca/INPE-SJCampos/SP

Dr. Britaldo Silveira Soares Filho

  
Membro da Banca  
Convidado UFMG, Belo Horizonte/MG

Dr. Bruce Walker Nelson

  
Membro da Banca  
Convidado INPA, Manaus/AM

Candidato (a): Maria Isabel Sobral Escada

São José dos Campos, 14 de abril de 2003.



*“... Mas, então, de repente, Miguilim parou em frente do doutor. Todo tremia, quase sem coragem de dizer o que tinha vontade. Por fim, disse. Pediu. O doutor entendeu e achou graça. Tirou os óculos, pôs na cara de Miguilim.  
E Miguilim olhou para todos, com tanta força. Saiu lá fora. Olhou os matos escuros de cima do morro, aqui a casa, a cerca de feijão-bravo e são-caetano; o céu, o curral o quintal; os olhos redondos e os vidros altos da manhã. Olhou, mais longe, o gado pastando perto do brejo, florido de são-josés, como um algodão. O verde dos buritis , na primeira vereda. O Mutum era Bonito! Agora ele sabia....”*

JOÃO GUIMARÃES ROSA



*A meus pais,  
ANNA MARIA S ESCADA e  
ANTÔNIO CELSO ESCADA.*

*A minha família,  
LANA SOBRAL VIEIRA ESCADA MONTEIRO e  
ANTÔNIO MIGUEL VIEIRA MONTEIRO.*



## AGRADECIMENTOS

No trajeto que percorri durante o desenvolvimento deste trabalho, duas pessoas foram importantes para a minha compreensão de algumas questões sobre a Amazônia, facilitando a abertura de portas, para que eu chegasse ao término deste trabalho. A primeira pessoa a quem eu gostaria de agradecer é ao meu orientador, Dr. Diógenes Salas Alves, que além da orientação, me introduziu ao estado de Rondônia, pela rota de chegada dos migrantes, a Cuiabá-Porto Velho.

A segunda pessoa a quem eu gostaria de agradecer é ao técnico do INCRA, Wilson Pagani, que com seu saber local, nos ajudou a desvendar algumas questões, abrindo não só portas, mas porteiros e portões das estradas vicinais de Rondônia, para nos conduzir aos projetos de assentamento, onde residia a maior parte das nossas questões.

Gostaria de agradecer aos funcionários do INCRA de Ji-Paraná, Jarú, Ouro Preto d'Oeste e Porto Velho, em especial, ao diretor regional da sede em Ji-Paraná, que nos apoiaram no trabalho de campo, fornecendo infra-estrutura, além de registros e material cartográfico da malha fundiária da região.

Do aspecto conceitual, gostaria de agradecer as contribuições feitas pela Dra. Anne-Elisabeth Laques que nos auxiliou com sugestões na elaboração da metodologia para o estratificar a área de estudo.

Agradeço ao Ubirajara Moura de Freitas e demais funcionários da FUNCATE, pelo trabalho de digitalização de material cartográfico.

Em casa, um apoio muito especial, agradeço à pequena Lana, por ter compreendido e superado tão bem minha ausência durante os períodos de viagem de campo e durante o longo período que antecedeu à entrega do documento final. Agradeço ao meu companheiro Miguel, pelo incansável apoio, dedicação, paciência e sugestões.

Agradeço às pessoas, que indiretamente me auxiliaram nesta trajetória, viabilizando as viagens de trabalho e outros compromissos decorrentes da tese, em especial ao meu sogro, Aristides Monteiro, à minha sogra, Emilce Vieira, à minha mãe Anna Maria Sobral Escada, e a meu pai, Antonio Celso Escada.

Agradeço aos colegas da pós-graduação, à coordenadoria da pós-graduação do SERE e à Maria Etelvina Renó pela sua dedicação, bom humor e presteza. Agradeço aos amigos de convivência diária, que tornaram esta jornada um pouco menos árdua e, em especial, à Silvia Pardi La Cruz pelo auxílio com os detalhes finais da tese.

Finalmente, agradeço a CAPES pelo apoio e infra-estrutura dispensados a este trabalho.



## RESUMO

Este trabalho propõe um método empírico para a partição do espaço, baseado na delimitação de regiões que apresentam padrões espaciais observáveis em séries temporais de imagens do sensor TM dos satélites Landsat (TM/Landsat), e desenvolve uma análise da evolução do uso e cobertura da terra, na região Centro-Norte de Rondônia, baseando-se nestas regiões. As análises da evolução do uso da terra foram realizadas a partir da geração de mapas de cobertura e uso da terra, para seis datas, 1985, 1988, 1991, 1994, 1997 e 2000, compreendendo as bandas 5, 4 e 3, referentes às cenas 231/66 e 231/67 do sensor TM/Landsat, obtidos utilizando-se métodos de classificação digital de imagens. Os resultados das análises mostraram que a área desflorestada na região triplicou, e nas áreas de assentamento pioneiro os remanescentes florestais reduziram-se a menos de 20% em 2000, mostrando a inadequação do uso atual em relação à manutenção de 50% de remanescentes florestais estabelecidos pelo código florestal (Brasil, 1965) e aos limites de 20% de reservas florestais estabelecidos para a Zona 1.1 definida no Zoneamento Ecológico Econômico de Rondônia (Rondônia, 2000). A área desflorestada relativa às categorias de pequenas, médias e grandes propriedades foi similar nas seis datas de análise, considerando a proporção de área ocupada por cada categoria na área de estudo. Análises dos indicadores de abandono mostraram que a área de estudo não segue o padrão de uso e abandono relatado em vários trabalhos sobre uso da terra na Amazônia. Os resultados mostraram que em áreas onde o desflorestamento é acentuado, a vegetação secundária tendeu a ser eliminada, dando indicações de processos de intensificação de uso da terra na região. Em 2000, 16% da área desflorestada apresentou cobertura de vegetação secundária e, deste total, apenas 9% tinha mais do que 15 anos de idade. Finalmente, as análises do desflorestamento em Unidades de Ocupação associadas às informações sobre a malha fundiária permitiram identificar processos de alteração fundiária em vários assentamentos de pequenos produtores rurais, principalmente processos de transferência e concentração de terras, que precisam ser investigados através de análises mais aprofundadas.



## **LAND USE AND LAND COVER EVOLUTION PATTERNS IN RONDÔNIA CENTER-NORTH REGION**

### **ABSTRACT**

This work proposes a method to analyze the process of land use and land cover change partitioning the study region, considering spatial and temporal patterns extracted from visual analysis of historical series of TM/Landsat imagery. The study area is located at the Center-North region of Rondônia state, a pioneer region, where small settlements planned by INCRA are predominant. The analysis of deforestation from 1985 to 2000 showed that the deforestation increased three fold in this period, and frequently older settlements exceeded the 50% of deforestation established by Brazilian forest code (Brasil, 1965). Pioneer settlements presented less than 20% of forest remnants meaning that the Brazilian forest Code (Brasil, 1965) and Zoneamento Ecológico-Econômico (Rondônia, 2000) have not been respected. The proportion of the deforestation attributable to small, medium and large land holdings was similar, after taking into account the percentage of the study area occupied by each of these categories. Contrary to traditional model of land rotation, the result of the spatial and age analysis of the secondary vegetation suggests a scenario of land use intensification. Only 16% of the deforested landscapes were occupied by secondary forest in 2000 and only 9% of these were more than 15 years old. It was observed that the places where deforestation process is intensive, the amount of secondary vegetation is low. Finally, the analysis of deforested area associated with information about properties allowed us to identify a process of land concentration, that need to be studied more deeply.



## SUMÁRIO

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....  | <b>15</b> |
| <b>LISTA DE TABELAS</b> .....  | <b>17</b> |
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>19</b> |
| 1.1 Objetivos.....   | 22        |
| 1.2 Organização do Trabalho.....   | 23        |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....  | <b>27</b> |
| <b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....  | <b>27</b> |
| 2.1 Localização Geográfica .....   | 27        |
| 2.2 Descrição Física.....  | 29        |
| 2.3 A Colonização em Rondônia.....   | 30        |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....   | <b>37</b> |
| 3.1 Uso e Cobertura da Terra.....  | 38        |
| 3.2 Sistema de Classificação de Cobertura da Terra Proposto pela FAO. ....           | 40        |
| 3.3 Expansão da Fronteira Agrícola na Amazônia.....                                  | 42        |
| 3.3.1 Histórico de ocupação da Amazônia .....  | 43        |
| 3.4 Processos de Mudança e Alteração do Uso e Cobertura Terra na Amazônia. ....      | 45        |
| 3.4.1 O Desflorestamento na Amazônia.....  | 47        |
| 3.4.2 Sucessão Secundária.....   | 49        |
| 3.4.3 Processos de Alteração Fundiária em Áreas de Pequenas Propriedades Rurais. ... | 51        |
| 3.5 Análise do Uso da Terra Através da Segmentação do Espaço.....                    | 53        |
| 3.6 Método de Extração Visual de Dados .....   | 57        |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....  | <b>61</b> |
| <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | <b>61</b> |
| 4.1 Unidades de Ocupação .....   | 61        |
| 4.2 Materiais .....  | 62        |
| 4.2.1 Dados Cartográficos e Tabulares.....   | 62        |
| 4.2.2 Dados da Cobertura Florestal .....   | 63        |
| 4.2.3 Imagens TM/Landsat.....  | 63        |
| 4.2.4 Programas Utilizados.....  | 64        |
| 4.3 Metodologia.....   | 64        |
| 4.3.1 Aquisição de Imagens TM/Landsat.....   | 66        |
| 4.3.1.1 Pré-processamento.....   | 67        |
| 4.3.2 A Compartimentação do Espaço em Unidades de Ocupação.....                      | 68        |
| 4.3.2.1 Aplicação e Adaptação do Método Lógico de Fotointerpretação.....             | 68        |
| 4.3.2.2 Refinamento dos limites das Unidades de Ocupação.....                        | 75        |
| 4.3.2.3 Geração de Mapas de Faixa de Distância.....                                  | 77        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.3.2.4 Geração de Grade de Células Regulares.....  | 78         |
| 4.3.3 Classificação Digital de Imagens .....  | 78         |
| 4.3.3.1 Obtenção da Máscara de Floresta Primária.....   | 79         |
| 4.3.3.2 Classificação da Vegetação Secundária.....  | 80         |
| 4.3.4 Álgebra de Mapas.....   | 81         |
| 4.3.4.1 Indicadores de Processos de Mudança do Uso e Cobertura da Terra.....  | 81         |
| 4.3.4.2 Classificação das UOP's segundo critério de fragmentação proposto pelo Sistema de Classificação da Cobertura da Terra da FAO..... | 83         |
| 4.3.4.3 Estabelecimento de Tipologia de uso da terra.....   | 83         |
| <b>CAPÍTULO 5.....</b>  | <b>85</b>  |
| <b>RESULTADOS.....</b>  | <b>85</b>  |
| 5.1 Evolução do desflorestamento na área de estudo.....   | 86         |
| 5.1.1 Dados gerais .....  | 86         |
| 5.1.2 A Influência dos principais eixos viários na conversão da cobertura florestal .....   | 86         |
| 5.1.3 A Influência dos principais eixos viários na conversão da cobertura florestal .....   | 88         |
| 5.2 Evolução do desflorestamento nas Unidades de Ocupação.....  | 92         |
| 5.2.1 Resultados da delimitação das UOP's.....  | 92         |
| 5.2.2 Classificação das UOP's Segundo Macropadrões.....   | 96         |
| 5.2.3 Principais Processos de Uso da Terra: Desflorestamento e Alteração Fundiária.....   | 101        |
| 5.2.4 Processo de Ocupação e Apropriação de Terras .....  | 104        |
| 5.2.5 Adequação do Uso Atual em Relação ao Zoneamento Ecológico Econômico e o Código Florestal.....                                       | 113        |
| 5.3 Uma Tipologia para Padrões de Uso da Terra.....   | 119        |
| 5.3.1 Análise dos Indicadores de Desflorestamento nos Diferentes Tipos de Uso da Terra.....   | 123        |
| 5.3.2 Análise das Taxas de Desflorestamento nos Lotes de Pequenos Produtores Rurais.....  | 126        |
| 5.4 Distribuição Espacial e Dinâmica da Vegetação Secundária.....   | 128        |
| 5.4.1 Classificação da Vegetação Secundária .....   | 128        |
| 5.4.2 Evolução da Vegetação Secundária nas UOP's .....  | 131        |
| 5.4.3 Análise da Vegetação Secundária por Células de 2,5 X 2,5 km. ....   | 134        |
| 5.4.4 Análise da vegetação secundária nos tipos de padrões de uso da terra.....   | 139        |
| <b>CAPÍTULO 6.....</b>  | <b>143</b> |
| <b>CONCLUSÕES.....</b>  | <b>143</b> |
| 6.1 A Transformação da Área de Estudo: de Cobertura de Florestas Contínuas ao Predomínio de Coberturas Agrícolas.....                     | 143        |
| 6.2 Análise do Desflorestamento.....  | 143        |
| 6.3 Processos de Transformação da Estrutura Fundiária.....  | 144        |
| 6.4 Processos e Padrões de Abandono .....   | 145        |
| 6.5 Método para o Particionamento do Espaço Agrário, onde e Quando Utilizá-lo. ....   | 146        |
| 6.6 Recomendações .....   | 147        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>   | <b>149</b> |
| <b>APÊNDICE A .....</b>   | <b>161</b> |
| <b>APÊNDICE B.....</b>  | <b>163</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| 2.1 - Localização da área de estudo. Os municípios incluídos na área são: 1. Cujubim; 2. Machadinho d'Oeste; 3. Rio Crespo; 4. Vale do Anari; 5. Ariquemes; 6. Theobroma; 7. Vale do Paraíso; 8. Jaru; 9. Ouro Preto d'Oeste e ; 10. Ji-Paraná. Fonte (IBGE, 1997) .....  | 27  |
| 2.2 - Localização dos Projetos de Assentamento (PA's) em Rondônia criados nas décadas de 70 e 80. Fonte: Adaptado de Frohm (1996).....  | 32  |
| 2.3 - Expansão da ocupação ao longo da BR-364, entre as cidades de Ouro Preto d'Oeste e Jaru, vista em uma seqüência de imagens dos anos de 1985 (esquerda), 1994 (centro) e 2000 (direita).....  | 35  |
| 3.1 - Tipologia baseada em padrões espaciais de floresta/não-floresta, adaptado de Mertens e Lambim, 1999.....  | 56  |
| 4.1 - Fluxograma contendo as 5 etapas da metodologia utilizada.....   | 66  |
| 4.2 - Elemento de textura: Parcelas de desflorestamento .....   | 70  |
| 4.3 - Dimensão das Parcelas Desflorestadas.....   | 70  |
| 4.4 - Freqüência das parcelas desflorestadas.....   | 71  |
| 4.5 - Uniformidade dos elementos de textura.....  | 71  |
| 4.6 - Diferentes tipos de estrutura.....  | 72  |
| 4.7 - Grau de estruturação.....   | 73  |
| 4.8 - Freqüência de sombras associadas ao tipo de relevo.....   | 73  |
| 4.9 - Limite definido contornando rios e estradas.....  | 74  |
| 4.10 - Limite progressivo, círculo azul destaca a zona de transição entre duas zonas homólogas.....   | 74  |
| 4.11 - Limite envoltório desenhado com linhas brancas tracejadas.....   | 75  |
| 4.12 - Delimitação de uma UOP utilizando dados temporais. A UOP apresentada é uma área com processo de concentração de terra em área de pequenas propriedades.....  | 76  |
| 4.13 - Delimitação de uma UOP utilizando dados cartográficos e limites de uma reserva florestal.....  | 76  |
| 4.14 - Delimitação de uma UOP utilizando dados de classificação digital de imagens. O tamanho dos polígonos de desflorestamento trienais diferencia duas áreas de propriedades pequenas e médias, que não distinguíveis somente com a interpretação visual da imagem..... | 77  |
| 4.15 - Delimitação de uma UOP utilizando dados de Malha fundiária do INCRA.....   | 77  |
| 4.16 - Sistema utilizado para a classificação de UOP's em tipos de uso da terra.....  | 84  |
| 5.1 - Taxas médias anuais de desflorestamento, na área de estudo, entre 1985 e 2000.....  | 88  |
| 5.2 - Localização das três principais estradas da região e zonas com largura de 25 km (BR-364), e 12,5 km de cada lado (RO-275 e RO-464).....   | 91  |
| 5.3 - Variação da fração desflorestada, df (%), nas proximidades das estradas entre 1985 e 2000 .....   | 92  |
| 5.4 - Mapa contendo 54 UOP's, 16 áreas de reserva florestal e sedes de 6 municípios.....  | 94  |
| 5.5 - Evolução das 4 classes de cobertura da terra na área de estudo.....   | 97  |
| 5.6 - Evolução e distribuição espacial da cobertura vegetal na área de estudo, baseado na classificação das 76 UOP's.....   | 100 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.7 - Processo de concentração de terras no PA Vale do Anari. As setas vermelhas indicam as agregações identificadas utilizando dados de área desflorestada e visitas à região. As outras áreas representam possíveis agregações.....   | 106 |
| 5.8 - Indicação de processos de concentração fundiária em áreas de grandes e médios produtores rurais. As setas indicam a localização dos projetos de assentamento.   | 107 |
| 5.9 - Curvas de distribuição acumulada das áreas desflorestadas por período. As curvas do gráfico (a) são relativas às diferentes categorias de produtores rurais e as do gráfico (b) são relativas às áreas de pequenas e médias propriedades. As curvas representadas com símbolos são as das UOP's que apresentaram processos de concentração de área. ....                | 110 |
| 5.10 - Sobreposição das UOP's com as zonas de uso estabelecidas pelo Zoneamento Ecológico Econômico (Rondônia, 2000). ....  | 114 |
| 5.11 - Fração desflorestada das Unidades de ocupação considerando os limites do Código florestal. ....  | 116 |
| 5.12 - Mapa de tipos de padrões de uso da terra. Os tipos 1 a 6 são pequenos produtores rurais; os tipos 7 e 8 correspondem aos médios produtores e; os tipos 9 e 10 correspondem aos grandes produtores rurais. ....   | 121 |
| 5.13 - Taxa de desflorestamento/lote por período de 3 anos. ....  | 128 |
| 5.14 - Evolução da capoeira nas UOP's. As áreas em rosa representam áreas com capoeira abaixo da média de cada ano e, as áreas em verde representam áreas com capoeira acima da média de cada ano. Em 1985 a proporção média foi de 31%, em 1988 de 27%, em 1991 de 20%, em 1997 de 23% e em 2000 de 16%. ....  | 133 |
| 5.15 - Distribuição cumulativa das áreas de Fração Desflorestada (DFc) para células de 2,5 X 2,5 km, excluindo células de floresta. Valores médios de fração desflorestada, df <sub>c</sub> são relativos às áreas das células e fração de vegetação secundária, V <sub>sc</sub> (%), são apresentadas em quantis de 5 %.....   | 136 |
| 5.16 - Composição colorida, RGB mostrando, predominância do desflorestamento, em vermelho e da capoeira em verde. As áreas em azul, dentro da área de estudo correspondem às células contendo 100% de floresta, nas células restantes foi atribuído valor 0 no canal do azul, de modo a evidenciar a relação entre a fração de floresta secundária e o desflorestamento. .... | 137 |
| 5.17 - Faixas de idade da vegetação secundária em 2000 e os padrões de uso da terra. ....   | 140 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| 4.1 Material Cartográfico utilizado.....   | 63  |
| 4.2 Datas de passagem das Cenas do TM/Landsat.....   | 64  |
| 4.3 - Indicadores de extensão, baseados em medidas de área para um determinado ano.<br>.....   | 82  |
| 4.4 - Indicadores de velocidade baseados em medidas de área para um determinado período.....   | 82  |
| 5.1 - Síntese das principais características das UOP's mapeadas.....   | 95  |
| 5.2 - Área desflorestada e fração desflorestada segundo categorias de produtores rurais, área urbana e reservas florestais.....                              | 101 |
| 5.3 - Teste de Kolmogorov-Smirnov, variações da fração desflorestada entre 1985 e 2000.....  | 102 |
| 5.4 - Contribuição das diferentes categorias de propriedades rurais para áreas desflorestadas e porcentagem de desflorestamento total nos períodos.....      | 103 |
| 5.5 - Teste de Kolmogorov-Smirnov para diferenciação de Assentamentos com processos de concentração de terras.....   | 112 |
| 5.6 - Proporção de Áreas irregulares segundo o código Florestal. Área das Unidades de Ocupação com fração desflorestada relativa à área total de estudo..... | 119 |
| 5.7 - Proporção de áreas irregulares, segundo zonas do ZEE. Área das Unidades de Ocupação com fração desflorestada relativa à área total de estudo.....      | 119 |
| 5.8 - Padrões de Uso da Terra.....   | 122 |
| 5.9 - Fração Desflorestada por tipos de uso da terra nas classes de pequenos produtores rurais.....  | 123 |
| 5.10 - Porcentagem Desflorestada por período por tipo de padrão de uso da terra.....   | 126 |
| 5.11 - Avaliação das Classificações de Floresta secundária.....  | 130 |
| A1 - Fração desflorestada, df(%).....  | 161 |
| B1 - Fração de Floresta Cortada, FFC(%).....   | 163 |



## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

A história de ocupação mais recente na Amazônia, a partir da década de 50, caracterizou-se pela expansão da fronteira agrícola, que resultou em um ritmo acelerado e extenso de transformações (Becker, 1997; Machado, 1998), refletindo altas e continuadas taxas de conversão de floresta primária, em alguns estados e regiões da Amazônia Legal (INPE, 1989, 1996, 1999, 2000, 2002; Skole e Tucker, 1993; Alves et al, 1998; Alves, 1999; Alves, 2002).

Taxas de desflorestamento têm sido estimadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, desde a década de 70 mostrando que o período no qual as taxas de desflorestamento foram menores correspondeu ao período de 1990 a 1991, com uma taxa de  $1.1 \times 10^6$  ha/ano. Entre 1994 e 1995 houve o maior aumento das taxas que atingiram  $2.9 \times 10^6$  ha/ano, reduzindo-se para cerca de  $1.3 - 1.8 \times 10^6$  ha/ano até o ano 2000. Durante o período de 1978 a 2000 estima-se um aumento de  $37.8 \times 10^6$  ha de hectares para  $58.8 \times 10^6$  ha, na área monitorada pelo INPE, que corresponde às áreas de fisionomia florestal (INPE, 2002).

O desflorestamento na Amazônia tem como característica a concentração espacial (Alves, 1999, 2002), difundindo-se preferencialmente ao longo das rodovias e áreas pioneiras, cuja intensificação tem muitas vezes como consequência, impactos sociais e ambientais, como conflitos pela posse da terra (Becker, 1997), fragmentação florestal, destruição e degradação de habitats (Skole e Tucker, 1993).

A fronteira agrícola na Amazônia é heterogênea, constituída de várias atividades, onde se desenvolveram formas diversificadas de uso da terra, apresentando regiões com características distintas no histórico e ritmo de ocupação (Becker, 1997; Godfrey e Browder, 1996). Em Rondônia, por exemplo o modelo predominante de ocupação é o do assentamento dirigido criado e gerenciado pelo INCRA, permeado, muitas vezes, por áreas de ocupação espontânea e de médias e grandes propriedades, onde são

desenvolvidas atividades relacionadas principalmente com a pecuária. Diferentemente de Rondônia, no Sudeste do Pará, o processo de ocupação foi induzido pelo governo através de ações indiretas, como a abertura de estradas e o financiamento de grandes projetos agropecuários e de exploração mineral, sendo o processo predominante o da ocupação espontânea, decorrente dos grandes fluxos migratórios dos anos 70 e 80 (Schimink e Wood, 1992). Nesta região pode-se observar a sobreposição de processos antigos de ocupação, como descrevem Godfrey e Browder (1996), nas faixas ribeirinhas dos rios, com processos mais recentes de colonização, ao longo das estradas, nos planaltos de terra firme.

O padrão espacial da expansão da fronteira agrícola na Amazônia acompanhou a construção de novas estradas e a implantação de grandes projetos de colonização, hidrelétricos e minerais (Machado, 1998). Ligados às atividades agropecuárias, destacam-se como os principais agentes de apropriação de terras, as empresas agropecuárias, fazendeiros individuais, pequenos produtores, colonos do INCRA e de companhias privadas (Becker, 1997; Machado, 1998).

Devido à heterogeneidade espacial das regiões da Amazônia as análises de dinâmica do uso da terra buscam identificar diferentes configurações espaciais cuja finalidade é compreender processos de uso da terra e estabelecer diferenças regionais. Mais freqüentemente, são utilizados como critério para a partição do espaço, limites administrativos (Alves et al., 1998; Reis, 2002), células regulares (Skole e Tucker; 1993; Fearnside, 1986; Laurance, 2002; Alves, 1997, 1998, 1999 e 2002), micro-regiões (Reis, 1994), setores geomorfológicos (Ab'Saber, 1987) ou zonas homogêneas (Laques, 1993; Becker e Egler, 1997).

Nas regiões da Amazônia, que apresentam uma grande heterogeneidade espacial e uma acentuada dinâmica, a partição do espaço é importante para a análise dos processos de mudança de uso e cobertura da terra, permitindo identificar e mapear diferentes padrões de uso da terra, que podem estar associados aos diferentes agentes, tipos e históricos de ocupação.

Os critérios para a partição do espaço são freqüentemente definidos de forma empírica, considerando a disponibilidade de dados agregados por área, como os do censo populacional e agropecuário do IBGE, e restrições de tratamento de dados. Porém, os resultados podem estar condicionados, muitas vezes, à geometria das unidades de análise, pois a definição dos limites de área não é, na maioria das vezes, derivada do dado, mas imposto por um critério convencional (Goodchild, 1996). Na Amazônia, por exemplo, os dados sócio-econômicos e sobre uso da terra são disponibilizados por municípios, entretanto o tamanho dos municípios desta região, em geral, é grande, quando comparado com municípios de outras regiões do país, implicando em análises pouco detalhadas e generalização dos fenômenos e de sua distribuição espacial.

Um exemplo de partição do espaço, no qual os critérios baseados em fatores ambientais são utilizados para definir zonas ou setores homogêneos, é o método adotado pelo Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia (Becker e Egler, 1997), cujo procedimento envolve a definição e análise de processos naturais em Unidades Territoriais Básicas. Tal divisão tem como objetivo indicar, no contexto do planejamento regional, zonas vulneráveis e restrições quanto ao uso e ao estabelecimento de atividades sócio-econômicas. Outras formas de setorização do espaço podem ser encontradas na literatura, como as unidades de paisagem (Zonneveld, 1972) ou setores geomorfológicos (Ab'Saber, 1987). Finalmente, alguns trabalhos estratificam o espaço na escala de propriedades (Moran et al, 2002), exigindo grandes investimentos em levantamentos de campo.

Neste trabalho são desenvolvidas análises sobre a evolução do uso e cobertura da terra na região Centro-Norte de Rondônia aplicando-se um método também empírico para a partição do espaço, baseado na delimitação de regiões que apresentam padrões espaciais observáveis em séries temporais de imagens do sensor TM dos satélites Landsat (TM/Landsat).

A principal hipótese deste trabalho é de que diferentes padrões de ocupação, em áreas de expansão de fronteira agrícola, observados em uma série temporal de imagens de satélite, estão associados a diferentes processos de mudanças no uso e cobertura da

terra, que diferem no ritmo e intensidade, de acordo os agentes envolvidos, o histórico, a forma e a idade da ocupação.

Esta hipótese é verificada através da análise de processos de mudança de uso e cobertura da terra em Unidades de Ocupação, que apresentam diferentes padrões de ocupação observáveis em séries temporais de imagens TM/Landsat, como o desflorestamento, a sucessão secundária e a alteração fundiária. No final, é proposta uma tipologia de padrões de uso e cobertura da terra para a região, que se constitui em uma síntese dos principais processos associados às diferentes categorias de propriedades rurais estabelecidas na região e as distintas formas de ocupação.

A relevância destas análises está na possibilidade de se gerar diagnósticos diferenciados para regiões e localidades distintas, considerando os principais agentes e especificidades regionais quanto ao histórico e às formas de ocupação, melhorando a compreensão dos processos de mudanças de uso da terra. Os resultados destas análises podem auxiliar na orientação de políticas públicas para o planejamento regional, bem como na construção de modelos quantitativos que busquem expressar diferenças locais e regionais nos processos de mudanças de uso e cobertura da terra.

## **1.1 Objetivos**

O principal objetivo deste trabalho é o de analisar processos de mudanças no uso e cobertura da terra através de um método empírico para a partição de uma área de fronteira agrícola na região Centro-Norte de Rondônia, identificando padrões de mudança de uso e cobertura da terra em uma série histórica de dados de sensoriamento remoto, mapas fundiários, observações de campo e dados do censo agropecuário.

Seis objetivos específicos foram delineados:

- 1) Identificar e mapear diferentes padrões de ocupação, baseados na análise de uma série temporal de imagens do sensor *TM/Landsat*, utilizando-se métodos de foto-interpretação e foto-análise;

- 2) Analisar a evolução de indicadores de desflorestamento para a caracterização de áreas relativas às diferentes categorias de propriedades rurais, Unidades de Ocupação e tipos de padrões de uso da terra;
- 3) Analisar a evolução de indicadores de desflorestamento ao longo dos três principais eixos viários presentes na área de estudo verificando a influência dos mesmos no processo de conversão de floresta primária em outros tipos de cobertura;
- 4) Propor uma tipologia de padrões de uso da terra como síntese dos principais processos regionais de mudanças de uso e cobertura da terra, caracterizando-os e associando-os aos diferentes agentes e formas de ocupação;
- 5) Analisar áreas desflorestadas trienais para a detecção de processos de alteração fundiária.
- 6) Analisar a distribuição espaço-temporal de processos de sucessão secundária como indicador de abandono.

## **1.2 Organização do Trabalho**

Este documento foi organizado em 6 Capítulos. O Capítulo 2 apresenta a área de estudo descrevendo-a em seus aspectos físicos, históricos e geográficos.

No Capítulo 3, pode ser encontrada uma revisão bibliográfica sobre processos de mudança no uso e cobertura da terra na Amazônia, que foi dividido em três seções. Na primeira seção são discutidos os conceitos de uso e cobertura da terra e são apresentadas algumas tipologias encontradas na literatura, que procuram caracterizar diferentes padrões de uso da terra em áreas de fronteira agrícola. A discussão é feita observando a necessidade de se estabelecer uma tipologia que corresponda aos modelos regionais de ocupação na Amazônia, que podem diferir de uma região para outra.

Na segunda Seção deste Capítulo, são apresentados três importantes processos de mudanças no uso da terra na Amazônia, detectáveis a partir de imagens e tecnologias de sensoriamento remoto: desflorestamento, abandono e alteração fundiária. Esta seção

teve como objetivo fundamentar as análises dos processos de conversão da cobertura vegetal na área de estudo e processos de alteração fundiária, baseadas em mapas de uso e cobertura da terra, obtidos a partir de uma série temporal de imagens *TM/Landsat*.

Na terceira Seção do Capítulo 3 são apresentados trabalhos realizados na Amazônia que utilizam diferentes formas de segmentação do espaço em análises do uso da terra. Ainda nesta seção, são apresentadas as bases teóricas do método proposto neste trabalho, para a partição da área de estudo, que se baseia no método lógico, e conta com duas etapas, uma de foto-análise e outra de foto-interpretação.

No Capítulo 4, as Unidades de Ocupação são conceituadas e são apresentados materiais, sistemas e procedimentos metodológicos utilizados. Durante a descrição da metodologia, são descritos e exemplificados através de figuras, os elementos de foto-análise, baseados em parcelas de desflorestamento, utilizados para a estratificação do espaço em Unidades de Ocupação. A metodologia desenvolvida para a partição do espaço adaptou a sistemática do método lógico de foto-interpretação, para análise de padrões de uso da terra. O método tem como objetivo possibilitar a realização de diagnósticos diferenciados dos processos de mudanças do uso e cobertura da terra, em áreas de fronteira agrícola, associando-os aos diferentes agentes, históricos e tipos de ocupação.

O Capítulo 5 foi dividido em 5 seções, na Seção 5.1 são apresentados resultados das análises do desflorestamento para a área de estudo como um todo e para áreas de influência das três principais estradas da região. Na Seção 5.2 são apresentados os resultados da divisão da área de estudo em Unidades de Ocupação e a tipologia de padrões uso e cobertura da terra que sintetiza os principais padrões encontrados na área de estudo. Neste Capítulo são apresentados resultados e discussões das análises dos processos de desflorestamento, alteração fundiária e abandono. O desflorestamento, como pode ser visto na Seção 5.3, foi analisado com relação às Unidades de Ocupação, as categorias de propriedades rurais, aos lotes e aos padrões de ocupação. Pode ser encontrada também nesta seção uma discussão sobre a adequação do código florestal e do Zoneamento Ecológico Econômico de Rondônia com relação ao processo de desflorestamento na região.

Na Seção 5.4 são apresentados os resultados das análises da vegetação secundária, sua distribuição espacial nas seis datas, considerando as Unidades de Ocupação (UOP's) e células de 2,5 X 2,5 km, que foram construídas com o objetivo de refinar as análises realizadas nas UOP's e observar sua distribuição espacial. Foi feita também uma análise da idade das capoeiras e da sua localização em relação aos diferentes tipos de ocupação.

O Capítulo 6 encerra o trabalho e faz uma síntese dos principais resultados obtidos nas análises realizadas tendo em vista os objetivos propostos no Capítulo 1. Neste Capítulo, algumas conclusões são colocadas com relação ao método proposto para a estratificação do espaço e recomendações são feitas tendo em vista a sua aplicação em outras regiões.



## CAPÍTULO 2

### ÁREA DE ESTUDO

#### 2.1 Localização Geográfica

A área de estudo está localizada na região Centro-Norte de Rondônia, na Amazônia Ocidental, situada em torno de  $9^{\circ} 00'$  e  $11^{\circ} 00'$  de latitude Sul e  $61^{\circ} 30'$  e  $63^{\circ} 00'$  de longitude Oeste. A área abrange parte dos municípios de Cujubim, Jarú, Vale do Anari, Vale do Paraíso, Machadinho d'Oeste, Ouro Preto d'Oeste, Ariquemes, Rio Crespo, Ji-Paraná e o município de Theobroma, totalizando 10 municípios da região Centro-Norte de Rondônia, conforme pode ser observado na Figura 2.1.

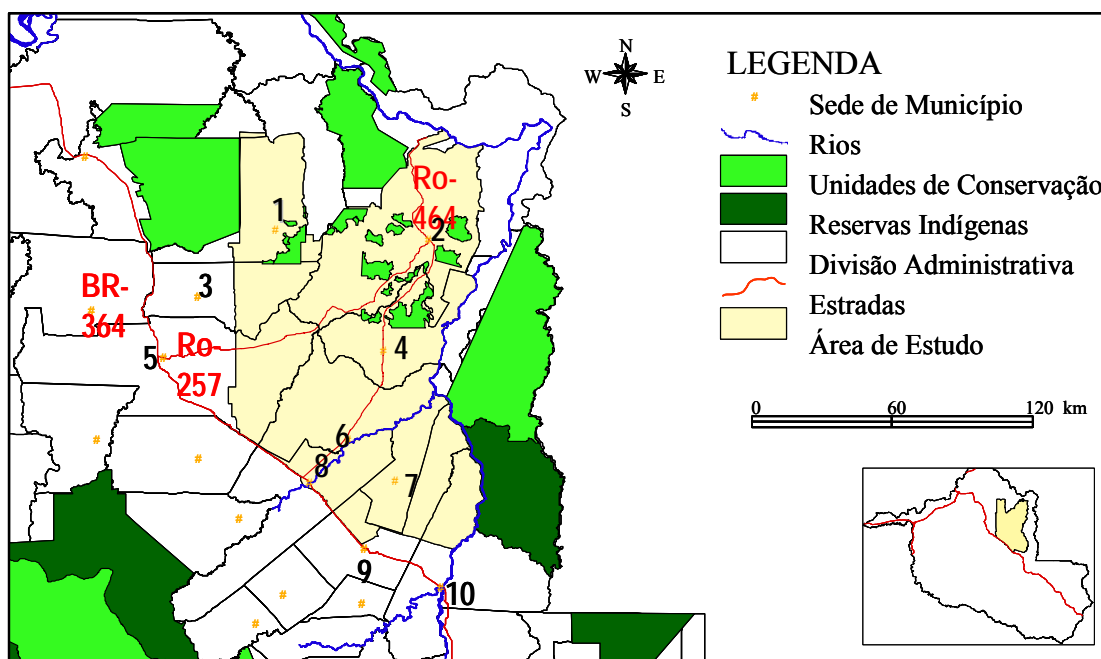


FIGURA 2.1 - Localização da área de estudo. Os municípios incluídos na área são: 1. Cujubim; 2. Machadinho d'Oeste; 3. Rio Crespo; 4. Vale do Anari; 5. Ariquemes; 6. Theobroma; 7. Vale do Paraíso; 8. Jarú; 9. Ouro Preto d'Oeste e ; 10. Ji-Paraná.  
FONTE: (IBGE, 1997).

A área de estudo compreende aproximadamente  $15.403 \text{ km}^2$ , correspondendo à cerca de 15% da área total do estado de Rondônia (IBGE, 1997).

Predominam nesta região os projetos de colonização do INCRA e áreas de pequenas propriedades, com lotes variando entre 20 ha e 100 ha, representando cerca de 68% da área total. Permeando as áreas de pequenas propriedades, encontram-se áreas de médias propriedades (18%), onde predominam parcelas de 250 ha a 1.000 ha e grandes fazendas (13%), com área maior que 1.000 ha. A área é composta por diversos tipos de organização fundiária, incluindo as que seguem (SEDAM, 1996):

- 1) Projetos de Colonização Oficial - São áreas que envolvem os Projetos Integrados de Colonização, PIC's, com módulos médios de 100 ha, Projetos de Assentamentos de Novas Áreas, com módulo médio de 50 ha e, os Projetos de Assentamento Dirigido (PAD) com módulo médio de 100 ha a 250 ha, estes últimos não ocorrem na área de estudo. Os Projetos de Assentamento, em especial os PIC's, na década de 70, contaram com assistência do estado, que oferecia crédito e infra-estrutura para os assentados (Oliveira, 1983).
- 2) Projetos de Assentamento Rápido. São áreas de projetos implantados entre os anos de 1980 e 1982, com módulos médios de 50 ha, sem nenhuma infra-estrutura fornecida ao produtor-rural, ficando a cargo do INCRA apenas a demarcação e a titulação das propriedades.
- 3) Projetos de Reforma Agrária. São áreas destinadas aos pequenos produtores rurais, para cumprir o plano de reforma agrária, criados a partir de 1986, com módulos médios de 30 ha. Correspondem aos projetos de assentamento mais recentes com menor recurso que os assentamentos pioneiros e com infra-estrutura variável.

Além dos Projetos de Assentamento do INCRA existem as áreas de concorrência pública, entre outras, que são áreas vendidas pelo INCRA através de licitações públicas, de livre concorrência envolvendo módulos de 300 a 2.000 hectares.

Com o objetivo de definir categorias de tamanhos de propriedades, a Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964, estabeleceu o Módulo Fiscal, que para Rondônia e os 52

Municípios corresponde a 60 ha. As propriedades foram classificadas da seguinte forma, com relação ao tamanho:

**Minifúndio:** Imóvel rural com área inferior a 1 (um) módulo fiscal (60 ha);

**Pequena Propriedade:** Imóvel rural de área compreendida de 1 (um) até 4 (quatro) módulos fiscais (de 60 a 240 ha);

**Média Propriedade:** Imóvel rural de área compreendida de 4 (quatro) até 15 (quinze) módulos fiscais (240 a 900 ha);

**Grande Propriedade:** Imóvel rural com área superior a 15 (quinze) módulos fiscais (900 ha);

Neste trabalho os critérios de classificação utilizados para definir categorias de pequenas, médias e grandes propriedades foram os estabelecidos pela legislação, entretanto, foram consideradas como áreas de médias propriedades, as que contavam com lotes de 250 a 1.000 ha e as áreas com propriedades menores que 60 ha, foram agregadas à categoria de pequenas propriedades.

## **2.2 Descrição Física**

O clima predominante da região é tropical úmido, com estação seca bem definida, entre junho e agosto, tipo Aw, pela classificação de Köppen. A temperatura anual média é de 24°C e precipitação total anual varia em torno de 2.250 mm (RADAMBRASIL, 1978).

O relevo em Rondônia apresenta elevações entre 70 a 600 metros, predominando na área de estudo relevo suave ondulado e a vegetação predominante é a floresta ombrófila densa (RADAMBRASIL, 1978).

Em Rondônia predominam os latossolos, ocorrendo ainda os solos podzólicos, eutróficos e distróficos, areias quartzozas, terras roxas estruturadas, entre outros (EMBRAPA, 1992; citada por SEDAM, 1996).

### **2.3 A Colonização em Rondônia**

Os primeiros colonizadores portugueses começaram a percorrer o atual estado de Rondônia no século XVII. Somente no século seguinte, com a descoberta e a exploração de ouro em Goiás e Mato Grosso, aumentou o interesse pela região. Em 1776, foi construído o Forte Príncipe da Beira, às margens do rio Guaporé, em decorrência dos conflitos fronteiriços com os espanhóis na Bolívia, o que estimulou a implantação dos primeiros núcleos coloniais, que só se desenvolveram no final do século XIX com o surto da exploração da borracha (Teixeira e Fonseca, 2000).

No início do século XX, a criação do estado do Acre, a construção da ferrovia Madeira-Mamoré e a ligação telegráfica estabelecida por Cândido Rondon representaram novos impulsos à colonização. Em 1943 foi constituído o Território Federal de Guaporé, com capital em Porto Velho, mediante ao desmembramento de áreas pertencentes aos estados do Mato Grosso e Amazonas, com a intenção de apoiar mais diretamente a ocupação e o desenvolvimento da região, que em 1956 passou a se chamar Território de Rondônia (Teixeira e Fonseca, 2000).

Até a década de 60, a economia se resumiu praticamente à extração de borracha e de castanha-do-pará (Pedlowski et al., 1999). A partir de então, devido à política de incentivos fiscais e aos intensos investimentos do governo federal, como os projetos de colonização dirigida, no final da década de 60 e início da década de 70, a migração foi estimulada e, grandes massas de migrantes, em grande parte originárias da região Centro-Sul, ocuparam a região. Nesta época, a descoberta de ouro e cassiterita contribuiu para o aumento populacional.

No início da década de 70, no governo Médici, foi elaborado o I PND – Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – que tinha como um dos principais objetivos, para região Norte, a integração deste amplo território ao restante do país, através do estabelecimento de algumas estratégias para sua ocupação, como a construção de rodovias, hidroelétricas, redes urbanas e de telecomunicações, a colonização oficial através da distribuição de terras pelo INCRA, dentro do projeto PROTERRA, visando o assentamento de pequenos produtores rurais.

A abertura da rodovia Cuiabá-Porto Velho, a BR-364, no início dos anos 70, iniciou um fluxo de migração em Rondônia sem precedentes na região amazônica. Nesta década, a taxa de crescimento populacional foi de 16% ao ano (Coy,1987; Perz, 2002) e o número de habitantes cresceu quase oito vezes, passando de 70 mil para cerca de 500 mil, entre as décadas de 60 e 80. Em 1981, Rondônia ganhou a condição de estado.

O primeiro Projeto Integrado de Colonização (PIC), criado em 1970, foi localizado no atual município de Ouro Preto d'Oeste. Posteriormente, foi estabelecido um projeto em Sidney Girão, que falhou por não conseguir atrair e manter colonos devido a sua localização, encontrando-se fora do eixo da BR-364 e em solos pobres (Morán, 1991). Outros PIC's foram criados a partir da intensificação dos fluxos migratórios: PIC Paulo Assis Ribeiro, PIC Marechal Dutra, PIC Padre Adolpho Rohl e PIC de Ji-Paraná.

A intensificação dos fluxos migratórios pode ser explicada pelo abandono dos projetos de colonização na Transamazônica e por mudanças na estrutura das propriedades rurais no centro-sul do Brasil (Pedlowski et al., 1999), além de haver incentivo por parte do governo para povoar as áreas de fronteira nacionais, estabelecendo-se assim, contingentes populacionais na região.

A Figura 2.2 mostra a localização dos PIC (Projetos pioneiros) e PAD (Novos Projetos) de Rondônia.

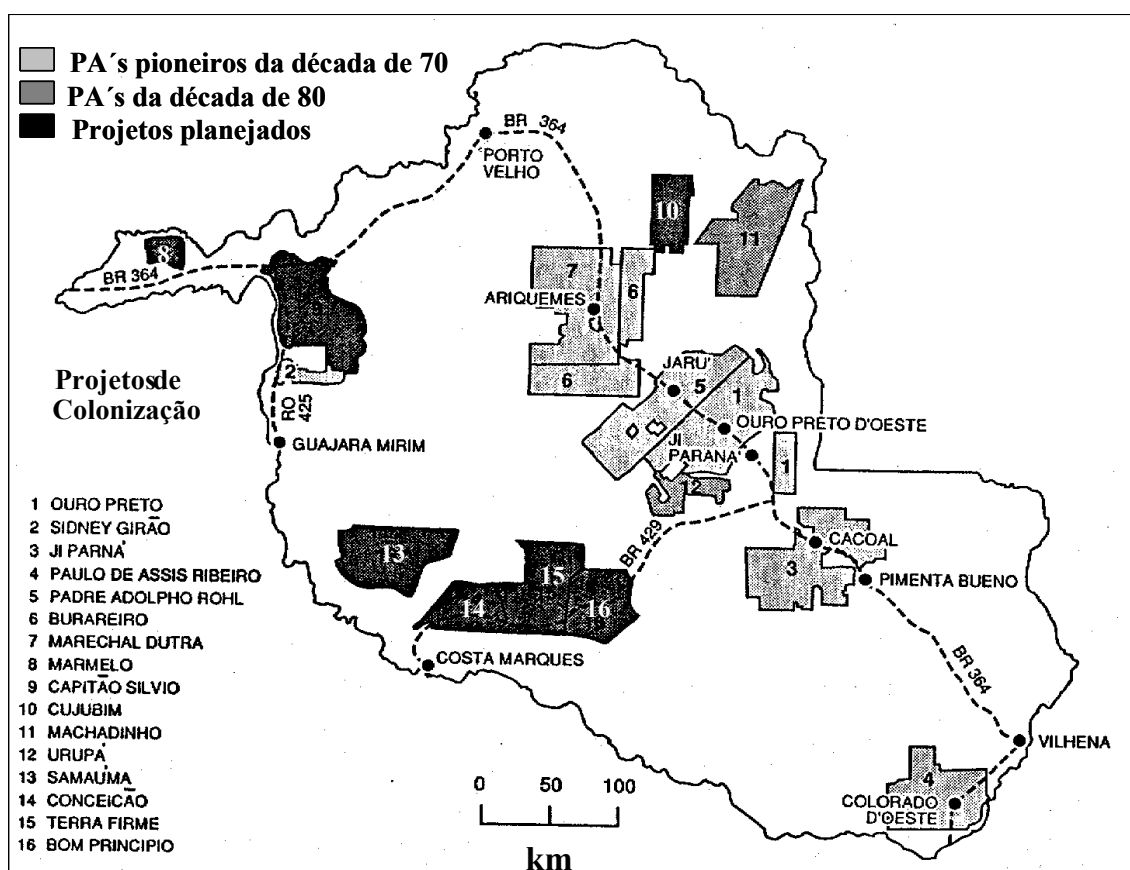


FIGURA 2.2 - Localização dos Projetos de Assentamento (PA's) em Rondônia criados nas décadas de 70 e 80.

FONTE: Adaptada de Frohm (1996).

Na implantação dos PIC's, na década de 70, poucas famílias foram assentadas com assistência do Estado, o que atraiu uma grande massa de população. Essa população veio posteriormente e ocupou a terra de forma espontânea, tendo depois sua situação regularizada (Becker, 1997). Foram criados os Projetos de Assentamento Dirigido (PAD's), que se diferenciavam dos PIC's por possuírem menos recursos dirigidos à sua infra-estrutura, cabendo ao INCRA, muitas vezes, apenas a tarefa de demarcação e titulação das parcelas ocupadas. (Oliveira, 1983).

O fluxo populacional, com origem nos estados do sul, principalmente nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, foi muito grande, excedendo a capacidade de controle da terra por parte do INCRA.

Em 1977, apenas 35% das famílias dos projetos de colonização em Rondônia tinham os títulos das terras que ocupavam e os conflitos começaram a ocorrer entre os migrantes,

havendo invasões em terras pública e privadas (Morán, 1991). O INCRA, representando a ação governamental, deixou de ter a função inicial de impulsionar o desenvolvimento regional para uma tentativa, muitas vezes, sem sucesso, de controlar a ocupação espontânea.

Becker (1997) lista como principais conseqüências do processo de povoamento e ocupação em Rondônia, as condições precárias de infra-estrutura e de serviços públicos básicos, as altas taxas de desflorestamento, os impactos ambientais, falta de condições de armazenamento e transporte para o escoamento da produção e, conflitos pela posse de terra.

O Estado teve que se adaptar a essa situação, recorrendo às novas formas de assentamento. Em 1981, foi criado o “Programa Integrado de Desenvolvimento do Noroeste do Brasil” - o POLONOROESTE, com apoio financeiro do Banco Mundial, que teve como principais objetivos pavimentar a BR-364 e tentar equilibrar os conflitos sociais na região, através da instalação de novos projetos de assentamento.

Nos novos assentamentos, os lotes ficaram cada vez menores, passando de 100 ha a 50 ha e algumas vezes a 20 ha. Foram criadas as reservas em bloco, nas quais os 50% da floresta que deveriam ser preservados de acordo com o código florestal (Brasil1965), eram reunidos, formando reservas fora do lote.

Foram criados e instalados Núcleos Urbanos de Apoio Rural (NUAR) que tinham como objetivo criar centros de abastecimento para a população rural, instalando infra-estrutura básica como: posto de saúde, escolas, armazéns, postos de extensão rural etc. (Coy, 1987). Os custos relativos à disponibilidade e manutenção desses serviços foram repassados para o governo estadual.

O POLONOROESTE contava com poucos recursos para a conservação ambiental e proteção das comunidades indígenas e quando a BR-364 foi inaugurada, a ocupação descontrolada resultou em um rápido processo de desflorestamento e invasão de terras indígenas, gerando conflitos e grandes impactos sociais (Pedlowski et al., 1999).

A partir de 1987 o programa POLONOROESTE passou a adotar ações buscando enfocar questões ambientais, criou-se então o “Projeto Agropecuário e Florestal de Rondônia”, PLANAFLORO, que através do Banco Mundial previa financiamento para a estruturação dos órgãos estaduais de Rondônia envolvidos com as questões do meio-ambiente, além de estudos, consultorias técnicas e treinamento. Várias unidades de conservação estaduais foram criadas neste período e como exemplo de um dos resultados positivos, destaca-se o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Rondônia, na escala 1:1.000.000, que definiu critérios de investimentos públicos e privados, preservação de ecossistemas frágeis e do meio ambiente como um todo, e o ordenamento do uso dos recursos naturais, em sua primeira e segunda aproximação (Rondônia, 1990 e 2000).

Embora o programa tenha sido formulado de forma a permitir a participação das populações tradicionais, principalmente em aspectos relacionados com a conservação dos recursos naturais, isso não ocorreu. As Instituições governamentais que deveriam estar envolvidas no controle e proteção das unidades de conservação não foram fortalecidas (Pedlowski et al., 1999). A tendência foi promover a ocupação e a exploração dos recursos naturais existentes em áreas que seriam transformadas em unidades de conservação e, muitas vezes, em território indígena.

Como consequência da ocupação desordenada e acelerada em Rondônia, este estado juntamente com os estados do Mato Grosso, Pará e Maranhão, são os que tem apresentado maiores taxas de desflorestamento desde que se iniciaram as estimativas de desflorestamento na Amazônia, no final da década de 70, até os dias atuais (INPE, 2002). Análises do desflorestamento na área de estudo mostram que a área total desflorestada em Rondônia aumentou de 4.200 km<sup>2</sup> para cerca de 58.000 km<sup>2</sup> entre 1977 e 2000 (INPE, 2002), e as áreas de reserva legal e de capoeira foram em grande parte perdidas nas regiões próximas à BR-364, ao mesmo tempo em que o uso das pastagens aparentemente intensificou-se (Alves et al., 1999; Alves et al., 2002).

A figura 2.3 mostra uma seqüência de imagens, referentes aos anos de 1985, 1994 e 2000, que cobrem as cidades de Jaru e Ouro Preto d'Oeste, em Rondônia, ilustrando o processo de ocupação ao longo da BR-364 que levou a perdas contínuas de floresta.

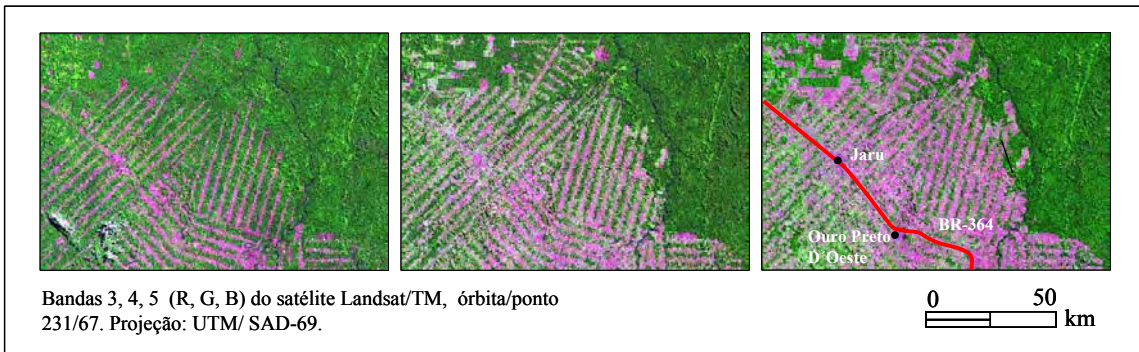


FIGURA 2.3 - Expansão da ocupação ao longo da BR-364, entre as cidades de Ouro Preto d'Oeste e Jarú, vista em uma seqüência de imagens dos anos de 1985 (esquerda), 1994 (centro) e 2000 (direita).



## **CAPÍTULO 3**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste Capítulo é apresentada a referência teórica sobre a qual se desenvolveu este trabalho, que está organizada em três seções.

Na Seção 3.1 os conceitos de uso e cobertura da terra são apresentados, bem como os sistemas de uso da terra proposto por Boserup (1970) e Waibel (1940, citado por Etges, 2000). As categorias estabelecidas pelos autores mencionados não refletem a totalidade dos sistemas de uso da terra existentes na Amazônia, pois foram formulados há mais de 30 anos e tiveram como referência outras regiões de fronteira agrícola do Brasil e do mundo. Entretanto, estes sistemas são úteis, pois estabelecem critérios que auxiliam na discussão sobre processos de intensificação do uso da terra, introduzindo, inclusive, o conceito de agricultura itinerante, bastante utilizado na caracterização de sistemas de uso da terra em algumas regiões da Amazônia.

Na Seção 3.2 é apresentado um sistema de classificação hierárquico da cobertura da terra proposto pela FAO (2000) que padroniza legendas e reúne diferentes aspectos sobre a cobertura da terra. Foram utilizados os critérios definidos neste sistema, para classificar Unidades de Ocupação com coberturas vegetais mistas, de floresta e cultura agrícola, possibilitando observar a evolução do desflorestamento e o processo de fragmentação florestal na área de estudo como um todo.

A Seção 3.3 trata da história recente de ocupação da Amazônia, o desflorestamento e os principais processos de uso da terra associados às diferentes categorias de produtores rurais e às questões ligadas aos processos de sucessão secundária, além de alguns métodos para a partição do espaço.

### 3.1 Uso e Cobertura da Terra

O estudo sobre a transformação da superfície da terra pode ser dividido em dois componentes inter-relacionados: uso da terra e cobertura da terra.

Uso da terra é um termo utilizado na área de ciências sociais que denota a utilização da terra pelo homem (Turner e Meyer, 1994). Uso da terra inclui, cultivo agrícola, pastagem, recreação, etc. Mudança de uso da terra em uma localidade pode envolver ou uma troca de um tipo de uso para outro ou a intensificação do uso corrente. Cada uso corresponde a uma cobertura, entretanto uma cobertura pode permitir vários usos, como por exemplo, o uso múltiplo de uma cobertura florestal, tanto para atividades de lazer quanto para atividades extrativistas.

O termo cobertura da terra vem das ciências naturais e denota o estado físico da terra (Turner e Meyer, 1994), a cobertura biofísica observada na superfície da terra (FAO, 2000). Está relacionada, por exemplo, com a quantidade e tipo de vegetação, águas e rochas.

As mudanças de cobertura da terra podem ser de dois tipos: conversão e modificação. A primeira é a mudança de uma classe para outra, como por exemplo, de gramínea para uma cultura agrícola. A segunda é a mudança na condição de uma categoria de cobertura da terra, como a degradação de uma floresta ou a mudança em sua composição florística.

Os dois conceitos de uso e cobertura da terra, estão conectados pela fonte de mudança que são as ações humanas que alteram diretamente o ambiente físico (Turner e Meyer, 1994). Estas fontes representam o ponto de intersecção entre o processo físico e o comportamento humano, refletido por suas ações.

De acordo com a tipologia estabelecida por McNeill et al. (1994) o uso e a cobertura da terra podem ser analisados e caracterizados sob três perspectivas: *O Tipo de cobertura da terra*, agrupado em 8 tipos principais, incluindo áreas cultivadas; *forças motrizes* que produzem mudanças, podendo ser política, econômica, demográfica e ambiental e; *processos de conversão da cobertura da terra* que podem ser, *coleta*, que é a

apropriação de recursos naturais resultando em modificação mas não em conversão; *substituição*, que é a conversão de uma cobertura em outra e; *transferência*, que é a introdução de recursos e/ou energia para melhorar ou intensificar a produção.

Uma classificação que pode ser encontrada na literatura, e que pode ser útil para auxiliar na caracterização dos sistemas agrícolas e para a diferenciação de regiões com distintos sistemas de uso da terra, é o proposto por Boserup (1970), no qual são estabelecidos 5 sistemas de uso da terra, sendo eles:

- 1) Agricultura itinerante, com ciclos longos de duração. São sistemas cujas parcelas desflorestadas são cultivadas durante um ou dois anos e depois deste período, são abandonadas durante 20 a 25 anos para a reconstituição da estrutura florestal e recuperação da fertilidade do solo.
- 2) Agricultura itinerante, com ciclos médios de abandono. Neste sistema o período de abandono é mais curto, de cerca de 6 a 10 anos. A floresta não se desenvolve completamente, entretanto, a terra cobre-se de arbustos e árvores com estrutura mais baixa que a original. Os períodos de cultivo podem ser curtos, de 1 a 2 anos, ou longos, de 6 a 8 anos.
- 3) Agricultura com ciclos curtos de abandono. Nesta categoria o período de abandono não passa de dois ou três anos, período muito curto para que a vegetação possa atingir uma estrutura maior do que a herbácea..
- 4) Agricultura com colheitas anuais. A terra é deixada em descanso por alguns meses entre a colheita e o novo plantio. Neste grupo inclui o sistema de rotação anual, dentro do qual um ou mais tipos de culturas se sucedem.
- 5) Agricultura com colheitas múltiplas. É o sistema mais intensivo de utilização da terra. Duas colheitas anuais ou mais são realizadas sobre cada parcela sendo o tempo de descanso muito curto ou inexistente.

Nestas categorias há uma forte ligação entre o abandono e as técnicas de fertilização. Para a cultura itinerante da primeira categoria, o período de tempo de abandono é

suficiente para a recompor a fertilidade do solo. A medida em que o período de abandono diminui, novos procedimentos e técnicas são utilizados para preservar a fertilidade dos solos, combater pragas e disponibilizar água para as culturas agrícolas.

O sistema descrito por Boserup (1970) não prevê o uso extrativista, a agrosilvicultura e alguns usos que foram introduzidos em algumas regiões na Amazônia que se baseiam no uso de novas tecnologias como, por exemplo, o plantio direto com rotação de culturas. Neste sistema a criação de gado, que é uma atividade de grande importância na Amazônia, também não é considerada, o que restringe sua utilização.

Além dos sistemas intensivos e extensivos de uso da terra, previstos por Boserup, (1970), Futemma (2002) observou a existência de um terceiro processo denominado “desintensificação” (Guilet, 1987; citado por Futemma, 2002) designando a redução no processo produtivo. Este processo ocorre quando o produtor rural reduz sua produção agrícola ou abandona suas terras, devido a vários fatores como migração, escassez de água, insucesso com as linhas de crédito e problemas ambientais, entre outros.

Waibel (1949; citado por Etges, 2000), propôs um sistema para caracterização dos pequenos proprietários na região colonial do sul do país, na fase pioneira da década de 40, similar ao sistema proposto por Boserup (1970), porém, incluiu atividades relacionadas com a pecuária, contando com três classes: 1) Sistema primitivo de rotação de terras; 2) Sistema de rotação de terra melhorada e; 3) Rotação de cultura combinada com a criação de gado.

Apesar das limitações dos sistemas de uso da terra apresentados nesta seção, que não inclui muitos dos sistemas de uso da terra existentes na Amazônia, os mesmos são utilizados neste trabalho como referência na discussão e caracterização de alguns padrões e processos de abandono, observados e apresentados no capítulo 5.

### **3.2 Sistema de Classificação de Cobertura da Terra Proposto pela FAO.**

O sistema de classificação de cobertura da terra, *Land Cover Classification System*, (LCCS), proposto pela FAO (2000) tem como objetivo definir um sistema de

classificação de referência buscando responder às necessidades de padronização e desenvolver uma abordagem integrada para os aspectos relativos à cobertura da terra.

É um sistema de classificação *à priori*, que possui duas fases: Uma fase dicotômica, onde 8 dos maiores tipos de cobertura da terra são incluídos, entre eles áreas cultivadas; e uma fase Modular-Hierárquica, na qual classes de cobertura da terra são criadas pela combinação de conjuntos pré-definidos de classificadores.

Um conceito estabelecido neste sistema e facilmente detectável através de dados de sensoriamento remoto, sejam eles orbitais ou aerotransportados, é o conceito de *distribuição espacial* ou de *macropadrões* que podem ser aplicados à vegetação natural, semi-natural e cultivada. Este conceito é apresentado como alternativa para tornar a descrição de uma classe de cobertura vegetal com relação à fragmentação, menos subjetiva.

*Macropadrão* é definido neste sistema como a distribuição horizontal de um tipo de vegetação em uma certa área, descrevendo o arranjo espacial de um tipo específico de vegetação, podendo ser contínuo ou fragmentado.

O conceito de fragmentação florestal está relacionado com a escala de análise e conceito de unidade mínima mapeável, que não precisa ser necessariamente a cartográfica.

Um determinado tipo de vegetação tem um padrão contínuo se, dentro de uma área mínima mapeável, cobre mais do que 80% da área de análise. Se a cobertura de vegetação cobre mais que 20% e menos do que 80%, então ela é considerada fragmentada, nestas condições, três casos são possíveis:

- a) Um tipo de vegetação, por exemplo, floresta densa, cobre entre 50% e 80% de uma área em relação a outro elemento, como campos agrícolas. Como resultado, obtém-se uma classe mista com domínio de floresta densa fragmentada.
- b) Um tipo de vegetação cobre entre 20% e 50% da área, enquanto outro elemento cobre entre 50% e 80% da área. Neste caso a classe também é mista, mas a classe dominante é a do segundo elemento.

- c) Quando uma unidade contém 3 elementos, ela é considerada como uma classe mista fragmentada, se dois dos elementos presentes não excedem 20% da cobertura total, caso contrário, o mapeamento deve ser refeito e pelo menos uma das classes deve ser analisada separadamente .

Os limiares definidos dão uma idéia de continuidade ou fragmentação das classes de cobertura da terra e podem ser utilizados como critério para a classificação de áreas, permitindo uma análise da evolução da cobertura da terra ao longo do tempo.

### **3.3 Expansão da Fronteira Agrícola na Amazônia**

O conceito de fronteira agrícola é citado por Machado (1998) como um “lugar” onde é possível a criação do novo. É um espaço não plenamente estruturado, potencialmente gerador de realidades novas (Becker, 1997).

A fronteira agrícola pode ser vista como um *processo*, que cria a expectativa ou a possibilidade de melhor padrão de qualidade de vida para a população rural, em sua maior parte marginalizada e/ou sem possibilidade de mobilidade social ascendente no lugar de origem, por este motivo, a massa pioneira é constituída de migrantes. As frentes de conquistas de terras novas podem encontrar limites, que são as condições naturais, o preço da terra, a extensão física da infra-estrutura ou a ausência de força de trabalho suficiente.

Diferente das frentes pioneiras do passado observa-se, na frente pioneira atual da Amazônia, que: a) o padrão espacial está ligado à expansão das vias de circulação; b) as frentes pioneiras são constituídas de movimentos de migração e por iniciativa de projetos de colonização privados ou oficiais; c) podem estar associadas a um único produto como arroz, café, soja ou pastagens; d) podem ser modernas (soja) ou extensivas (pecuária) (Machado, 1998).

Na Seção 3.3.1, é apresentado o histórico de ocupação da Amazônia e as iniciativas que originaram as frentes de colonização agrícola, a partir da década de 50.

### 3.3.1 Histórico de ocupação da Amazônia

Até a década de 50, a ocupação da Amazônia limitava-se à região litorânea e às faixas de terras ribeirinhas dos principais rios navegáveis e a algumas poucas regiões de terra firme como a Zona da Bragantina, no Pará e a Zona dos Cocais no Maranhão. Os ciclos de exploração econômica pouco alteraram este quadro, já que se tratavam de atividades extrativistas (Costa, 1997). Entre 1920 e 1930, tiveram início as frentes pioneiras espontâneas oriundas do Nordeste, que se intensificaram em 1950 e 1960, devido as primeiras medidas do Estado para o povoamento da Amazônia, a criação da SPVEA – Superintendência de Valorização Econômica da Amazônia - e a abertura da rodovia Belém-Brasília. A partir dos anos 70, a ocupação da Amazônia tornou-se prioridade nacional e o governo federal passou a viabilizar e subsidiar a ocupação de terras para expansão pioneira. As políticas de ocupação procuraram combinar os empreendimentos de exploração econômica com estratégias geopolíticas (Costa, 1997).

As estratégias utilizadas pelo governo para a ocupação da Amazônia podem ser resumidas em três linhas de ação: *Implantação de redes de integração espacial*, através da construção da rede rodoviária, de telecomunicações, hidroelétrica e urbana; *desapropriação de terras devolutas* para implantação de projetos de colonização e mineração e; *subsídios ao fluxo de capital e indução de fluxos migratórios* (Becker, 1997; Machado, 1998)

O plano principal deste período, foi o I PND – Plano Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – de 1970, o qual procurou focar políticas territoriais através de estratégias de integração nacional. Foram construídas rodovias como a Transamazônica e a Cuiabá-Santarém que, ao lado de rodovias já existentes, compunham a estrutura básica de circulação dentro do Projeto de Integração Nacional, o PIN.

Um dos empreendimentos executados no PIN e no I PND foi o projeto de colonização oficial, através do INCRA, pelo Programa de Redistribuição de Terras, o PROTERRA, para faixas de até 100 km de largura ao longo das estradas, visando o assentamento de pequenos produtores apoiados pelo governo .

Uma importante mudança de direção deu-se em 1974, do atendimento de colonos migrantes para grandes fazendeiros, devido à crise do petróleo, com o lançamento do PND II, que passou a defender nas terras fronteiriças uma agricultura capitalista em detrimento da agricultura familiar (Kitamura, 1994). Deixou-se de lado uma política de ocupação do tipo extensiva e abrangente para a região, concentrando os investimentos em grandes empreendimentos estatais e privados, que tinham maior probabilidade de retorno no curto prazo, privilegiando as áreas que já apresentavam alguma concentração econômica e populacional (Costa, 1997).

A fase mais recente de ocupação da Amazônia, iniciada nos anos oitenta, conjugou esforços voltados à mineração, agroindústria e à reforma agrária, sendo a mineração o centro do desenvolvimento regional, destacando-se o Programa Grande Carajás (Kitamura, 1994).

Em 1985, o programa POLONOROESTE, financiou através do Banco Mundial a pavimentação da Cuiabá-Porto Velho, a BR-364, que teve como consequência o aumento dos fluxos migratórios e a ocupação desordenada do território que resultou em um rápido processo de desflorestamento e invasão de terras indígenas, gerando conflitos e impactos sociais (Pedlowski et al., 1999).

Após este período, como resposta às críticas ao POLONOROESTE, o Banco Mundial financiou o Projeto Agropecuário e Florestal de Rondônia, o PLANAFLORO, que passou a adotar ações que refletiam preocupações em relação às questões ambientais. Financiou a estruturação dos órgãos estaduais de Rondônia envolvidos com as questões do meio-ambiente, além de estudos, consultorias técnicas e treinamento. Como um dos resultados, destaca-se o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de Rondônia, que definiu critérios de investimentos públicos e privados, preservação de ecossistemas frágeis e do meio ambiente como um todo, e o ordenamento do uso dos recursos naturais (Rondônia, 1990 e 2000). Entretanto, conforme foi descrito no capítulo 2, nem todas as ações do PLANAFLORO, relativas à componente ambiental, foram bem sucedidas.

No final dos anos 80 e início dos anos 90 a intervenção do Estado na economia e desenvolvimento da região reduziu-se. Na década de 90, os programas mais importantes implantados na região (Becker, 2001), alguns deles com parcerias internacionais e com uma visão conservacionista, podem ser listados e resumidos, como segue:

- 1) Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais Brasileiras, PPG-7. Programa financiado pelo Banco Mundial, com objetivo de preservação dos recursos genéticos e contenção do desflorestamento. Obteve sucesso nas ações de demarcação das terras indígenas, reservas extrativistas, porém teve poucos recursos liberados e os resultados são locais.
- 2) Sistema de Vigilância da Amazônia, Projeto SIVAM, projeto governamental para proteção e vigilância da Amazônia contra intervenção territorial externa.
- 3) Large Scale Biosphere Atmosphere Experiment in the Amazônia, LBA. Iniciativa internacional, com liderança nacional. Visa gerar novos conhecimentos para compreensão do funcionamento climatológico, ecológico, bioquímico e hidrológico da Amazônia, tendo em vista os impactos das mudanças no uso da terra no funcionamento das interações entre a Amazônia e o sistema biogeofísico global.
- 4) Programa Brasil em Ação, programa governamental que conta com o desenvolvimento de corredores de desenvolvimento para estimular as exportações, principalmente de grãos, através dos ENIDs, Eixos de Integração e Desenvolvimento. Inclui redes de circulação e comunicação, energia e sistemas multimodais de transporte e comunicação.

### **3.4 Processos de Mudança e Alteração do Uso e Cobertura Terra na Amazônia.**

Os principais processos de alteração do uso e cobertura da terra estão ligados aos produtores rurais que ocupam as terras da Amazônia e desenvolvem diferentes estratégias de uso da terra. Esses agentes podem ser agrupados em 4 tipos: empresas agropecuárias, grandes, médios e pequenos fazendeiros (Becker, 1997).

O grande e o médio fazendeiro individual, em geral, são pecuarista, sendo a terra, considerada como reserva de valor, mas também fator básico de produção, produzindo o gado para abastecer o mercado de carne (Becker, 1997). Além da pecuária, em algumas regiões da Amazônia, como o estado do Mato Grosso, as grandes fazendas começaram a produzir grãos, como a soja, para a exportação. Em geral, o grande produtor não reside na propriedade e utiliza recursos externos para o desenvolvimento de suas atividades (Walker et al., 2000).

Entre os pequenos produtores rurais incluem-se proprietários, posseiros e colonos, sendo uma parcela significativa em número (Becker, 1997). Os pequenos produtores desenvolvem estratégias diversificadas de uso da terra, cuja dinâmica, muitas vezes, relaciona-se com a fertilidade do solo (Morán, et al, 2002), podendo ser encontrado com frequência, um misto de produção de culturas anuais, culturas perenes e pasto para criação de gado de leite (Pedlowski e Dale, 1992; Pedlowski et al, 1999; McCracken et al., 1999 e 2002; Brondízio et al., 2002, Miranda e Dorado, 1998).

Observa-se atualmente na Amazônia uma tendência a pecuarização (Buchbacher, 1986; Teixeira et al., 1997), inclusive em áreas de pequenas propriedades (Veiga et al., 1996; Walker et al., 2000; Morán, 2002; Porro, 2002), com exceção de algumas regiões mais tradicionais. Este fenômeno pode ser explicado por diversos fatores: a valorização da terra com a implantação da pastagem (Pedlowski e Dale, 1992), a segurança que o gado representa em termos de investimento familiar e a estabilidade do preço da carne no mercado (Veiga et al., 1996), além da possibilidade de produzir leite, entre outros.

Em geral, a pastagem é implantada em áreas de culturas perenes e anuais (Walker et al., 1997), entretanto a criação de gado requer a utilização de grandes áreas, o que favorece o processo de conversão de floresta primária em pastagem (Serrão et al., 1996).

Como nem sempre é possível mapear diferentes tipos de uso e cobertura da terra utilizando imagens de satélite, devido a limitações que vão desde a resolução espacial e temporal do sensor, até problemas relacionados com presença de nuvens, alguns processos podem ser analisados como indicadores de processos de mudança no uso e cobertura da terra.

Nesta seção são apresentados três destes principais processos, que de acordo com a hipótese deste trabalho, estão associados a diferentes padrões de ocupação e podem ser observados a partir de uma série de imagens do sensor TM/Landsat: 1) desflorestamento; 2) abandono/sucessão secundária e; 3) alteração fundiária.

### **3.4.1 O Desflorestamento na Amazônia.**

Desde a década de 70, tem sido realizada uma série de levantamentos que avaliam o processo de ocupação humana na Amazônia baseando-se na análise de produtos de sensores ópticos. Esses levantamentos têm sido realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, através do PRODES, Projeto de Estimativa de Desflorestamento da Amazônia, que iniciou o primeiro levantamento de áreas desflorestadas utilizando o sensor MSS do Landsat 2 e 3, para o período de 1973 a 1978, canais 5 e 7, na escala 1:500.000 (Tardin, 1980). Mais recentemente foram realizados levantamentos para os anos de 1988 a 2000, baseados em composições coloridas dos satélites 4 e 5 e 7, do sensor TM, canais 3, 4 e 5, na escala 1:250.000 (INPE 1989, 1992, 1996, 1998, 1999, 2000, 2002).

De acordo com os levantamentos realizados pelo INPE, o período no qual as taxas de desflorestamento foram menores correspondeu ao período de 1990 a 1991, de  $1,1 \times 10^6$  ha/ano. Entre 1994 e 1995 houve o maior aumento das taxas que atingiu  $2,9 \times 10^6$  ha/ano. A partir de então, houve uma redução com a taxa passando a oscilar em torno de  $1,3$  a  $1,8 \times 10^6$  ha/ano até 2000. De 1988 a 2000 a área total desflorestada aumentou de  $38 \times 10^6$  hectares, para quase  $59 \times 10^6$  hectares, na área monitorada pelo INPE (INPE, 2002), que corresponde às regiões de fisionomia florestal da Amazônia Legal.

Entre 1990 e 1991 houve um declínio das taxas de desflorestamento que pode ser explicado, devido ao período de recessão econômica (Fearnside, 1993). Os produtores rurais não tinham capital para investir na expansão do desflorestamento, assim como o governo não tinha fundos para a construção de estradas e estabelecimento de novos projetos de assentamento.

No período entre 1994 e 1995, observou-se o maior aumento na taxa de desflorestamento, quando houve uma recuperação da economia no início do Plano Real, com disponibilidade de capital para novos investimentos, inclusive para a pecuária.

As análises das estimativas realizadas por estado têm demonstrado que os estados de Rondônia, Pará, Mato Grosso e Maranhão são, desde os anos setenta até os anos recentes, as frentes pioneiras mais dinâmicas da Amazônia brasileira.

Devido à complexidade da Amazônia e sua heterogeneidade espacial, análises das causas do desflorestamento devem ser realizadas com cautela considerando várias escalas de processos, desde análises locais, até análise de fatores externos, políticos, institucionais e econômicos, sendo necessário também considerar o contexto internacional (Skole et al.; 1994).

Os trabalhos que analisam o desflorestamento na Amazônia Legal evidenciam alguns padrões que podem ser associados à história recente de ocupação da Amazônia, acompanhando a construção de novas estradas, implantação de projetos de colonização e projetos hidroelétricos e de mineração (Machado, 1998). Os trabalhos mais recentes sobre o desflorestamento na Amazônia mostram que o mesmo, ocorre de forma concentrada no espaço (Skole e Tucker, 1993; Fearnside, 1987; Alves, 1999; Alves 2002), localizando-se ao longo das principais rodovias (Skole e Tucker, 1993; Alves et al., 1998 e 1999; Alves, 2002; Dale et al., 1994; Fearnside, 2001; Lawrence, 2002) e em áreas pioneiras de desflorestamento (Alves et al, 1999; Alves, 2002).

Não se sabe ao certo quanto do desflorestamento pode ser atribuído aos pequenos e aos grandes produtores rurais, Fearnside (1993) estimou cerca de 70% do desflorestamento decorrente das atividades dos grandes produtores rurais e 30% das pequenas propriedades nos anos de 1990 e 1991, para a Amazônia Legal.

Esta proporção pode variar regionalmente, pois a contribuição de cada categoria de tamanho de propriedades rurais irá depender da estrutura fundiária existente. Walker et al. (2000), encontraram uma grande variação espacial na contribuição do desflorestamento relativa aos grandes produtores rurais, entre 100% e 8%, em Santana

do Araguaia e em Altamira, respectivamente, no Estado do Pará. Esta variação ocorreu, em parte, devido às diferenças na estrutura fundiária dos dois municípios em questão. No município de Santana do Araguaia predominam as grandes propriedades e em Altamira predominam as pequenas propriedades dos projetos de assentamento do INCRA.

Alves (2002), analisou o tamanho das manchas de desflorestamento e observou que a contribuição relativa de cada categoria de tamanho, varia de região para região. No Mato Grosso e região oeste do Pará, manchas maiores que 100 e 200 ha, respectivamente, contribuíram com mais de 50% do desflorestamento entre 1991 e 1997, enquanto que em Rondônia e na região leste do Pará a contribuição foi de mais de 70% para áreas maiores que 50 ha. Na Transamazônica, PA, onde predominam pequenos produtores rurais, as manchas com menos de 50 ha contribuíram com 62 % do desflorestamento.

Um outro elemento que deve ser considerado nesta discussão é o a intensidade do uso. Soares-Filho (2000) e Fearnside (1993) apontam, que nas áreas de colonização por pequenos produtores rurais o uso é mais intensivo do que em áreas de grandes e médias propriedades. Entretanto, McCracken et al. (1999 e 2002) e Brondízio et al. (2002), observaram, em Altamira, P.A. que a taxa de desflorestamento nos lotes, varia de acordo com idade da propriedade, sendo maior no início, na fase de estabelecimento, reduzindo-se com o passar dos anos. Somados a este efeito, os autores mencionam ainda os efeitos de período, relacionados com fatores externos, como fatores políticos e econômicos e; efeito das levas de migrantes (*cohorts*), que chegaram em um mesmo período, experimentando condições e oportunidades diferentes das encontradas pelos grupos que chegaram em outros períodos e, portanto, refletindo em diferentes estratégias de uso da terra.

### **3.4.2 Sucessão Secundária**

A sucessão secundária pode ser definida como um processo de substituição contínua de uma comunidade por outra, após um distúrbio que destruiu a comunidade pré-existente, até chegar ao estágio final, com uma nova comunidade estável, madura e auto-

regulável, o clímax (Spurr e Barnes, 1980) . A seqüência do processo de sucessão secundária depende das características físicas e climáticas do habitat original, de seu entorno e da intensidade e duração do distúrbio (Margalef, 1982).

O processo de sucessão secundária que ocorre em áreas de fronteira agrícola na Amazônia, em geral, é descrito da seguinte forma: As árvores são derrubadas e depois queimadas. Uma ou mais culturas são cultivadas até que a fertilidade do solo se reduz. A parcela é abandonada e as plantas pioneiras, de rápido crescimento, invadem a área, formando sombra e modificando o ambiente, de forma a propiciar a introdução de novas espécies tolerantes à sombra que se sucedem até chegar no último estágio de sucessão, que envolve um longo período de tempo.

Os modelos utilizados para descrever a uso da terra de pequenos proprietários na Amazônia, em geral, são os modelos típicos de cultura itinerante, como o descrito acima e os formulados por Boserup (1970) em que, após o desflorestamento de uma parcela de floresta, é estabelecida uma cultura, em geral anual, seguida de implantação de pastagem e queda de fertilidade do solo, abandono e sucessão secundária (Demattê, 1988; Uhl et al., 1988; Dale, 1994; Steinenger, 2000; Lucas et al., 2000; Morán et al., 2002).

Entretanto, em algumas regiões da Amazônia, como em Rondônia, existem indícios de que os padrões de uso da terra e abandono diferem do padrão usual mencionado. Alves et al. (2003) observaram uma redução da vegetação secundária entre 1985 e 1995, principalmente em áreas que apresentaram uma alta fração desflorestada. As áreas que apresentaram maiores proporções de vegetação secundária localizavam-se na periferia das áreas desflorestadas, geralmente em áreas de novos assentamentos rurais. Alves e Skole (1996) e Richard et al. (2002), observaram que a vegetação secundária na região, não persiste por muitos anos, o que sugere um cenário de intensificação de uso da terra, com a expansão de pastagens, redução e concentração da vegetação secundária em áreas remotas.

Vários estudos sobre os padrões da vegetação secundária na Amazônia têm sido realizados, muitos deles motivados pelas questões científicas do LBA, Large-Scale

Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia, que buscam conhecer os efeitos das mudanças do uso da terra e do clima no funcionamento biológico, físico e químico da Amazônia e sua influência no clima global (Avissar et al., 2002).

Da perspectiva das mudanças globais, a comunidade científica tem se questionado sobre o papel da vegetação secundária na captura de CO<sub>2</sub> (Schimel, 1996). Entretanto, devido à incorporação das áreas abandonadas ao uso e ao lento acúmulo de carbono pela vegetação secundária, pode-se esperar que as capoeiras pouco contribuam para mitigar os efeitos do desflorestamento (Fearnside e Guimarães, 1996; Alves et al., 1997). Um fator importante que deve ser considerado é a fertilidade do solo que pode influenciar nas taxas de regeneração, além da intensidade do uso da terra. (Morán et al., 2000)

Séries temporais de sensoriamento remoto constituem fontes importantes de dados para a análise da dinâmica da vegetação secundária. Os trabalhos de Steineger (1996, 2000), Boyd et al. (1996) e Lucas et al. (2000), mostram que vegetação secundária de várias idades e com diferentes trajetórias de sucessão podem ser discriminadas nos canais que correspondem ao infra-vermelho próximo e médio. Entretanto, a metodologia é de difícil aplicação em áreas extensas, pois pressupõe conhecimento da história de uso das áreas abandonadas e observações de campo frequentes.

### **3.4.3 Processos de Alteração Fundiária em Áreas de Pequenas Propriedades Rurais.**

Vários estudos em áreas de fronteira agropecuária, especialmente nas áreas de colonização do INCRA, têm relatado a presença de diferentes processos de transferência de posse da terra, implicando, em parte das vezes, em alteração fundiária (Coy, 1987; Shimink e Wood, 1992; Pedlowski e Dale, 1992; Almeida e Campari, 1995; Machado, 1998; Campari, 2002)

Os processos de apropriação da terra, como compra de lotes do INCRA, sem titulação definitiva são realizados informalmente, pois segundo a lei nº 8629 de 1993, que complementa a Constituição de 1988, aos beneficiários de projetos de assentamento só é

permitida a venda de terras depois de dez anos de ocupação continuada, não havendo documentação sobre essas transações, o que implica em registros desatualizados e falta de monitoramento e de fiscalização dos assentamentos por parte dos órgãos responsáveis.

Esta prática é conhecida na literatura sobre a fronteira agrícola na Amazônia, como “turnover”, que é o movimento de colonos que vendem seus lotes após poucos anos de uso, para adquirir outros lotes em assentamentos, abrindo novas fronteiras. A hipótese de “turnover” foi investigada por Campari (2002), em áreas de assentamento rural na Transamazônica, no Pará, e no Mato Grosso. O autor concluiu que os colonos bem sucedidos e que permaneceram nos lotes desde o início do estabelecimento do projeto de assentamento, concentravam mais terras e desmatavam mais do que os recém-chegados, mostrando que o processo de transferência de posse de um lote não é um processo que intensifica necessariamente o desflorestamento

Coy (1987) observou em 72 lotes do PIC Ouro Preto, em 1984, duas tendências nas formas de apropriação da terra e mudança da propriedade rural, além da compra de lotes, que constituía em uma mera troca de colonos e mantinha, na maior parte das vezes, o mesmo modo de produção dos antigos colonos e o mesmo tamanho da propriedade:

- 1) **Concentração de propriedades** – Compra sucessiva de vários lotes por colonos bem sucedidos, ou através de novos migrantes que dispunham de capital próprio, originando pequenas fazendas, com o objetivo exclusivo da criação extensiva de gado.
- 2) **Fragmentação das parcelas** – Compra de pequenas partes de lotes, por migrantes recém-chegados, com dificuldades de acesso à terra, dispendo de recursos financeiros restritos.

Pedlowski e Dale (1992), encontraram os mesmos processos na região e observaram processos de agregação de propriedades principalmente nas adjacências da BR-364, para implantação de pastagem.

A existência de processos de concentração de terras, em áreas ocupadas por pequenos produtores rurais, também é mencionada por Mertens et al. (2002), em suas análises sobre o desflorestamento na região de São Félix do Xingú, no Pará.

### **3.5 Análise do Uso da Terra Através da Segmentação do Espaço.**

A fronteira de expansão agrícola da Amazônia é heterogênea, apresentando regiões com características distintas em seu histórico de ocupação (Becker, 1997; Godfrey e Browder, 1996; Machado, 1998) e especificidades em suas formas de uso e conversão da cobertura da terra, causados por diversos fatores, dentre eles, fatores sócio-econômicos, físicos e culturais, que determinam tipos de uso e cobertura da terra, resultando em padrões espaciais e temporais diferenciados.

Para possibilitar a realização de análises de dinâmica do uso da terra em escalas amplas, que permitam estabelecer diferenças regionais e compreender sua distribuição geográfica, o espaço pode ser segmentado de diferentes formas, nas quais os critérios mais frequentemente utilizados são, limites administrativos (Alves et al., 1998, Therry, 1997; Reis, 2000), células regulares (Skole e Tucker; 1993; Fearnside, 1986, Laurence, 2002; Alves et al, 1998; 2000; 2002; Alves, 2002), micro-regiões (Reis e Guzmán, 1994), polígonos irregulares (Kaimowitz et al., 2002), setores geomorfológicos (Ab'Saber, 1987) ou zonas homogêneas como as Unidades Territoriais Básicas estabelecidas no Zoneamento Ecológico Econômico, baseadas nos conceitos de Unidades de Paisagem (Zonneveld, 1972).

Na segmentação do espaço os critérios utilizados, frequentemente, são definidos pela disponibilidade de dados agregados por área, em geral, por municípios ou micro-regiões, como é o caso das análises que se baseiam em dados do censo populacional e agropecuário. Outras vezes o critério utilizado, baseia-se na necessidade de simplificação ou redução do volume de dados para operacionalização das análises, que é o caso da utilização de células regulares.

As análises realizadas em escalas regionais são importantes devido a sua abrangência, e a possibilidade de indicar localizações onde os fenômenos de interesse ocorrem com

maior ou menor intensidade. Entretanto, tais análises podem estar condicionadas, à geometria das unidades de análise, pois a definição dos limites de área não é, na maioria das vezes, derivada do dado, mas imposto por um critério convencional, podendo levar a erros de interpretação (Goodchild et al., 1993).

A segmentação do espaço pode ser realizada utilizando-se dados de séries temporais de imagens de satélite que possibilitam acompanhar a evolução do uso e da cobertura da terra e identificar diferentes processos de transformação do uso e cobertura da terra.

Um exemplo da segmentação do espaço que utiliza produtos de sensoriamento remoto como base de dados, é o método elaborado no Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia (Becker & Egler, 1997). O método foi desenvolvido a partir do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), baseado na relação morfogênese/pedogênese. As zonas ou setores homogêneos são definidos de acordo com o grau de estabilidade/vulnerabilidade, e potencialidade social das Unidades Territoriais Básicas.

O princípio da Ecodinâmica estabelece diferentes categorias morfodinâmicas resultantes dos processos de morfogênese ou pedogênese. Quando predomina a morfogênese, prevalecem processo erosivos, modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese, prevalecem os processos formadores de solos.

A delimitação das Unidades Territoriais Básicas baseia-se na interpretação visual de imagens TM-LANDSAT 5,4,3 (RGB) na escala 1:250.000 onde são considerados os principais elementos da paisagem natural e antrópica (Crepani et al, 1998). Informações temáticas pré-existentes como, mapas geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de cobertura vegetal e dados climatológicos, são associados posteriormente aos mapas de unidades de paisagem obtidos da imagem, permitindo caracterizá-las tematicamente.

Posteriormente é feita uma classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade ambiental, segundo relações entre processos de morfogênese e pedogênese. A vulnerabilidade é expressa pela atribuição de valores de 1 a 3 para cada tema, num total de 21 valores, para cada unidade da paisagem. Esta metodologia pode ser vista com mais detalhes em Becker & Egler (1997), Crepani et al. (1998) e Medeiros (1999).

Uma outra linha de trabalho que utiliza informações de imagens de satélite para estabelecer tipologias de padrões espaciais pode ser encontrada em Lambin (1994), Mertens e Lambin (1997) e Geist e Lambin (2001).

Estes autores, observando padrões de uso da terra mais comuns em áreas de florestas tropicais identificaram configurações espaciais, associando-as a processos de uso da terra. A Figura 2.2 mostra os padrões apresentados pelos autores e a interpretação desses padrões em termos do processo de desflorestamento é dada em Geist e Lambin (2001). A configuração *geométrica*, corresponde às grandes parcelas desflorestadas para atividades agrícolas com fins comerciais; *corredores* correspondem à colonização espontânea de migrantes, seguindo o eixo de uma estrada ou rio; *espinha-de-peixe* corresponde aos assentamentos planejados; *padrão difuso* corresponde à agricultura tradicional de subsistência; *o padrão de manchas* corresponde às áreas com manchas residuais de floresta e; *ilhas* correspondem às áreas peri-urbanas ou àquelas localizadas no entorno de assentamentos rurais, sendo a atividade de extração de madeira um exemplo de um processo associado a este padrão.

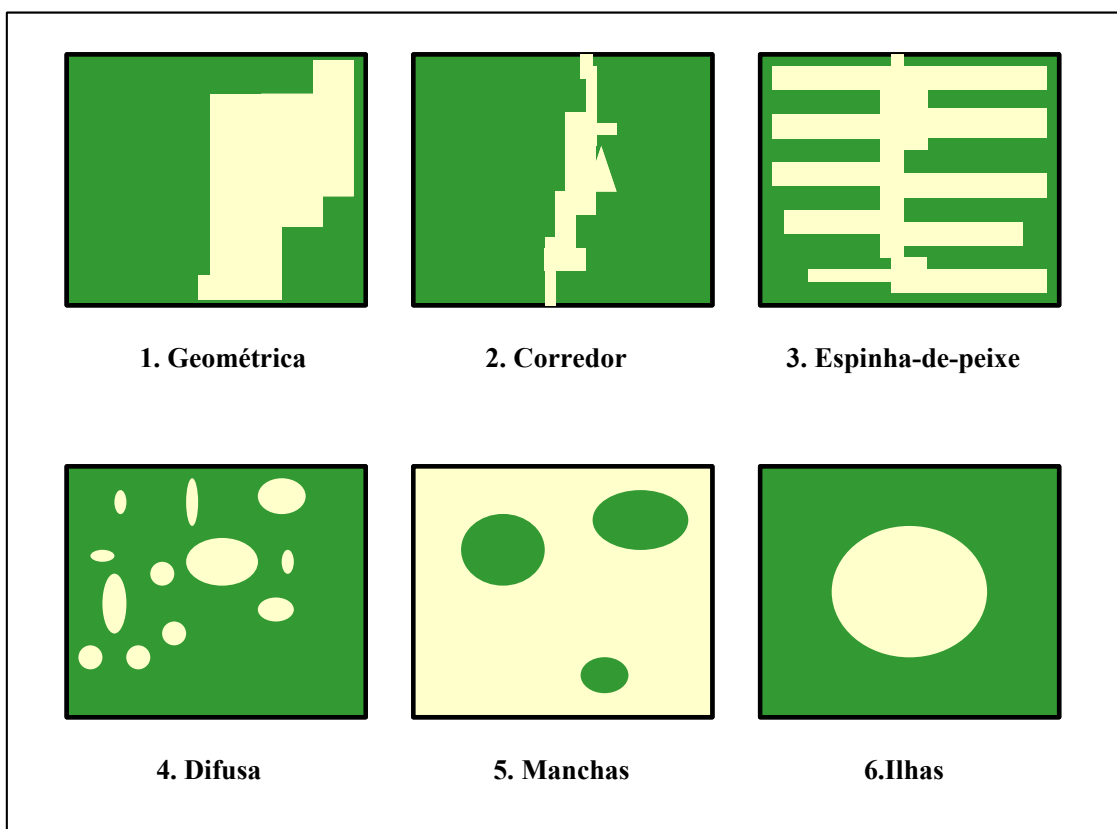


FIGURA 3.1 - Tipologia baseada em padrões espaciais de floresta/não-floresta, adaptado de Mertens e Lambim, 1999.

Na tipologia apresentada na Figura 3.1 a escala é um elemento importante, que irá auxiliar a diferenciar processos de uso da terra. No caso dos padrões do tipo 1 e 2, por exemplo, o elemento que irá definir que tipo de ator está associado a uma determinada configuração espacial, é a dimensão das parcelas desflorestadas. Se considerarmos que ambos os padrões estão representados na mesma escala, analisando a dimensão das parcelas desflorestadas, conclui-se que o padrão 1 está associado a grandes proprietários e o padrão 2 a pequenos proprietários. O mesmo se aplica aos padrões 2 e 3, se considerarmos que estão representados na mesma escala. A diferença entre eles está na configuração espacial, sendo o padrão 2 uma ocupação do tipo espontânea e o padrão 3 uma ocupação do tipo planejada, porém, ambas estão associadas aos pequenos proprietários, uma vez que o tamanho das parcelas desflorestadas é similar.

Uma análise de padrões espaciais utilizando imagens de sensoriamento e observações de campo podem ser encontradas em Pocard-Chapuis et al. (2001). Neste trabalho

foram utilizados conceitos de modelo da paisagem (Laques, 1993), em São Félix do Xingú, no Pará, para identificar padrões de uso e cobertura da terra. Foram identificados cinco modelos da paisagem na região, baseados em padrões espaciais utilizando imagens TM/Landsat e observações de campo, sendo eles:

- 1) Áreas ocupadas por pequenos produtores rurais que apresentam pastagem e culturas em expansão sobre a floresta apresentam áreas contínuas desflorestadas.
- 3) Áreas em processo de desflorestamento por pequenos proprietários. Apresentam parcelas de desflorestamento pequenas e irregulares.
- 4) Áreas ocupadas por pequenos produtores rurais, com processo de concentração da terra, caracterizado por parcelas de desflorestamento com formas geométricas.
- 5) Áreas ocupadas por fazendas, com grandes parcelas de desflorestamento com forma geométrica .
- 6) Áreas de floresta.

Os procedimentos utilizados para a identificação e mapeamento das configurações espaciais apresentadas por Mertens e Lambin (1999), bem como os modelos da paisagem propostos em Pocard-Chapuis et al. (2001), não estão descritos, mas representaram um ponto de partida para este trabalho, que buscou associar diferentes padrões a processos de mudança de uso e cobertura da terra. Na seção que segue são apresentados os conceitos de foto-interpretação e foto-análise que foram utilizados na identificação e delimitação de padrões de ocupação, que resultaram posteriormente em um mapa de Unidades de Ocupação.

### **3.6 Método de Extração Visual de Dados**

O método escolhido para delimitação de padrões de ocupação, neste trabalho foi o método lógico cuja descrição pode ser encontrada com mais detalhe em Soares e Fiori (1976) e Veneziani (1984). Este método baseia-se no estudo da textura e da estrutura fotográfica, permitindo que a foto-interpretação possa ser utilizada como um meio de

descoberta autônomo, permitindo analisar a paisagem sem idéias pré-concebidas. Este método difere do método da chave, que se baseia no estudo comparativo e depende do conhecimento prévio das imagens e feições, que são utilizadas como guias para a interpretação de imagens.

O método lógico ou sistemático baseia-se na análise da textura, estrutura e da forma, das quais se define o modelo do fenômeno. O encadeamento lógico dos elementos texturais estabelece a correspondência entre a imagem fotográfica e o resultado da foto- interpretação de um tema dado e seu modelo.

Este método apóia-se na fotoleitura, no reconhecimento dos elementos texturais de interesse (símbolos), na fotoanálise, ou seja, no reconhecimento das leis e da complexidade de organização dos elementos texturais de interesse e na foto- interpretação, que estabelece as relações entre função, objeto e ou feições, isto é, no estabelecimento da correspondência entre a imagem fotográfica e o modelo do fenômeno registrado no terreno. Os limites das unidades mapeadas são definidos de acordo com o conceito de zonas homólogas, que são áreas constituídas pela repetição de elementos texturais que possuem propriedades semelhantes e a mesma estrutura (Veneziani, 1984). Seguem os critérios de aplicação do método lógico:

1) Propriedades que caracterizam a forma:

- a) Propriedades qualitativas dos elementos texturais. É a propriedade que atribui uma qualidade, classifica os elementos texturais, observando-se a escala e a resolução espacial das imagens.
- b) Frequência de textura. É uma propriedade quantitativa que pode ser considerada de um modo comparativo. Diz respeito à quantidade de elementos texturais distinguíveis por área imageada.
- c) Estrutura. É uma propriedade descritiva e diz respeito à disposição e ordem da forma.

- d) Grau de estruturação – É uma propriedade descritiva e está relacionada com a lei de ordenação dos elementos texturais. Quando a lei de ordenação é mal definida, a forma é fracamente estruturada; quando os elementos possuem uma disposição regularmente ordenada, a forma é fortemente estruturada.
- e) Ordem de estruturação – é uma propriedade qualificativa. Relaciona-se com a complexidade de organização dos elementos texturais. Quanto maior a ordem, mais evidente é o resultado de um determinado fator de condicionamento da forma.

## 2) Definição de zonas homólogas:

- a) Zonas Homólogas: São áreas delimitadas sobre as imagens, constituídas pela repetição de elementos texturais que possuem propriedades semelhantes e a mesma estrutura.

## 3) Tipos de limites das zonas homólogas:

- a) Definido. Quando coincide com uma forma estruturada, por exemplo, rios e estradas.
- b) Progressivo. Quando existe uma transição entre as propriedades dos elementos da zona adjacente.
- c) Envoltório. Quando separa conjuntos de propriedades texturais e/ou estruturais diferentes, sem que estas propriedades cubram toda a zona limitada.



## CAPÍTULO 4

### MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta os dados e procedimentos utilizados na análise da evolução dos padrões de uso da terra.

Como parte da metodologia, foi elaborado um método empírico para a partição do espaço, baseado em técnicas de foto-interpretação, gerando-se um mapa de células irregulares denominadas Unidades de Ocupação, ou UOP's, conceituadas na seção 3.1. Estas unidades foram utilizadas na análise da evolução do uso e cobertura da terra e diferenciadas em relação aos processos de desflorestamento sucessão secundária e associando-os a diferentes categorias fundiárias e idades de estabelecimento dos assentamentos rurais.

Este capítulo foi organizado em 3 seções. Na seção 4.1 é feita uma discussão em torno do conceito de Unidades de Ocupação, na seção 4.2 os dados e sistemas que foram utilizados na análise do uso da terra são apresentados e, na seção 4.3 é apresentada a metodologia, descrita em 5 etapas principais.

#### **4.1 Unidades de Ocupação**

As Unidades de Ocupação, ou UOP's, são áreas irregulares que representam diferentes padrões espaciais e evolução de uso e cobertura da terra, associados às atividades agrícolas. Estas unidades apresentam padrões espaciais e temporais distintos, que as diferenciam de seu entorno, possibilitando mapeá-las através da análise de séries históricas de imagens de satélite, mapas fundiários, observações de campo e dados do censo agropecuário.

O termo ocupação é utilizado devido ao fato de se considerar na delimitação das UOP's, fases iniciais de estabelecimento de áreas de fazendas e assentamentos rurais, muitos deles iniciados na década de 70, quando a cobertura de floresta primária ainda predominava na região.

Os padrões mapeados nas Unidades de Ocupação, são baseados em configurações espaciais das áreas ocupadas, algumas das quais são descritas por Lambin (1994), Mertens e Lambin (1999) e Geist e Lambin (2001), e são associadas aos processos de expansão agrícola. A configuração espacial do tipo *espinha-de peixe*, por exemplo, está associada aos assentamentos de pequenos produtores rurais planejados pelo INCRA, enquanto que as configurações *geométricas* podem estar associadas aos grandes produtores rurais, com atividades ligadas à agropecuária.

## **4.2 Materiais**

Os materiais utilizados consistiram de dados cartográficos da malha fundiária do INCRA, mapa de estradas, dados tabulares do INCRA, dados de campo, dados digitais de desflorestamento de 1975 à 1978, máscaras das áreas desflorestadas nos anos de 1985 e 1995 previamente mapeadas por Alves et al. (1999), imagens referentes ao período de 1985 à 2000 do sensor TM/Landsat 5. Estes dados são listados nas Seções 4.1.1 a 4.1.3. Na Seção 4.4 os Sistemas de Processamento de Imagens e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) utilizados são apresentados.

### **4.2.1 Dados Cartográficos e Tabulares**

Os dados tabulares utilizados foram dados referentes aos projetos de assentamento do INCRA (1996) com dados informativos dos projetos de colonização e assentamentos. O material cartográfico utilizado para consulta e para realização de operações entre mapas em um SIG, é apresentado na Tabela 4.1.

TABELA 4.1 Material Cartográfico Utilizado.

| MAPA  | ESCALA      | FONTE | ANO  |
|---|-------------|-------|------|
| Parcelamento Geral do PIC Ouro Preto  | 1:100.000   | INCRA | 1979 |
| Mapa Fundiário dos Municípios de Jaru, Theobroma e Governador Jorge Teixeira                | 1:100.000   | INCRA | 1984 |
| Mapa Fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo, Jamari e Alto Paraíso. | 1:100.000   | INCRA | s.d. |
| Mapa Fundiário dos Municípios de Machadinho d'Oeste e Vale do Anari                         | 1:100.000   | INCRA | s.d. |
| Mapa Fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo e Cacaúlândia           | 1:100.000   | INCRA | s.d. |
| Mapa Fundiário dos Municípios de Machadinho d'Oeste e Rio Crespo                            | 1:100.000   | INCRA | s.d. |
| Planta do PA Palmares   | 1:10.000    | INCRA | s.d. |
| Planta do PA Zumbi  | 1:10.000    | INCRA | s.d. |
| Planta do PA Rio Branco   | 1:10.000    | INCRA | 1996 |
| Planta do PA Primavera  | 1:10.000    | INCRA | 1997 |
| Planta do PA lagoa Nova   | 1:10.000    | INCRA | 1997 |
| Mapa dos Projetos de Assentamento do INCRA (digital)  | 1:1.000.000 | INCRA | 1998 |
| Mapa do Zoneamento Ecológico Econômico de Rondônia – 2ª aproximação (digital).              | 1:1.000.000 | SEDAM | 2000 |
| Mapa digital de limites administrativos dos Municípios de Rondônia vigente em 1997          | 1:1.000.000 | IBGE  | 1997 |
| Carta Planialtimétrica Rio Machadinho. Folha SC-20-X-C                                      | 1:250.000   | IBGE  | 1981 |
| Carta Planialtimétrica Calama. Folha SC-20-X-A.   | 1:250.000   | IBGE  | 1981 |

#### 4.2.2 Dados da Cobertura Florestal

Foram utilizados durante os procedimentos de classificação digital, mapas pré-existent da cobertura de floresta primária referentes aos anos de 1985 e 1995, gerados à partir de imagens TM/Landsat, utilizando-se classificador digital, não supervisionado, tipo K-média, mapeados por Alves et. al. (1999). Foram utilizados para consulta, mapas de desflorestamento relativo aos anos de 1975 e 1978, na escala 1:500.000, derivados de imagens MSS/Landsat e digitalizados em um SIG (Tardim et al., 1980).

#### 4.2.3 Imagens TM/Landsat

As imagens utilizadas neste trabalho corresponderam à duas cenas 231/67 e 231/66 do sensor TM/Landsat 5, bandas 3 (0,63-0,69  $\mu\text{m}$ ), 4 (0,76 – 0,90  $\mu\text{m}$ ) e 5 (1,55-1,75  $\mu\text{m}$ ).

As imagens referentes às cenas 231/67 e 231/66, foram selecionadas para o período correspondente à estação seca, compreendendo 12 imagens com passagens entre os meses de junho a setembro, referentes às bandas 3, 4 e 5. As imagens e suas respectivas datas de passagens são listadas na tabela 4.1.

TABELA 4.2 Datas de Passagem das Cenas do TM/Landsat

| CENA 231/67 | CENA 231/66 |
|-------------|-------------|
| 15/07/2000  | 13/06/2000  |
| 07/07/1997  | 23/07/1997  |
| 15/07/1994  | 15/07/1994  |
| 25/09/1991  | 25/09/1991  |
| 30/07/1988  | 03/07/1988  |
| 22/07/1985  | 07/08/1985  |

Além destas imagens utilizadas na classificação do uso e cobertura da terra, ainda foram utilizadas para consulta, imagens de datas intermediárias, correspondendo aos anos de 1984, 1986, 1989, 1990, 1992, 1995, 1996, 1998, e 1999 relativas à cena 231/67. Para a cena 231/66, foi utilizada a imagem referente ao ano de 1999.

#### 4.2.4 Programas Utilizados

Os sistemas utilizados para processamento de imagens foram o SPRING, versões 3.5 e 3.6 e o ENVI, versões 3.1 e 3.5. As operações de álgebra de mapas e manipulação de dados espaciais foram realizadas no Arc/INFO, versão 7.1.2 e, no SPRING. Para a visualização de dados espaciais, foi utilizado o Arc/View, versão 3.0.

#### 4.3 Metodologia

A metodologia foi desenvolvida em 5 etapas, que são listadas abaixo, seguindo a numeração do fluxograma da Figura 4.1:

- 1) Aquisição e pré-processamento das imagens TM/Landsat;
- 2) Segmentação da área de estudo através utilização do método lógico de foto-interpretção para a estratificação da região com relação aos diferentes padrões de uso e cobertura da terra;

- 3) Classificação automática da cobertura vegetal;
- 4) Operações entre mapas em um Sistema de Informações Geográficas, para análise de indicadores de uso e cobertura da terra;
- 5) Estabelecimento de uma tipologia de padrões de uso da terra.

As Seções 4.2.1 a 4.2.5 descrevem as 5 etapas principais apresentadas na Figura 4.1.

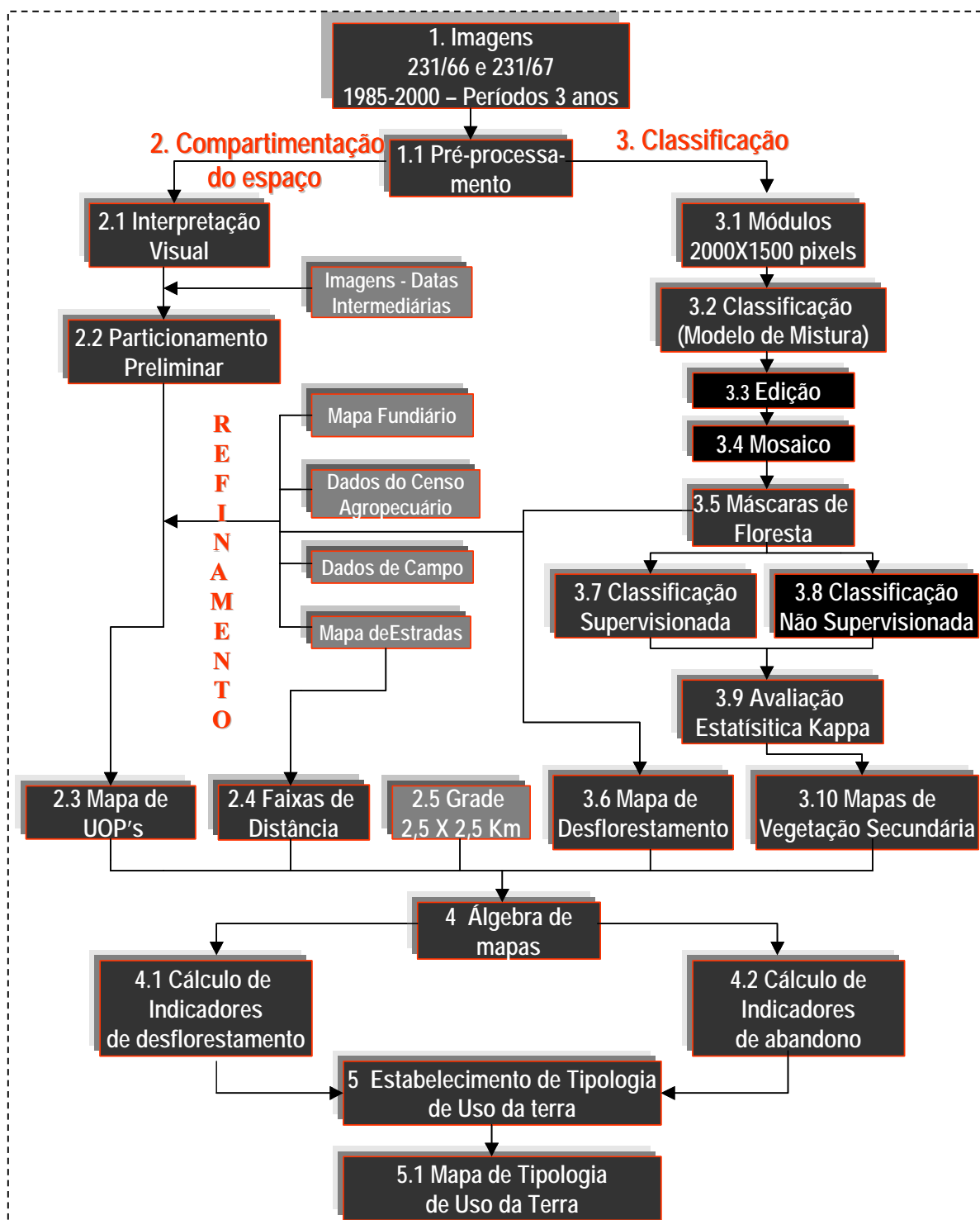


FIGURA 4.1 - Fluxograma contendo as 5 etapas da metodologia utilizada.

#### 4.3.1 Aquisição de Imagens TM/Landsat

As imagens correspondentes às cenas 231/67 e 231/66 foram selecionadas para períodos de 3 anos, de 1985, 1988, 1991, 1994, 1997 e 2000, utilizando-se as bandas 3, 4 e 5

(Pereira e Setzer,1993), para discriminação dos principais alvos de interesse: floresta primária, vegetação secundária e pastos/agricultura.

Na banda 3, que corresponde à banda do vermelho, a floresta primária apresenta uma baixa reflectância. Assume valores moderados, na banda 4, no infra-vermelho próximo devido à grande quantidade de sombras associadas à uma estrutura mais complexa do dossel, e no infra-vermelho médio, na banda 5, os valores de reflectância são baixos, devido umidade da vegetação.

As florestas secundárias em estágios avançados de sucessão têm comportamento espectral parecido com o de florestas primárias, nas três bandas, porém, nos estágios iniciais, tem um alto valor de reflectância no infravermelho próximo, decrescendo nos estágios mais avançados, devido ao aumento da complexidade do dossel (Steininger, 2000). No infravermelho médio a reflectância decresce gradualmente e no vermelho a reflectância permanece baixa durante todo o período de sucessão.

As áreas de pastagem na estação seca, apresentam valores mais altos nas bandas 5 e 3, que correspondem ao infra-vermelho médio e vermelho, quando comparadas com as outras duas coberturas vegetais, podendo apresentar valores parecidos com o de vegetação secundária, no período chuvoso devido à presença de pastos altos, uniformes e bem manejados.

#### **4.3.1.1 Pré-processamento**

A etapa de pré-processamento consistiu no georreferenciamento das imagens relativas à cena 231/67 correspondendo aos anos de 1985, 1988, 1991, 1994 e 1997 georreferenciadas previamente por Alves et al.(1999), utilizando-se pontos de controles adquiridos e processados com GPS diferencial. Foi utilizado polinômio do primeiro grau, seguido de interpolador vizinhos mais próximos para a reamostragem dos níveis de cinza, preservando os valores radiométricos das imagens originais (Mather, 1986; Richards, 1993), sendo o erro médio (RMS) estimado de 0,5 - 1 pixel.

A imagem de 2000 foi introduzida no banco de imagens e registrada utilizando o mesmo processamento descrito acima, com erro médio também de 0,5 pixel.

As imagens correspondentes à cena 231/66 de 1985, 1988, 1991, 1994, 1997 e 2000, foram georreferenciadas utilizando-se cartas na escala 1:250.000, Folha SC-20-X-A (IBGE, 1981) e, Folha SC-20-X-C (IBGE, 1981), ambas em projeção UTM/SAD69, onde pelo menos 20 pontos de controle para cada data foram selecionados. O processamento realizado foi o mesmo descrito para a cena 231/67, porém, o erro médio (RMS) estimado foi superior a 0,5 pixel, chegando próximo de 1 pixel em algumas datas.

Não foram realizadas operações de correção radiométrica, pois o processamento das imagens foi realizado para cada data individualmente e as comparações entre datas foram realizadas sobre as imagens já classificadas. Como os valores de níveis de cinza da imagem e das áreas de treinamento estão na mesma escala relativa, a correção atmosférica tem pouco efeito sobre a exatidão da classificação (Song et al., 2001). Somando-se à isso, na primeira etapa, as imagens foram classificadas utilizando-se modelo linear de mistura, que baseia-se na proporção dos componentes em cada pixel e não nos dados radiométricos, como o nível de cinza ou reflectância, sendo este método pouco sensível às diferenças radiométricas entre os dados multitemporais (Shimabukuro, 1998).

#### **4.3.2 A Compartimentação do Espaço em Unidades de Ocupação**

Esta atividade compreendeu duas etapas, a de aplicação do método lógico de fotointerpretação (Soares e Fiori, 1976) utilizando a série histórica de dados TM/Landsat e uma fase de refinamento que envolveu a utilização de dados complementares como os dados do censo agropecuário do IBGE (1996), observações de campo, mapas fundiários e dados tabulares dos projetos de assentamento do INCRA e mapas de desflorestamento, provenientes da aplicação de técnicas de classificação digital de imagens.

##### **4.3.2.1 Aplicação e Adaptação do Método Lógico de Fotointerpretação.**

O método desenvolvido para a partição do espaço baseou-se preliminarmente na análise de uma série temporal de imagens TM/Landsat, referente ao período de 1985 a 2000, na

qual se dispunha de um banco de imagens contendo diversas passagens referentes às cenas 231/67 e 231/66. Todo o conjunto de imagens foi utilizado para o mapeamento e identificação das Unidades de Ocupação através de análise visual, onde o método sistemático de foto-interpretação, descrito no capítulo 3, foi utilizado.

Sobre as imagens, diferentes padrões espaciais, relacionados com o tipo e idade da ocupação, evolução do uso da terra e fatores ambientais, foram identificados e as Unidades de Ocupação foram delimitadas.

Os elementos utilizados no mapeamento foram extraídos e adaptados do método sistemático de foto-análise e foto-interpretação (Fiori e Soares, 1976, Veneziani, 1984). As propriedades dos elementos texturais e das formas foram analisadas e os limites das zonas homólogas foram traçados manualmente na tela do computador, utilizando-se um operador de edição vetorial do sistema de processamento de imagens ENVI, que permite sobrepor linhas às imagens matriciais. A imagem de referência utilizada foi a mais recente, de 2000, entretanto as imagens relativas aos outros anos, de 1985 a 2000, foram utilizadas para análise da evolução dos padrões de ocupação, auxiliando na definição de limites e verificação do início dos processos. Como resultado, obteve-se o mapa das Unidades de Ocupação. Os elementos utilizados na análise de padrões de uso e cobertura da terra, são apresentados a seguir:

A) Análise da Forma: Foi definido como elemento de textura, as parcelas de desflorestamento que podem ser definidas como a menor superfície contínua homogênea distinguível na imagem, podendo pertencer a várias classes de cobertura da terra, vegetação secundária, pastagem, área queimada, etc.

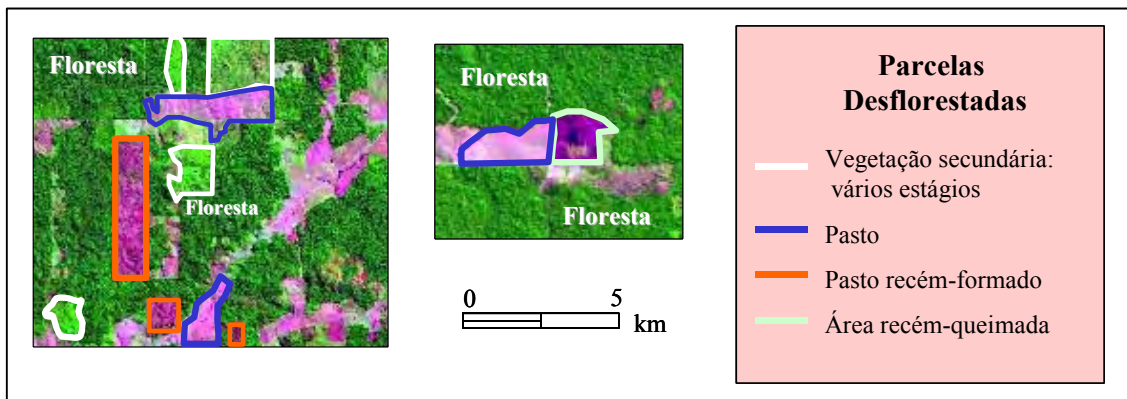


FIGURA 4.2 - Elemento de textura: Parcelas de desflorestamento

B) Dimensão dos elementos de textura. Trata-se do tamanho das parcelas de desflorestamento que está associado ao tamanho das propriedades rurais predominantes em uma região. As parcelas de desflorestamento foram classificadas como pequenas, médias e grandes, fazendo-se uma correspondência direta com o tamanho das propriedades presentes.

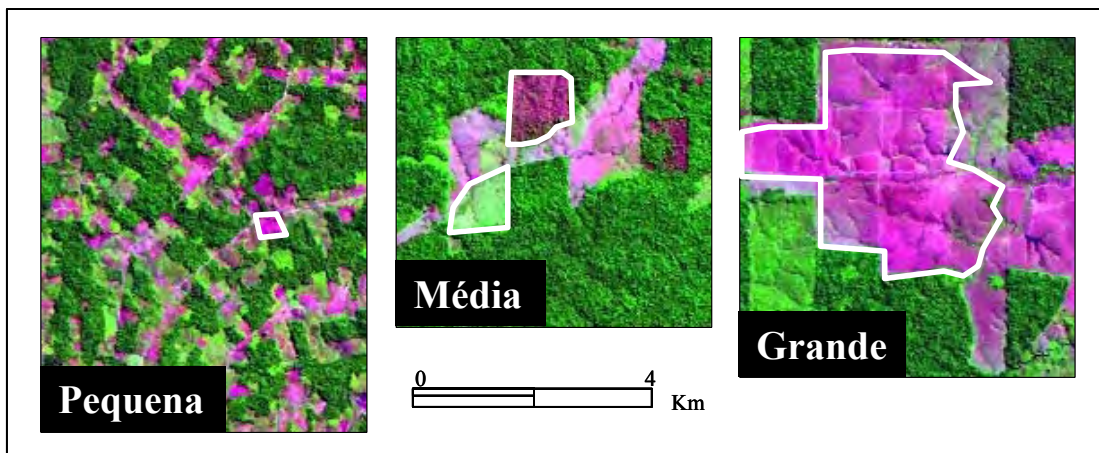


FIGURA 4.3 - Dimensão das Parcelas Desflorestadas.

C) Freqüência textural. Este elemento está relacionado com a idade do projeto de assentamento ou da propriedade rural, quanto maior a freqüência do elemento textural, mais antigo tende a ser o assentamento ou a área de fazenda.

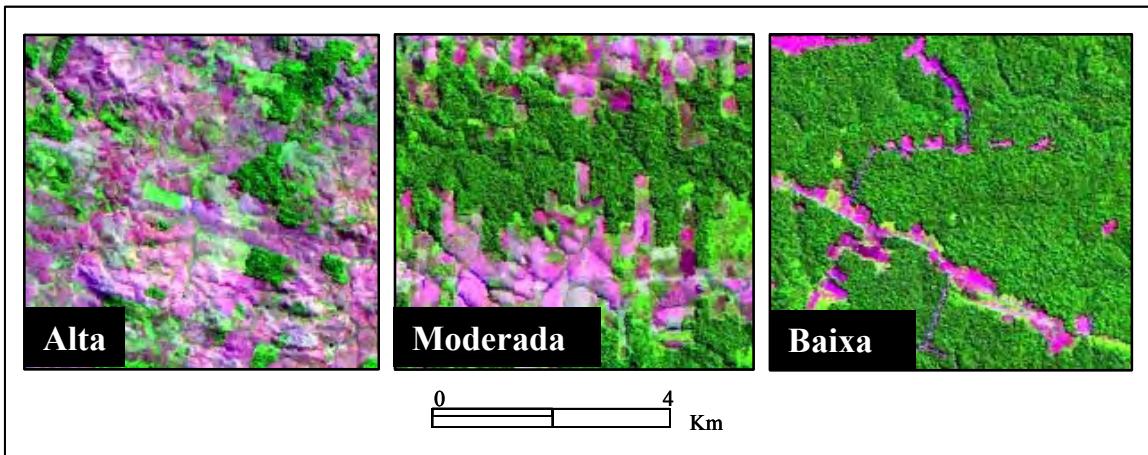


FIGURA 4.4 - Frequência das parcelas desflorestadas.

D) Uniformidade dos elementos de textura. Este elemento foi utilizado com o objetivo de se verificar processos de alteração fundiária. Áreas com alta uniformidade dos elementos de textura, são áreas planejadas com poucos processos de alteração fundiária. Áreas com baixa uniformidade dos elementos de textura são áreas que foram ocupadas sem planejamento e/ou apresentam processos de concentração de terras.

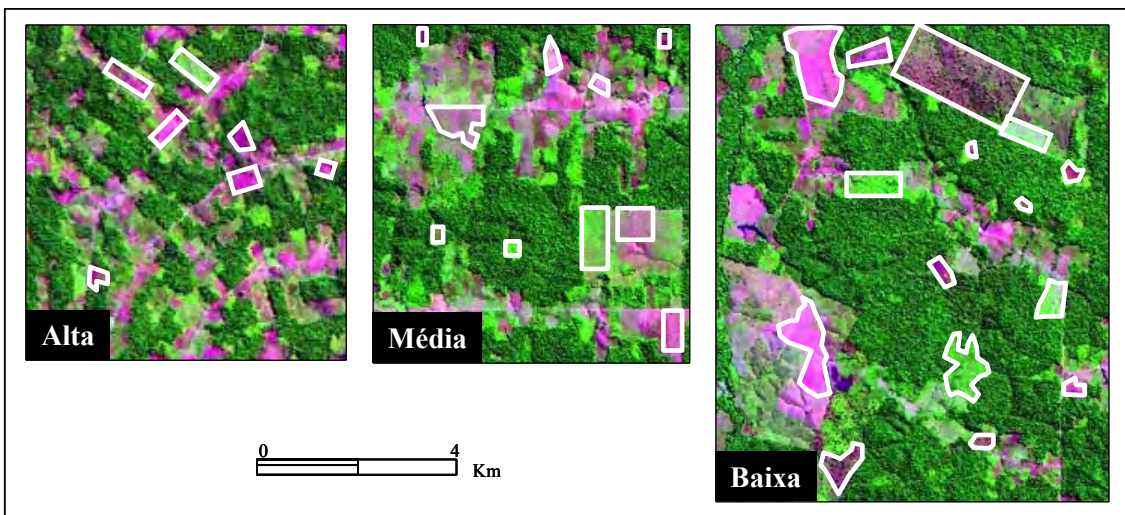


FIGURA 4.5 - Uniformidade dos elementos de textura

E) Estrutura. Este elemento é associado nesta análise às áreas planejadas e à configuração espacial do assentamento ou fazenda. A maior complexidade e ordenação da estrutura indicam que houve planejamento na ocupação da área. Entretanto, no caso da figura do canto superior direito, embora seja um assentamento planejado, possui

estrutura multidirecional desordenada. Entretanto, apresenta diferenças em relação a uma área de ocupação espontânea pois a estrutura acompanha a linha de drenagem.

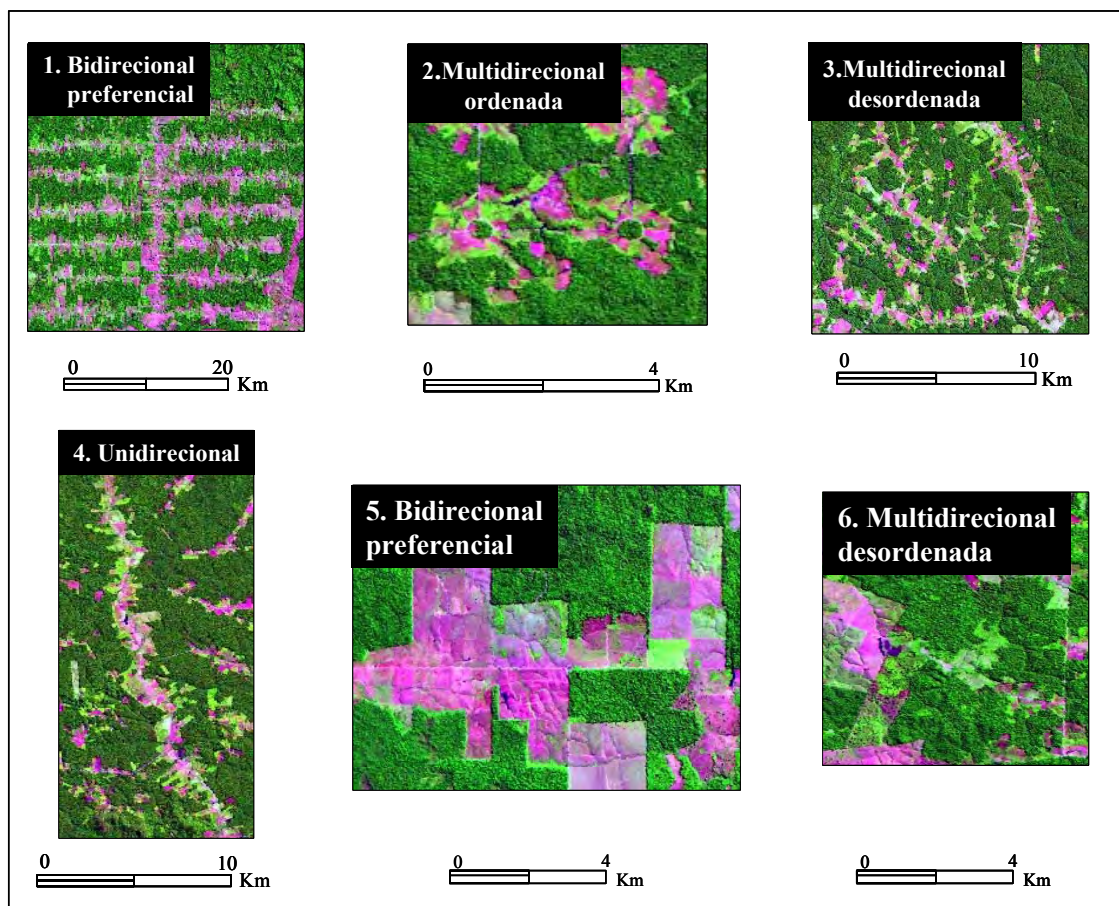


FIGURA 4.6 – Diferentes tipos de estrutura.

F) Grau de estruturação. Este elemento está relacionado também com o planejamento da ocupação. Quando a ocupação não é planejada suas linhas são fracamente estruturadas, enquanto que o assentamento planejado é fortemente estruturado, com linhas retilíneas e com direções bem definidas.

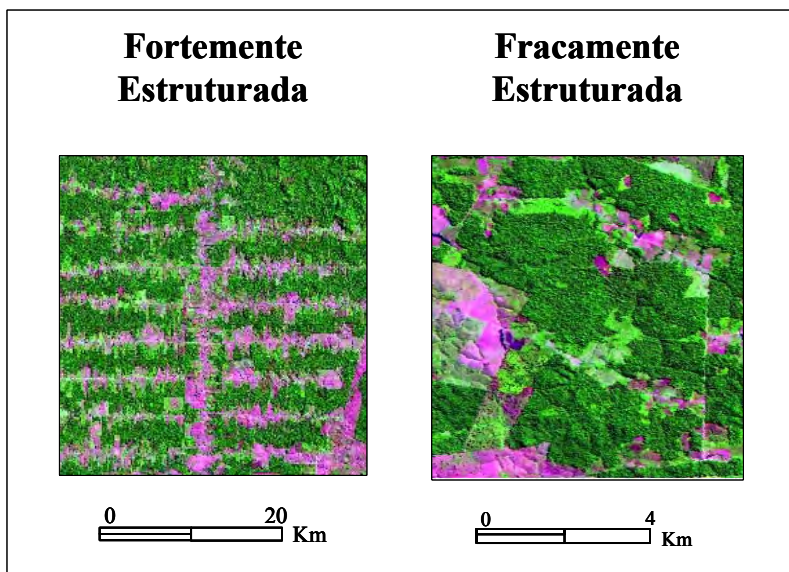


FIGURA 4.7 - Grau de estruturação

G) Sombra. O elemento sombra está associado ao tipo de relevo. As UOP's foram classificadas em áreas de relevo suave (quando não havia sombra), suavemente ondulado (com baixa frequência de sombra) e montanhoso (com alta frequência de sombra), de acordo com a figura 4.8. Predominou na região, terrenos com relevo suavemente ondulado (RADAM, 1978), sendo encontrada apenas uma área de relevo mais acidentado.

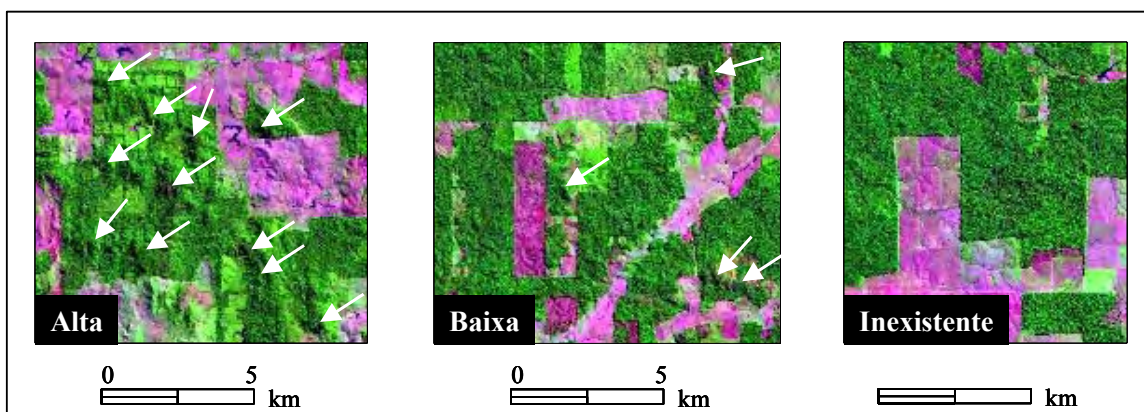


FIGURA 4.8 - Frequência de sombras associadas ao tipo de relevo.

H) Definição de Zonas Homólogas – As zonas homólogas são separadas uma das outras através de três tipos de limites: 1) Limite definido. São limites definidos por elemento bem estruturados como contornos dos rios e estradas, de acordo com a figura 4.9.

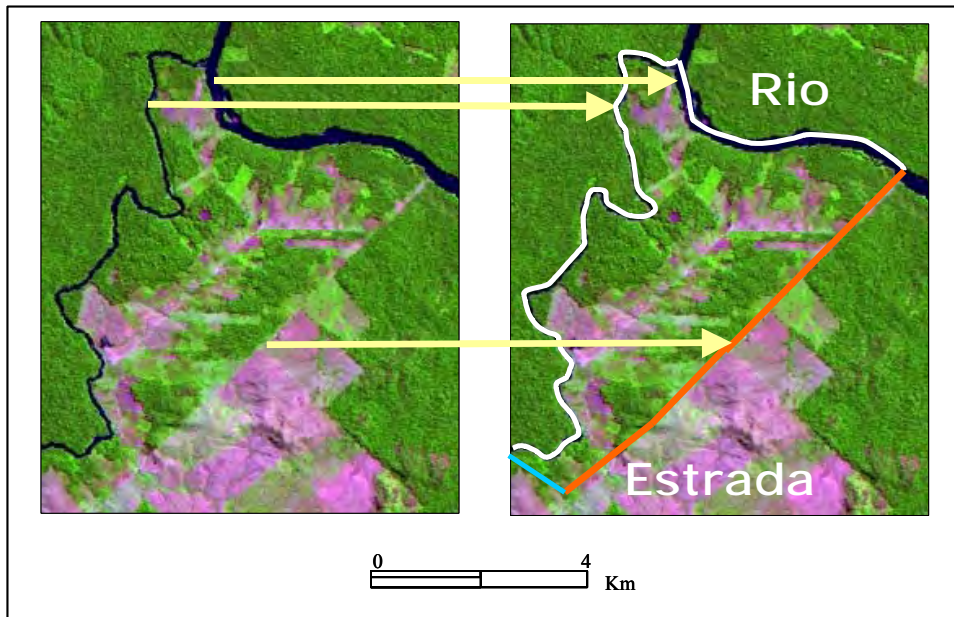


FIGURA 4.9 - Limite definido contornando rios e estradas.

2) Limite progressivo. Este tipo de limite é traçado sobre regiões onde há claramente uma transição entre as propriedades dos elementos da zona adjacente.

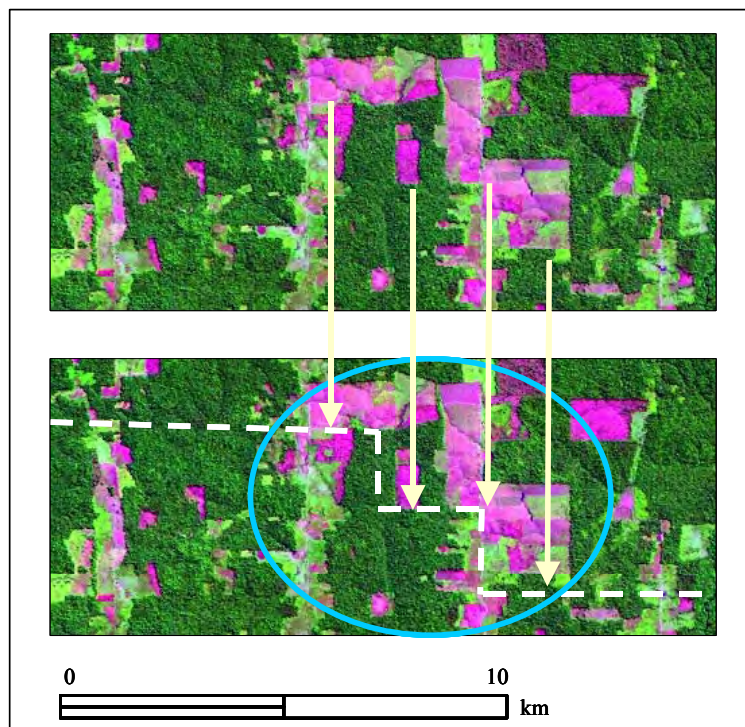


FIGURA 4.10 - Limite progressivo, círculo azul destaca a zona de transição entre duas zonas homólogas.

2) Limite Envoltório – Separa conjuntos de propriedades texturais ou estruturas diferentes, sem que estas propriedades cubram toda a zona delimitada.

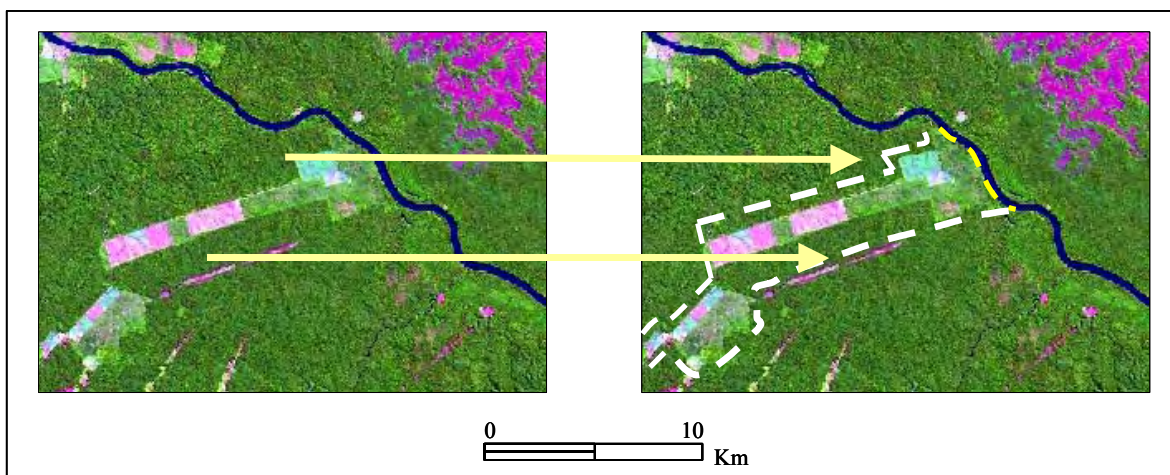


FIGURA 4.11 - Limite envoltório desenhado com linhas brancas tracejadas.

A partir dos elementos e limites de zonas homólogas é feito um mapa contendo a primeira aproximação do mapa de UOP's que é refinado na fase seguinte através da introdução de dados complementares.

#### 4.3.2.2 Refinamento dos limites das Unidades de Ocupação

A fase de refinamento consistiu na incorporação e análise de dados complementares à base existente, bem como na realização de análises qualitativas com o intuito de melhorar o mapeamento realizado preliminarmente. Nesta etapa, os limites entre as unidades de ocupação foram redesenhados, modificando-se os limites das Unidades de Ocupação, quando necessário. Alguns limites foram criados, obtendo-se novas Unidades de Ocupação e outros foram suprimidos, agregando-se duas ou mais unidades em uma só área, constituindo-se em um processo dinâmico.

Além de mapas fundiários do INCRA, foram utilizadas informações de campo, imagens de outras datas, dados do censo agropecuário e mapas de desflorestamento provenientes da classificação digital das imagens de satélite. As observações de campo nesta fase, foram importantes para a verificação de áreas que apresentavam indícios de processos de concentração fundiária. Foram aplicados questionários a 40 colonos de projetos de assentamento do INCRA cujo objetivo foi detectar os principais processos de

desflorestamento, histórico de ocupação do lote, alteração fundiária, atividades relacionadas com o uso da terra, produção e infra-estrutura.

As Figuras 4.12, 4.13, 1.14 e 4.15 mostram alguns exemplos dos limites que foram redesenhados ao serem introduzidos os dados complementares.

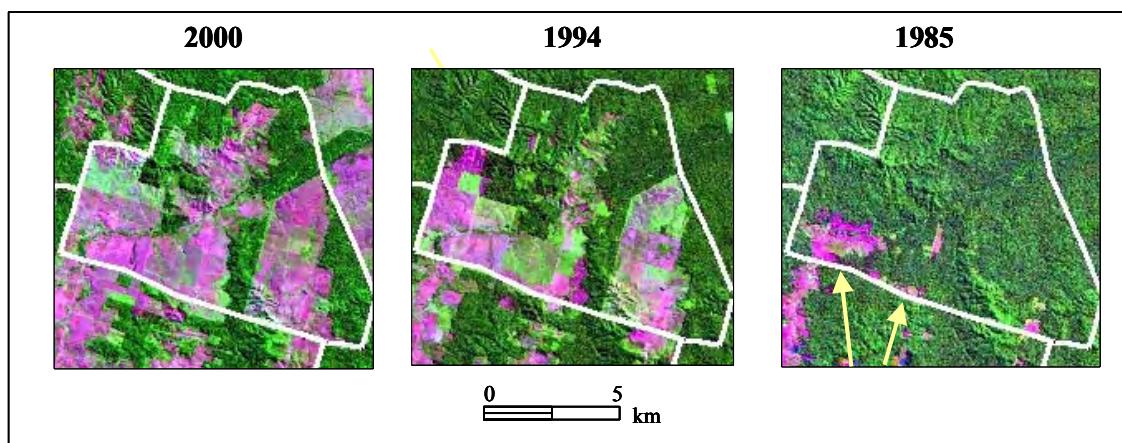


FIGURA 4.12 - Delimitação de uma UOP utilizando dados temporais. A UOP apresentada é uma área com processo de concentração de terra em área de pequenas propriedades.

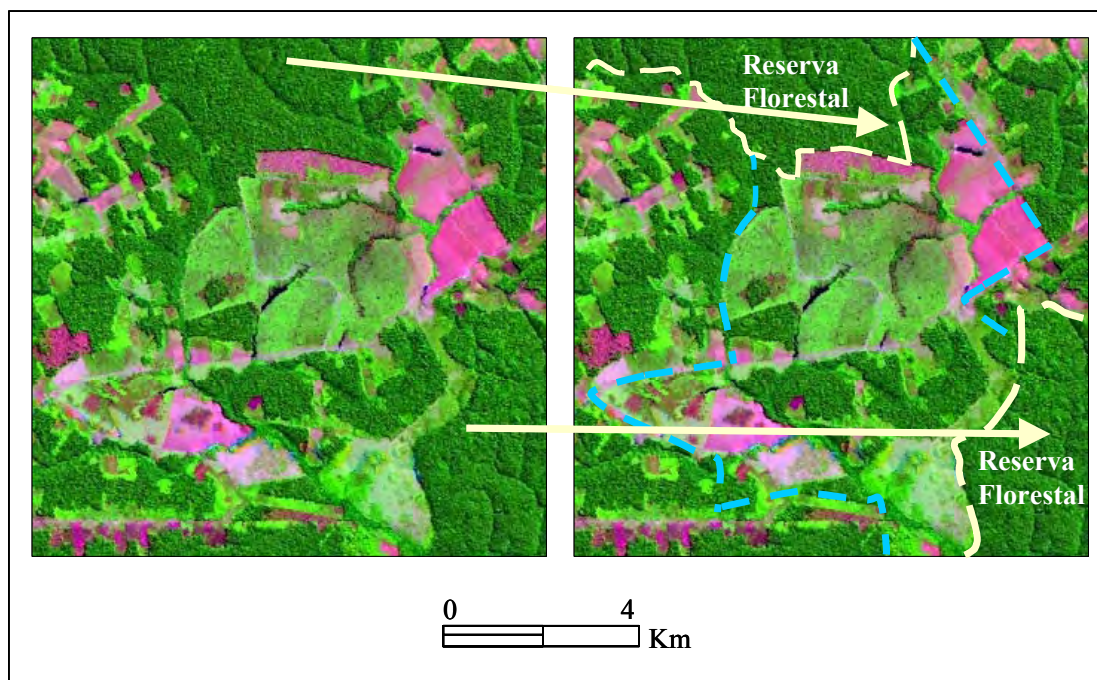


FIGURA 4.13 - Delimitação de uma UOP utilizando dados cartográficos e limites de uma reserva florestal.

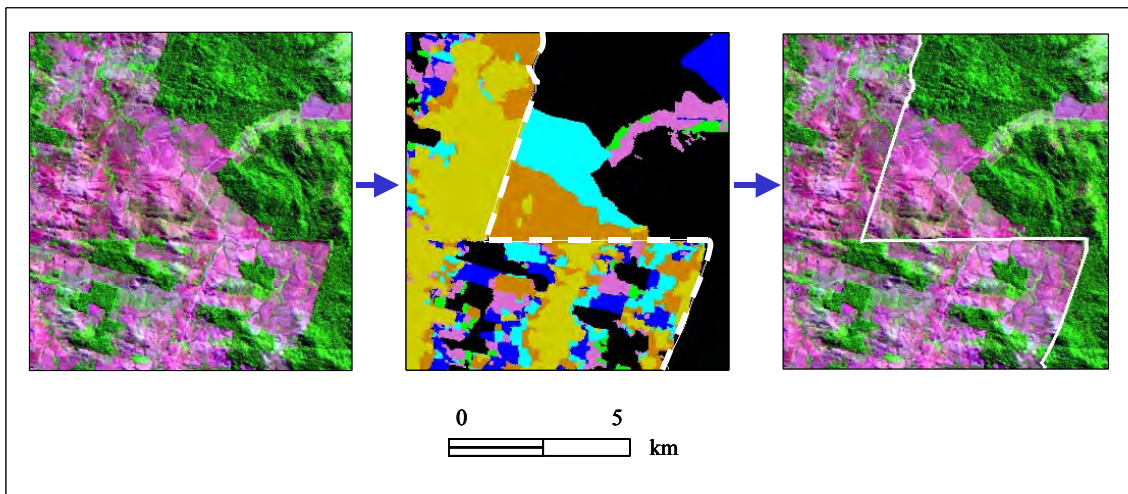


FIGURA 4.14 - Delimitação de uma UOP utilizando dados de classificação digital de imagens. O tamanho dos polígonos de desflorestamento trienais diferencia duas áreas de propriedades pequenas e médias, cujos limites não são visíveis somente com a interpretação visual de uma imagem.

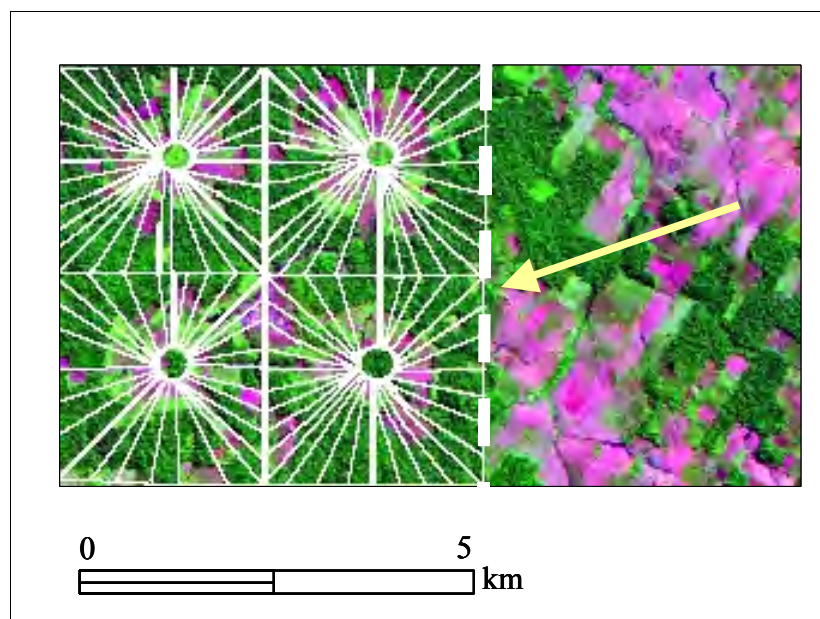


FIGURA 4.15 - Delimitação de uma UOP utilizando dados de Malha fundiária do INCRA.

#### 4.3.2.3 Geração de Mapas de Faixa de Distância

O mapa de faixas de distância das estradas foi obtido a partir do mapa de estradas (IBGE, 1993) onde foram estabelecidas faixas de distância para análise do desflorestamento nas margens de três estradas:

- 1) A RO-257, que corta a área de estudo no sentido leste-oeste, saindo de Machadinho d'Oeste até os limites da área de estudo, onde foi estabelecida uma faixa de 12,5 km de cada lado.
- 2) A BR-364, que define o limite da área de estudo na porção sul. Neste caso, como seria considerada apenas uma das margens desta rodovia, então a faixa estabelecida foi de 25 km, equivalendo às faixas de 12,5 km estabelecidas para os outros dois eixos.
- 3) A RO-464, que liga Machadinho a Jarú, passando pelo município do Vale do Anari, onde predominam assentamentos de pequenos produtores rurais. Para este eixo foi definida uma faixa de distância de 12,5 km.

#### **4.3.2.4 Geração de Grade de Células Regulares**

Nesta etapa, foi gerada uma grade com células regulares com dimensão de 2,5 X 2,5 km no ARC/INFO. Esta grade foi gerada com o objetivo de refinar as análises da distribuição espacial da vegetação secundária e foi utilizada em operações de intersecção com o mapa de desflorestamento e mapas de vegetação secundária. As células foram sobrepostas ao mapa de UOP's para análise e associação do processo de abandono por tipo de ocupação.

#### **4.3.3 Classificação Digital de Imagens**

A classificação se deu em duas etapas, na primeira delas foi utilizada técnica de classificação por regiões, não supervisionada, utilizando imagens obtidas a partir de técnica de modelo linear de mistura (Shimabukuro, 1998). Foi utilizado um classificador não-supervisionado na imagem da componente sombra, resultando em duas classes: floresta e não-floresta. Máscaras pré-existentes de floresta foram utilizadas, gerando-se um mapa de desflorestamento que continha áreas desflorestadas para os cinco períodos, entre 1985 e 2000. Os procedimentos utilizados nesta etapa são descritos no Item 4.3.3.1.

Na segunda etapa, os mapas de desflorestamento, foram utilizados gerando-se máscaras binárias, que simplificaram a classificação das áreas desflorestadas, resultando em duas classes finais: 1) classe de vegetação secundária e; 2) classe de uso agrícola/pastagem. Os mapas gerados nesta fase foram sobrepostos, obtendo-se 6 mapas com classes de idade da vegetação secundária. Os procedimentos utilizados nesta etapa são descritos no item 4.3.3.2.

#### **4.3.3.1 Obtenção da Máscara de Floresta Primária.**

As imagens foram recortadas em 8 módulos de 2000 X 1500 pixels e 2 módulos de 2000 X 800 pixels. Estes recortes foram realizados com a finalidade de se trabalhar com menores números de alvos para melhorar a classificação, além de facilitar na verificação de erros na fase de edição.

Cada módulo foi classificado, utilizando-se banda obtida através da utilização da técnica de modelo linear de mistura implementado no SPRING, que se baseia nos níveis de cinza dos pixels. A classificação da floresta primária foi realizada utilizando-se a metodologia do Prodes digital (Duarte et al, 1999), no SPRING, onde imagens sintéticas dos componentes, sombra, vegetação e solo foram geradas (Shimabukuru e Smith, 1991; Shimabukuro et al, 1998). Em geral, a fração sombra foi escolhida por diferenciar melhor, áreas de floresta, com quantidades médias de sombra, das áreas de não floresta, com baixas quantidades de sombra. Esta técnica tem como principal vantagem, a redução da dimensionalidade dos dados, sendo útil principalmente em áreas extensas (Aguilar, 1999).

A imagem fração de cada componente foi derivada do pixel considerado puro, ou seja, daquele que melhor representou o comportamento espectral de um determinado componente na cena. O estimador de erros utilizado no modelo foi o estimador de mínimos quadrados com restrição (MQR).

Após a geração e escolha da imagem, foi realizada segmentação por crescimento de regiões (Bins et al., 1993; Erthal et al, 1993) utilizando os limiares de similaridade e de área, 5 e 12, respectivamente. Após esta etapa, utilizou-se o classificador não

supervisionado por regiões – o ISOSEG (Bins et al., 1992), com limiar de aceitação de 75%.

Na etapa seguinte os módulos foram levados para o ENVI, e as máscaras de florestas pré-existentes, relativas aos anos de 1985 e 1995, obtidas por Alves et al. (1998) através do classificador não-supervisionado K-médias (Tou e Gonzalez, 1974), foram aplicadas às imagens classificadas. Foram realizadas edições, que tiveram como finalidade corrigir os erros de classificação utilizando-se imagens intermediárias entre os períodos de análise.

Após a edição, os módulos foram unidos em mosaicos e as áreas de dimensão inferior a 9 pixels foram eliminadas. Este procedimento foi realizado para todas as 12 imagens e, no final, através de operações entre imagens, as classes de desflorestamento foram reunidas em um mapa único, com seis classes de áreas desflorestadas: 1) anterior a 1985; 2) 1985 a 1988; 3) 1988 a 1991; 4) 1991 a 1994; 5) 1994 a 1997 e; 6) 1997 a 2000.

#### **4.3.3.2 Classificação da Vegetação Secundária.**

O mapeamento da vegetação secundária foi obtido através de técnicas de classificação supervisionada por pixel, utilizando-se distância de Mahalanobis (Richards, 1994). Amostras foram adquiridas nas imagens correspondendo às classes de floresta secundária, pasto, áreas recém-queimadas e corpos d'água. Cada uma destas classes foi subdividida em sub-classes cujas amostras buscaram representar áreas homogêneas. No final da classificação as sub-classes foram agrupadas em 2 classes, uma classe de vegetação secundária, que agrupou todos os estágios e estrutura deste tipo de vegetação e; a classe de uso agrícola/pasto que agregou as classes de cultura agrícola, pasto, corpos d'água e áreas recém-queimadas.

Foram utilizados como referência dados de campo obtidos em 1999 e 2001, descrevendo algumas das coberturas vegetais mais frequentes, georeferenciadas utilizando-se GPS. Estes dados foram utilizados para esclarecer dúvidas quando era possível analisá-los sobre a imagem de 2000.

Para a avaliação da classificação foi realizada uma classificação independente, não-supervisionada utilizando-se o classificador isodata, sobre 5% dos pixels da área, selecionados aleatoriamente. Na cena 231/66 a classificação não-supervisionada foi realizada para a área inteira, pois o número de pixel era muito reduzido, considerando que apenas ¼ da cena foi utilizado e que a proporção de floresta primária era consideravelmente maior do que a área de não –floresta, em todas as datas.

O estimador Kappa (Hudson & Ramm, 1987; Congalton, 1991) foi utilizado, considerando que este estimador é um dos mais adequados para se realizar comparações entre classificações, eliminando a subjetividade que é incluída durante o processo de avaliação (Smits et al, 1999).

Como resultado deste processamento obteve-se 6 mapas nos quais a classe de vegetação secundária foi agrupada por idade, utilizando-se operações entre imagens. A idade foi estimada calculando-se o número de vezes que um pixel era classificado como vegetação secundária, dentro de uma seqüência cronológica.

#### **4.3.4 Álgebra de Mapas.**

Os mapas de desflorestamento e de vegetação secundária foram exportados para um Sistema de Informações Geográficas, o ARC/INFO, e convertidos para mapas vetoriais onde operações de intersecção entre mapas (Burrough e Mcdonnell, 1998) foram realizadas utilizando-se mapas de UOP's, grades de 2,5 X 2,5 km, mapas de faixas de distância, com os mapas de vegetação secundária e desflorestamento.

##### **4.3.4.1 Indicadores de Processos de Mudança do Uso e Cobertura da Terra**

A partir dos resultados dos cruzamentos dos mapas de cobertura da terra foram calculados os indicadores de abandono e de desflorestamento. A Tabela 3.3. apresenta uma lista de indicadores baseados em medidas de área em um determinado ano e, a Tabela 3.4 apresenta os indicadores baseados em medidas de áreas desflorestadas para um período.

TABELA 4.3 - Indicadores de extensão, baseados em medidas de área para um determinado ano.

| Notação   | Indicador   | Definição   |
|-----------|---|---|
| $df_t$    | Fração desflorestada total                                      | Área desflorestada relativa à área de estudo.   |
| $df(\%)$  | Fração desflorestada  | Área desflorestada relativa à área da UOP.  |
| $DFc(\%)$ | Fração desflorestada das células de desflorestamento            | Área desflorestada em uma célula em relação à área total de células que apresentaram desflorestamento |
| $df_c$    | Fração desflorestada na célula                                  | Área desflorestada relativa à área da célula.   |
| $df_p$    | Fração desflorestada na categoria de pequenos produtores rurais | Área desflorestada relativa à área total das UOP's de pequenos produtores rurais.                     |
| $V_{su}$  | Fração de vegetação secundária na UOP                           | Fração de vegetação secundária em relação à área desflorestada de uma UOP.                            |
| $V_{sc}$  | Fração de vegetação secundária na célula                        | Fração de vegetação secundária em relação à área desflorestada em uma célula de 2,5 km X 2,5 km.      |

TABELA 4.4 - Indicadores de velocidade baseados em medidas de área para um determinado período.

| Notação   | Indicador                            | Definição   |
|-----------|--------------------------------------|---|
| $D_a$     | Taxa média anual de desflorestamento | Média anual de área desflorestada calculada sobre períodos de três anos.                                      |
| $D_t(\%)$ | Porcentagem desflorestada total      | Fração de área desflorestada em um período de três anos relativa à área de estudo.                            |
| $D(\%)$   | Porcentagem desflorestada            | Fração de área desflorestada em um período de três anos, relativa à uma UOP.                                  |
| $FFC(\%)$ | Fração de Floresta Cortada           | Área desflorestada em um período de três anos, relativa à área de floresta remanescente no início do período. |

O cálculo da taxa de desflorestamento por período, por lote, foi realizado para os assentamentos que tinham informações sobre o número de lotes. O cálculo do número de lotes foi realizado baseado nos dados tabulares e cartográficos do INCRA. Foram realizadas contagens de lotes sobre as cartas para os assentamentos que contavam com este tipo de dado. Deve-se lembrar que os dados relativos aos lotes da maioria dos assentamentos do INCRA estavam disponíveis, e que a contagem foi necessária na maioria dos casos porque os limites dos assentamentos do INCRA, muitas vezes desatualizados, não eram os mesmos das UOP's.

#### **4.3.4.2 Classificação das UOP's segundo critério de fragmentação proposto pelo Sistema de Classificação da Cobertura da Terra da FAO.**

Nesta etapa, com o objetivo de observar a evolução das UOP's com relação à fragmentação dos remanescentes florestais, foram utilizados os critérios estabelecidos pelo Sistema de Classificação de Cobertura da Terra, Land Cover Classification System, LCCS, (FAO, 2000) para classificação das classes de vegetação em fragmentadas ou contínuas.

As UOP's, contendo coberturas de floresta e campos cultivados/pastagens/vegetação secundária, foram consideradas como unidades mistas e classificadas dentro de uma escala ampla de análise. Considerando os critérios de macropadrões para classes de vegetação, definidos pela LCCS, foram estabelecidas as seguintes classes:

- 1) Classe de floresta densa contínua, quando a cobertura de floresta primária ocupou mais do que 80% da área;
- 2) Classe agrícola contínua, quando coberturas agrícolas (associação de pastagem, cultura e florestas secundárias), ocuparam mais de 80% da área;
- 3) Classe de cobertura mista fragmentada com domínio de floresta, quando a cobertura de floresta ocupou de 20% a 50% da área e;
- 4) Classe de cobertura mista fragmentada com domínio de áreas agrícolas (associação de culturas, pastagens e capoeira), quando a cobertura agrícola ocupou entre 50% a 80% da área.

#### **4.3.4.3 Estabelecimento de Tipologia de uso da terra**

O agrupamento da UOP's para o estabelecer a tipologia foi realizado em quatro fases, como mostra a figura 4.3. Na primeira fase as UOP's foram agrupadas por categoria fundiária, em áreas de pequenos, médios e grandes produtores. Na segunda fase as UOP's foram agrupadas em três categorias: planejadas e delimitadas pelo INCRA; adquiridas por editais de licitação (tipo 7) e; criadas a partir de processos de concentração de terras (tipo8).

Na terceira fase as UOP's relativas às áreas de pequenos produtores rurais, que eram mais numerosas, foram agrupadas de acordo com faixas de idade de estabelecimento dos assentamentos rurais, com mais de 20 anos (tipo 1), de 10 a 20 anos e, com menos de 10 anos. Na última fase, foram considerados a estrutura (configuração espacial) e o tamanho dos lotes. As UOP's que representavam áreas de pequenas propriedades com faixas de idade entre 10 e 20 anos foram agrupadas em dois tipos de configuração espacial, bidirecional preferencial (tipo 2) e, multidirecional desordenada (tipo 3), com reserva em bloco. As UOP's mais recentes foram agrupadas em assentamentos com mais de 30 ha (tipo 4) e assentamentos com menos de 30 ha (tipo 5). As UOP's relativas às áreas de grandes propriedades rurais, nesta fase, foram agrupadas em duas categorias, propriedades agrupadas (tipo 9) e propriedades isoladas (tipo 10).

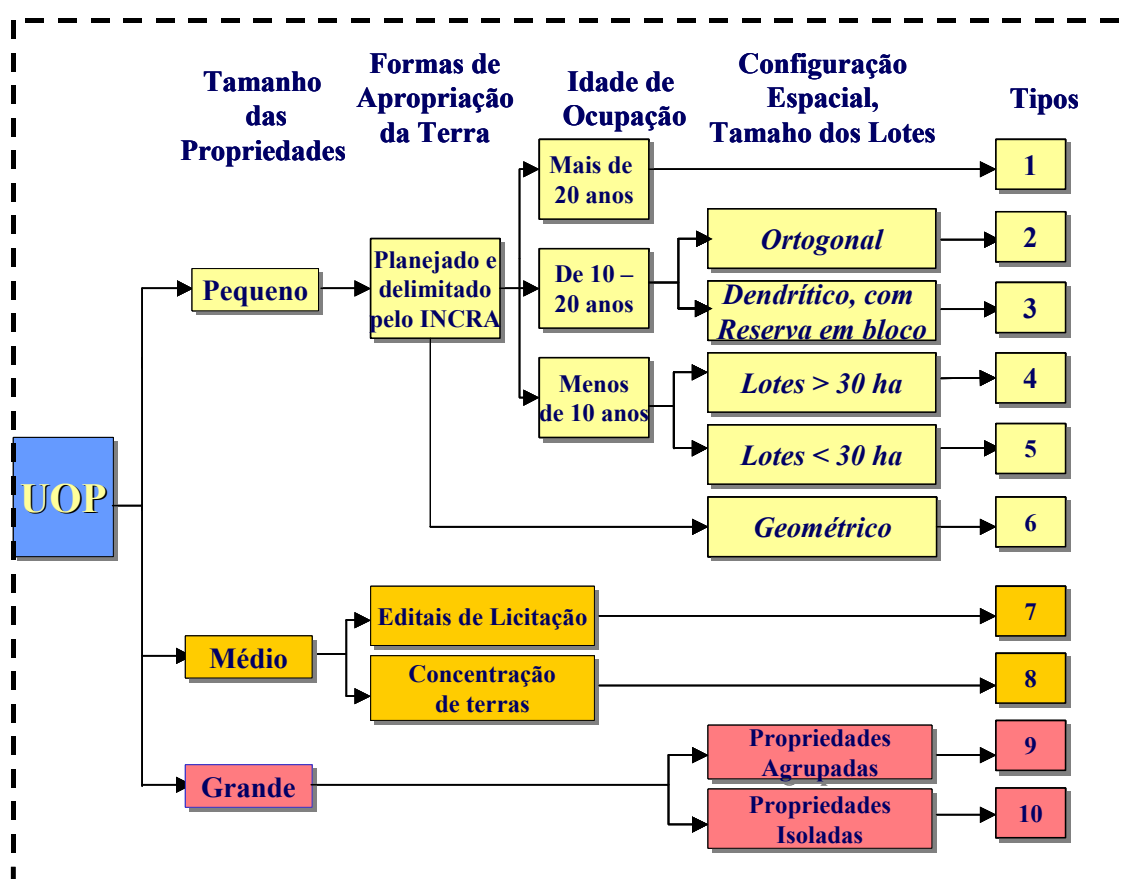


FIGURA 4.16 - Sistema utilizado para a classificação de UOP's em tipos de uso da terra.

## **CAPÍTULO 5**

### **RESULTADOS**

Este Capítulo apresenta os resultados da análise de processos de desflorestamento, de abandono e de alteração fundiária e, baseada nesta análise, propõe uma tipologia de padrões de uso da terra.

Na Seção 5.1 são apresentados os resultados para a área de estudo como um todo, incluindo a classificação de cobertura da terra segundo a FAO (2000), a evolução do desflorestamento e sua concentração nas áreas próximas aos principais sistemas viários da região.

Na Seção 5.2, é apresentado o resultado da delimitação das Unidades de Ocupação (UOP's) e das análises de desflorestamento baseadas nesta estratificação. São apresentadas análises que consideram diferenças nos processos de desflorestamento em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades. Finalmente, o desflorestamento é analisado à luz do código florestal e do Zoneamento Ecológico Econômico de Rondônia, em sua 2ª aproximação, considerando o uso da terra atual.

Na Seção 5.3 é proposta uma tipologia de padrões de uso da terra, onde as UOP's foram agrupadas em 10 tipos, baseadas principalmente na categoria de tamanho dos produtores rurais, idade de estabelecimento dos assentamentos e fazendas e configuração espacial

Na Seção 5.4 são apresentados os resultados da distribuição espacial e da evolução da cobertura de vegetação secundária e sua associação com diferentes processos de desflorestamento. As análises são baseadas nos indicadores de Fração Desflorestada, Porcentagem Desflorestada, Fração de Floresta Cortada, Área Desflorestada por Período, Taxa Média anula de Desflorestamento e Fração de Vegetação Secundária, descritos no Capítulo 4, nas Tabelas 4.3 e 4.4, utilizados para caracterização dos diferentes padrões de uso da terra e da paisagem.

## **5.1 Evolução do desflorestamento na área de estudo**

### **5.1.1 Dados gerais**

A cobertura da terra na área de estudo pode ser classificada como Vegetada, Terrestre, com Áreas Cultivadas e Manejadas, classe A11 e, Vegetada, Terrestre, com Vegetação Natural e Semi-natural, classe A12, segundo o Sistema de Classificação da Cobertura da Terra, Land Cover Classification System, LCCS, estabelecido pela FAO (2000). Na área de estudo, a classe A11 corresponde às áreas de pastagem e de cultivo, enquanto que as áreas de florestas primárias e secundárias, correspondem à classe A12. No período de 1988-2000, as taxas de desflorestamento da região estudo apresentaram evolução similar à do estado como um todo (INPE, 2002), verificando-se os menores valores entre 1988-91, com crescimento em 1991-94 e em 1994-1997, seguido de diminuição em 1997-2000.

### **5.1.2 A Influência dos principais eixos viários na conversão da cobertura florestal**

A Figura 4.2 mostra as três principais estradas da região, a BR-364, que liga Cuiabá a Porto Velho, a RO-464, que liga Machadinho d'Oeste a Jaru e, a RO-275, que liga Ariquemes à Machadinho d'Oeste. A evolução da fração desflorestada em torno das três estradas principais da região é apresentada na Figura 4.3.

Em 1985, a importância da BR-364 era grande, concentrando em 17% da área, cerca de 53% do desflorestamento na faixa de 25 km. Aumentando-se a distância para 50 km, a fração de desflorestamento atinge 85%, correspondendo a 40% da área total, mostrando a importância desta região na década de 80, em relação ao desflorestamento, associado à colonização pioneira.

Os resultados apresentados são consistentes com as observações realizadas por Pedlowski e Dale (1992) no início da década de 90, de que as propriedades que tinham um histórico de ocupação mais antigo no PIC Ouro Preto, eram as que se localizavam nas proximidades das estradas principais. Alves et al. (1999), a partir de análises de mapas de desflorestamento obtidos com os dados do sensor MSS/Landsat relativos ao ano de 1977, também observaram uma forte concentração do desflorestamento em

municípios que se localizavam em torno do eixo da BR-364. Os autores ainda analisaram o desflorestamento das áreas incluídas em faixas de distância de 12,5 km das principais rodovias da cena 231/67 do TM/Landsat, para o período entre 1985 e 1995, mostrando que mais de 79% do desflorestamento concentrava-se nestas áreas e que cerca de 35% da floresta haviam sido eliminados.

Com o aparecimento de novas frentes de desflorestamento e o esgotamento dos recursos florestais nas proximidades da BR-364, houve uma redução progressiva da fração desflorestada nas proximidades desta estrada, acompanhada da expansão para outras áreas. Como resultado, a contribuição desta área se reduziu a 28% do desflorestamento total em 2000.

A fração desflorestada nas faixas ao redor dos outros dois eixos, da RO-464 e da RO-257, aumentou ao longo do período de análise, porém o eixo da RO-464 é mais importante, tanto pela magnitude do desflorestamento, que aumentou de 13% para 24%, entre 1985 e 2000, quanto pela sua área de abrangência correspondendo a 1/4 da área de estudo. Alves et al. (1999) apontaram a existência de processos de expansão do desflorestamento para regiões mais distantes da BR-364, em direção aos municípios de Machadinho d'Oeste e Rio Crespo, estimando um aumento da fração desflorestada de 14% para 21%, entre 1985 e 1995, em faixas de até 12,5 km dessas rodovias.

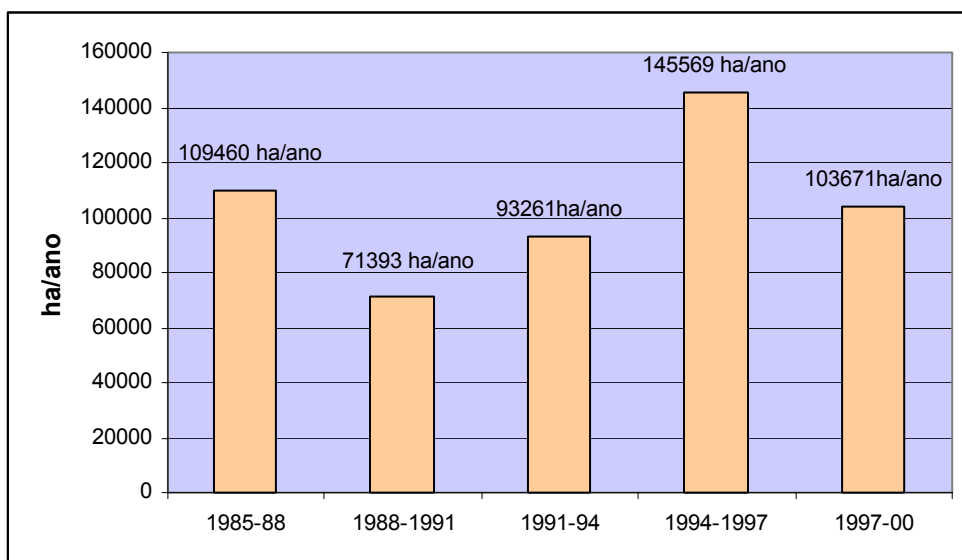


FIGURA 5.1 - Taxas médias anuais de desflorestamento, na área de estudo, entre 1985 e 2000.

A área de estudo sofreu um intenso processo de alteração da cobertura florestal no período de análise. Em 1985, cerca de 14% da área de floresta primária havia sido desflorestada enquanto que em 2000, a área desflorestada atingiu 48% da área total, com um remanescente florestal correspondendo a 52% da cobertura original. A figura 4.1 apresenta a média anual de desflorestamento para períodos de 3 anos entre 1985 e 2000. O período de maior aumento foi entre 1994 e 1997, de cerca de 30% em relação ao período anterior, correspondendo a uma taxa de desflorestamento de mais de 145.000 ha.

No período de 1988-2000, as taxas de desflorestamento da região estudo apresentaram evolução similar à do estado como um todo (INPE, 2002), verificando-se os menores valores entre 1988-91, com crescimento em 1991-94 e em 1994-1997, seguido de diminuição em 1997-2000.

### 5.1.3 A Influência dos principais eixos viários na conversão da cobertura florestal

A Figura 4.2 mostra as três principais estradas da região, a BR-364, que liga Cuiabá a Porto Velho, a RO-464, que liga Machadinho d'Oeste a Jaru e, a RO-275, que liga Ariquemes à Machadinho d'Oeste. A evolução da fração desflorestada em torno das três

estradas principais da região é apresentada na Figura 4.3, mostrando o efeito de difusão do desflorestamento.

Em 1985, a importância da BR-364 era grande, concentrando em 17% da área cerca de 53% do desflorestamento na faixa de 25 km. Aumentando-se a distância para 50 km, a fração de desflorestamento atinge 85%, correspondendo a 40% da área total, mostrando a importância desta região na década de 80, em relação ao desflorestamento, associado à colonização pioneira.

Os resultados apresentados são consistentes com as observações realizadas por Pedlowski e Dale (1992) no início da década de 90, de que as propriedades que tinham um histórico de ocupação mais antigo no PIC Ouro Preto eram as que se localizavam nas proximidades das estradas principais. Alves et al. (1999), a partir de análises de mapas de desflorestamento obtidos com os dados do sensor MSS/Landsat para vários anos, também observaram uma forte concentração do desflorestamento em municípios que se localizavam em torno do eixo da BR-364. Os autores ainda analisaram o desflorestamento das áreas incluídas em faixas de distância de 12,5 km das principais rodovias da cena 231/67 do TM/Landsat, para o período entre 1985 e 1995, mostrando que mais de 79% do desflorestamento concentrava-se nestas áreas e que cerca de 35% da floresta haviam sido eliminados.

Com o aparecimento de novas frentes de desflorestamento e o esgotamento dos recursos florestais nas proximidades da BR-364, houve uma redução progressiva da fração desflorestada nas proximidades desta estrada, acompanhada da expansão para outras áreas. Como resultado, a contribuição desta área reduziu-se a 28% do desflorestamento total em 2000.

A fração desflorestada nas faixas ao redor dos outros dois eixos, da RO-464 e da RO-257, aumentou ao longo do período de análise, porém o eixo da RO-464 é mais importante, tanto pela magnitude do desflorestamento, que aumentou de 13% para 24%, entre 1985 e 2000, quanto pela sua área de abrangência correspondendo a 1/4 da área de estudo. Alves et al. (1999) apontaram a existência de processos de expansão do desflorestamento para regiões mais distantes da BR-364, em direção aos municípios de

Machadinho d'Oeste e Rio Crespo, estimando um aumento da fração desflorestada de 14% para 21%, entre 1985 e 1995, em faixas de até 12,5 km dessas rodovias.

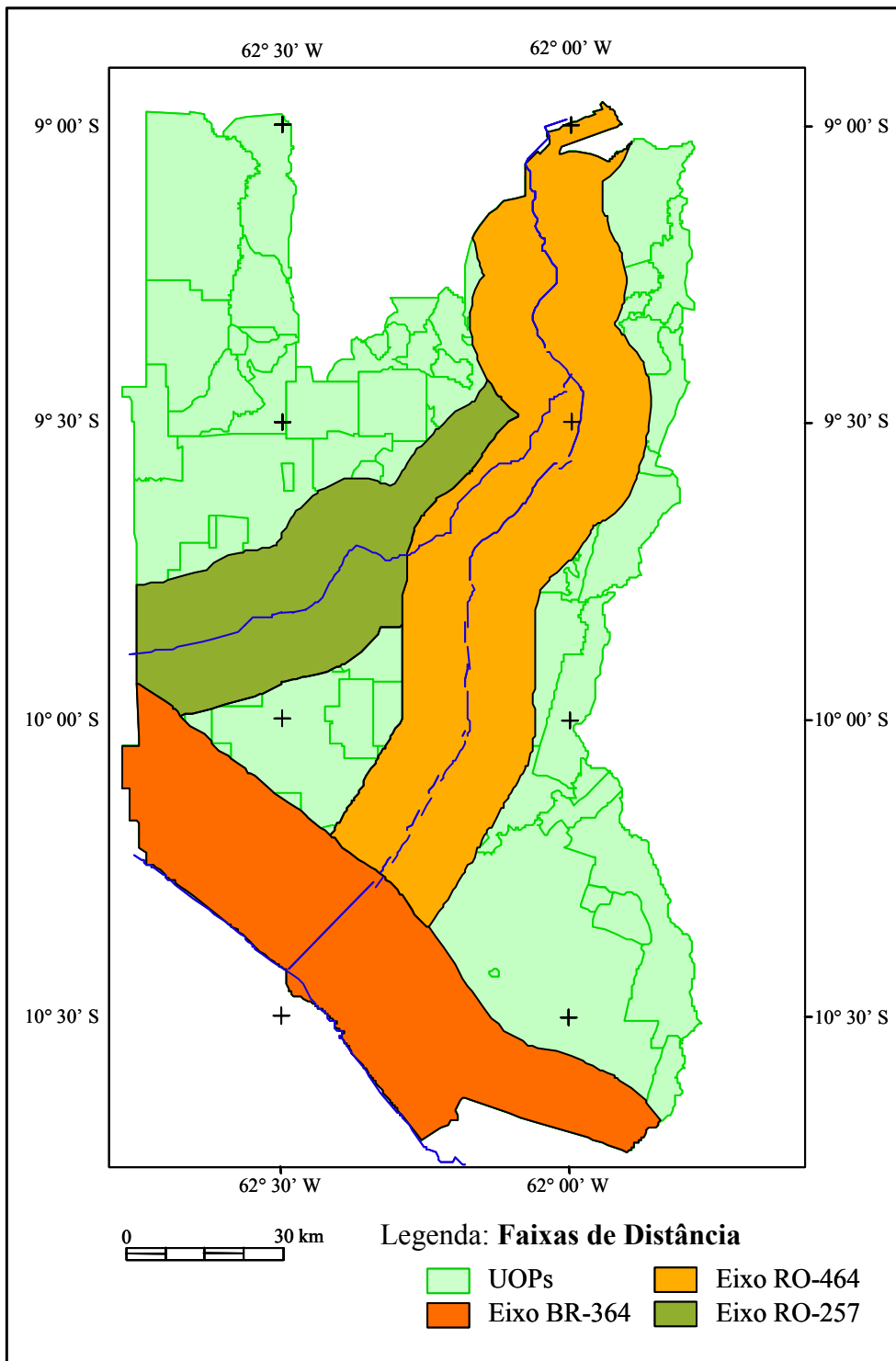


FIGURA 5.2 - Localização das três principais estradas da região e zonas com largura de 25 km (BR-364), e 12,5 km de cada lado (RO-275 e RO-464).

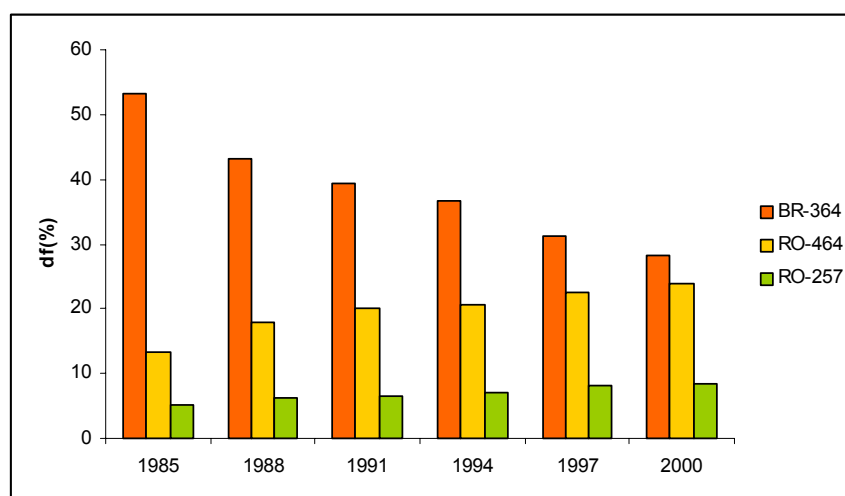


FIGURA 5.3 - Variação da fração desflorestada, df (%), nas proximidades das estradas entre 1985 e 2000

## 5.2 Evolução do desflorestamento nas Unidades de Ocupação

Nesta Seção são apresentados os resultados das análises dos indicadores de desflorestamento em relação as UOP's. A Seção 5.2.1 mostra o resultado da partição do espaço a partir do qual, foram geradas 76 unidades de análise. Na Seção 5.2.2 são apresentados os resultados das classificações das UOP's segundo o LCCS (FAO, 2000) e a sua evolução no tempo, mostrando que grande parte delas converteram-se de florestas contínuas para áreas mistas fragmentadas com predomínio de coberturas agrícolas. Na Seção 5.2.3 são desenvolvidas análises do desflorestamento, segundo áreas de pequenas, médias e grandes estabelecimentos rurais. A Seção 5.2.4 trata dos processos de alteração da estrutura fundiária na região, apresentando resultados que se basearam na análise das áreas desflorestadas indicando possíveis áreas de concentração de terras. A compatibilidade entre o Zoneamento Ecológico Econômico, o código florestal e a cobertura atual da terra é discutida baseando-se na análise do indicador de fração desflorestada apresentado na Seção 5.2.5.

### 5.2.1 Resultados da delimitação das UOP's

Como resultado, da delimitação das UOP's, foram definidas 54 unidades, correspondendo a diversos tipos de assentamentos rurais e áreas de fazendas, 06 áreas corresponderam aos núcleos urbanos e 16 corresponderam às reservas florestais em

bloco dos projetos de assentamento do INCRA. As áreas urbanas corresponderam às sedes dos municípios de Jaru, Vale do Paraíso, Theobroma, Vale do Anari, Machadinho d'Oeste, Cujubim. O mapa das UOP's, é apresentado na Figura 5.4, sobreposto ao mosaico das imagens TM/Landsat de 15 de julho de 2000, referente à cena 231/67, e de 13 de junho de 2000, referente à cena 231/66, composição colorida 5, 4, 3.

A Tabela 5.1 agrupa as UOP's de acordo com as 4 principais características. O grande número de UOP's reflete a diversidade de assentamentos existentes e a complexidade da área de estudo, mostrando a necessidade de segmentar o espaço para diferenciar processos de uso da terra.

Considerando-se os padrões propostos por Lambin (1994) e Geist e Lambin (2001), os padrões encontrados na área de estudo foram os geométricos, espinha-de-peixe e corredores, não sendo identificadas UOP's com padrões de ilhas ou padrões difusos. Entretanto, a diversidade de padrões na região é grande, e outros padrões ligados às atividades agropecuárias desenvolvidas na região podem ser acrescentados ao rol de padrões descritos pelos autores.

Para a categoria de assentamentos planejados, podemos encontrar pelo menos 4 padrões espaciais diferentes, apresentados na Tabela 5.1, sendo eles ortogonais ou espinha-de-peixe, dendríticos, radiais, alongados ou corredores (alongados); para os grandes e médios produtores rurais o padrão geométrico é o mais comum, entretanto, a dimensão das parcelas desflorestadas varia, sendo maior nas áreas de grandes fazendas.

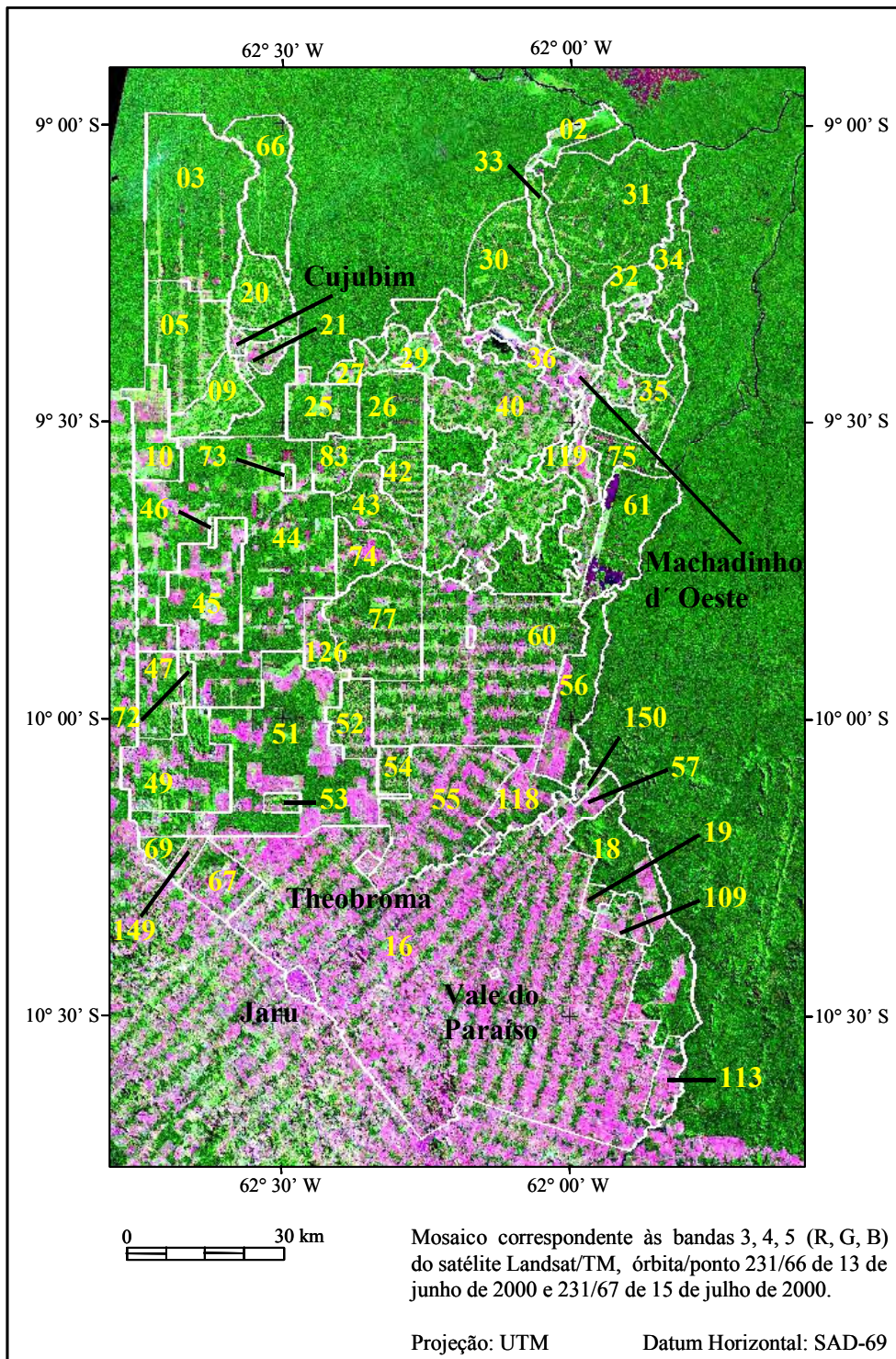


FIGURA 5.4 - Mapa contendo 54 UOP's, 16 áreas de reserva florestal e sedes de 6 municípios.

TABELA 5.1 - Síntese das principais características das UOP's mapeadas.

| UOP                    | Propriedade rural | Relevo             | Idade de Estabelecimento | Configuração Espacial                               |
|------------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|---|
| 2                      | grande            | suave              | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 9                      | pequeno           | suave              | 10 - 15 anos             | Multidirecional desordenado<br>Acompanha drenagem   |
| 10                     | grande            | suave              | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 16                     | pequeno           | Predominante suave | maior 22 anos            | Bidirecional preferencial                           |
| 18                     | grande            | Predominante suave | 10 - 15 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 19                     | pequeno           | Predominante suave | menor 5 anos             | Multidirecional ordenado                            |
| 20                     | pequeno           | predominante suave | 10 - 15 anos             | Multidirecional desordenado<br>Acompanha drenagem   |
| 27                     | pequeno           | suave              | 10 - 15 anos             | Unidirecional                                       |
| 30                     | pequeno           | Predominante suave | menor 5 anos             | Multidirecional desordenado<br>Acompanha drenagem   |
| 33                     | pequeno           | suave              | 5 - 10 anos              | Unidirecional                                       |
| 35                     | pequeno           | Predominante suave | 15 - 22 anos             | Multidirecional desordenado                         |
| 36                     | médio             | suave              | 15 - 22 anos             | Unidirecional                                       |
| 40                     | pequeno           | Predominante suave | 15 - 22 anos             | Multidirecional desordenado<br>Acompanha drenagem   |
| 43                     | pequeno           | suave              | 5 - 10 anos              | Multidirecional desordenado<br>Acompanha drenagem   |
| 45                     | grande            | suave              | maior 22 anos            | Bidirecional preferencial                           |
| 49                     | médio             | acidentado         | maior 22 anos            | Bidirecional preferencial                           |
| 51                     | grande            | suave              | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 55                     | pequeno           | suave              | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 56                     | grande            | Predominante suave | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 57                     | médio             | Predominante suave | 10 - 15 anos             | Multidirecional desordenado<br>Acompanha a drenagem |
| 60                     | pequeno           | Predominante suave | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 72                     | pequeno           | suave              | 15 - 22 anos             | Unidirecional                                       |
| 75                     | pequeno           | Predominante suave | menor 5 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 119                    | médio             | suave              | 15 - 22 anos             | Unidirecional                                       |
| 149                    | pequeno           | suave              | maior 22 anos            | Bidirecional preferencial                           |
| 150                    | pequeno           | suave              | 10 - 15 anos             | Multidirecional desordenado                         |
| 25, 32, 109, 113 e 118 | médio             | suave              | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 26,42 e 53             | pequeno           | suave              | 5 - 10 anos              | Bidirecional preferencial                           |
| 29 e 126               | médio             | suave              | 10 - 15 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 3 e 51                 | pequeno           | suave              | menor 5 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 34,52 e 61             | pequeno           | suave              | menor 5 anos             | Multidirecional ordenado<br>Acompanha a drenagem    |
| 44, 47 e 67            | médio             | Predominante suave | 15 - 22 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 46 e 73                | pequeno           | suave              | 15 - 22 anos             | Multidirecional desordenado                         |
| 5,66,77 e 83           | pequeno           | suave              | 10 - 15 anos             | Bidirecional preferencial                           |
| 54 e 69                | pequeno           | suave              | menor 5 anos             | Multidirecional ordenado                            |
| 74 e 21                | médio             | suave              | 5 - 10 anos              | Unidirecional                                       |

### **5.2.2 Classificação das UOP's Segundo Macropadrões**

Com o objetivo de analisar a evolução das UOP's, em uma escala ampla, as UOP's foram classificadas, considerando-as como unidades mistas, compostas por cobertura de floresta primária e cobertura cultivada, sendo que a última agregou áreas agrícolas, pastagens e vegetação secundária. Quatro classes foram estabelecidas, de acordo com os critérios de fragmentação florestal proposto pela FAO (2000): 1) Floresta contínua; 2) Cobertura mista com domínio de floresta; 3) Cobertura mista com domínio de áreas agrícolas; 4) Cobertura agrícola contínua.

O gráfico da Figura 4.5 mostra a proporção de área classificada nas 4 classes de cobertura da terra, definidas pelo LCCS, nas diferentes datas, mostrando a transformação da área de estudo, que em 1985, era dominada por grandes blocos de floresta contínua, e que em 2000 se reduziram, passando a ocupar menos de 20% da área total. À partir de então, passaram a predominar na região, as coberturas agrícolas mistas. Neste mesmo ano, devido à intensificação do desflorestamento, algumas áreas fragmentadas com domínio de coberturas agrícolas, passaram para a classe de cobertura agrícola contínua, ocupando mais de 20% da região. Esta classe é composta por áreas com menos de 20% de cobertura de floresta primária densa.

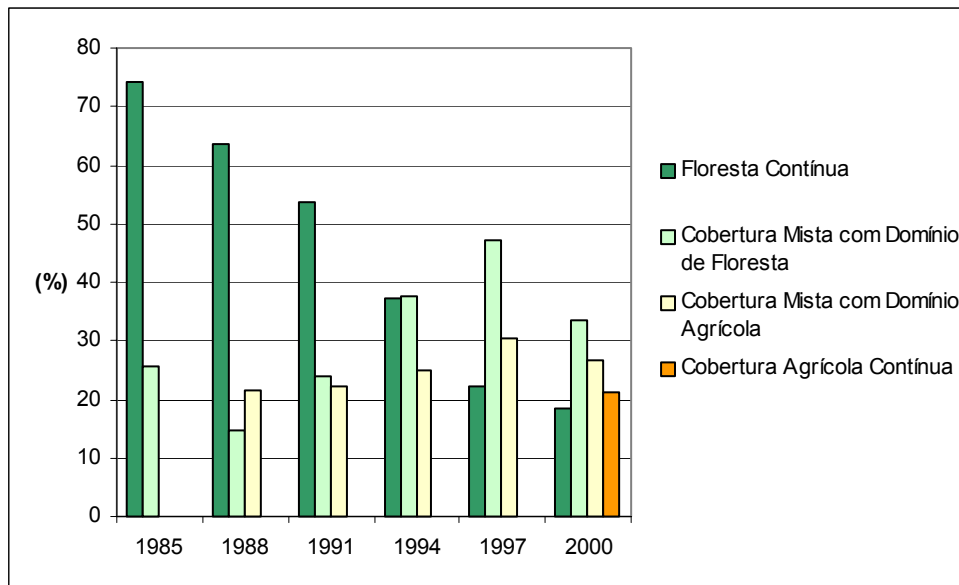


FIGURA 5.5 - Evolução das 4 classes de cobertura da terra na área de estudo.

Esta transformação da cobertura da terra indica um intenso processo de desflorestamento devido à introdução de atividades ligadas à agricultura, como será visto mais adiante nesta Seção.

Considerando a cobertura da terra relativa as UOP's, de acordo os critérios utilizados (FAO, 2000), as áreas com cobertura de floresta contínua decresceram durante o período de estudo, passando de 74% em 1985, para cerca de 54% em 1991 e 19% em 2000, concentrando-se na última data, na porção norte da região, de acordo com a figura 4.5, em assentamentos recentes e nas reservas em bloco dos assentamentos do INCRA.

Em 1985, 26% da área era composta por UOP's classificadas como cobertura mista fragmentada com domínio de floresta. Em 1997, 78% da área era composta de UOP's classificadas como sendo de coberturas mistas fragmentadas, sendo 30% dominadas por áreas agrícolas e 48% por floresta. Em 2000, as áreas mais antigas que correspondem aos assentamentos do PIC Ouro Preto e Pe. Adolpho Rohl, apresentaram menos do que 20% de remanescentes florestais, passando para a categoria de cobertura agrícola contínua.

Nesta região, que corresponde aos Municípios de Jaru, Ouro Preto d'Oeste e Vale do Paraíso, de acordo com os dados do censo agrícola de 1996 (IBGE, 1996), predominavam pastagens, ocupando de 92% a 94% das terras produtivas em 1996, para criação de gado e produção de leite. O município de Ouro Preto d'Oeste é o maior produtor de leite do estado, tendo contribuído com cerca de 18% da produção total de leite em Rondônia em 1996, seguido pelo município de Jaru, que contribuiu com cerca de 10%. Os municípios de Vale do Paraíso e Ouro Preto d'Oeste e Jaru, de acordo com o censo agropecuário de 1996, tinham entre 1,5 e 1,6 cabeças por hectare de pastagem, sendo comum nesta região densidades mais baixas, de cerca de 1,0 cabeça por hectare, que é o caso do município de Machadinho d'Oeste. As culturas agrícolas têm importância secundária, ocupando uma área equivalente de 6% a 8% das terras produtivas.

Em 2000, observa-se a expansão das coberturas mistas fragmentadas com domínio de coberturas agrícolas (pasto, capoeira e culturas) em direção ao norte da área de estudo, às margens da RO-464. Esta região é composta por assentamentos que se caracterizam pelo desenvolvimento de atividades agrícolas, e em menor proporção, criação de gado para produção de leite (IBGE, 1996), havendo relatos também de atividades extrativistas (Miranda e Dorado, 1996). Os dados do IBGE para 1996, apontam para a pecuarização no Município, onde 82% das áreas produtivas eram cobertas por pastagens e 18% por lavouras permanentes e anuais. Apesar da alta proporção de pastagens a densidade de cabeças por hectare ainda era baixa, como já mencionado, com uma produção de leite pouco importante.

Baseado nos dados do censo agropecuário relativo aos municípios (IBGE, 1996), pode-se fazer a distinção de pelo menos dois padrões de uso da terra em duas regiões, na região pioneira onde a pecuária predomina, com uma densidade maior de cabeça por hectare, e produção de leite relevante, na região de ocupação mais recente, no entorno de Machadinho d'Oeste, onde a produção agrícola ainda é importante, porém apresenta tendência de pecuarização que se revela pela alta proporção de pastagens existentes, ainda com uma densidade de cabeças por hectare, baixa.



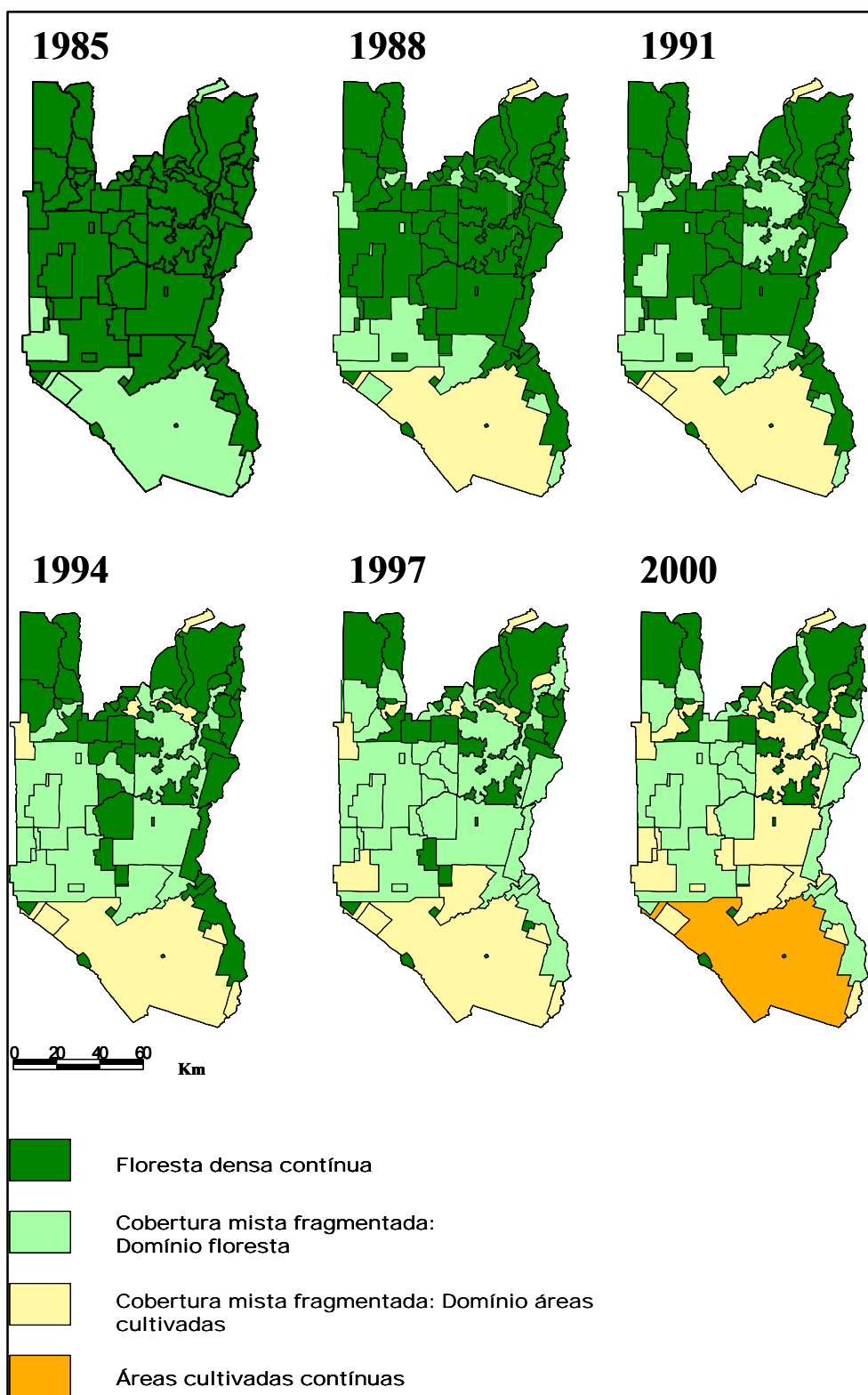


FIGURA 5.6 - Evolu o e distribui o espacial da cobertura vegetal na  rea de estudo, baseado na classifica o das 76 UOP's.

### 5.2.3 Principais Processos de Uso da Terra: Desflorestamento e Alteração Fundiária

Nesta seção são apresentados os resultados das análises de indicadores de desflorestamento para padrões de uso da terra associados aos três principais tipos de produtores rurais, pequenos, médios e grandes. As análises foram realizadas agrupando-se as UOP's por categorias de tamanho dos produtores rurais.

A participação dos diferentes tipos de produtores rurais no desflorestamento total da região, foi proporcional à área ocupada por cada uma dessas categorias, na maioria dos períodos. Para os pequenos, a contribuição variou de 70% à 75%, incluindo-se no cálculo as reservas florestais em bloco que pertencem a esta categoria, para os médios variou de 15% à 18%, e para os grandes produtores de 9% a 12%, como pode ser visto na tabela 4.2. A área total ocupada por cada uma dessas categorias de pequenos, médios e grandes produtores rurais foi de 68%, 18% e 13%, respectivamente.

TABELA 5.2 - Área desflorestada e fração desflorestada segundo categorias de produtores rurais, área urbana e reservas florestais.

| Categoria\<br>df <sub>t</sub> | (10 <sup>3</sup> ha) | df,85 | (10 <sup>3</sup> ha) | df,88 | (10 <sup>3</sup> ha) | df,91 | (10 <sup>3</sup> ha) | df,94 | (10 <sup>3</sup> ha) | df,97 | (10 <sup>3</sup> ha) | df,00 |
|-------------------------------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
|                               |                      | (%)   |                      | (%)   |                      | (%)   |                      | (%)   |                      | (%)   |                      | (%)   |
| Pequenos                      | 153,4                | 73,4  | 227,5                | 71,3  | 278,1                | 71,2  | 748,0                | 69,9  | 432,9                | 69    | 508,9                | 69,4  |
| Médios                        | 31,5                 | 15,0  | 52,0                 | 16,3  | 65,04                | 15,7  | 84,72                | 17,5  | 112,9                | 17,9  | 132,0                | 18,0  |
| Grandes                       | 19,8                 | 9,4   | 32,8                 | 10,3  | 39,9                 | 10,2  | 53,0                 | 11,9  | 74,6                 | 11,9  | 82,8                 | 11,3  |
| Urbana                        | 0,1                  | 0,1   | 0,3                  | 0,1   | 0,4                  | 0,1   | 0,5                  | 0,1   | 0,8                  | 0,1   | 1,1                  | 0,2   |
| R. Florestal                  | 4,4                  | 2,1   | 6,5                  | 2,0   | 7,1                  | 1,8   | 7,5                  | 1,5   | 8,0                  | 1,3   | 8,2                  | 1,1   |

Embora em 1985 a contribuição dos pequenos produtores tenha sido maior, de cerca de 75%, essa diferença diminuiu ao longo dos anos mostrando que em 2000, o desflorestamento na área de estudo foi proporcional à área ocupada pelas diferentes categorias de produtores rurais.

Supondo que a fração desflorestada seja uma variável aleatória, foi realizado teste de Kolmogorov-Smirnov para as 76 unidades mapeadas comparando, as distribuições de frequência acumulada da fração desflorestada entre os anos de 1985 e 2000, considerando as diferentes categorias de produtores rurais. A hipótese nula é de que não há diferenças na fração desflorestada entre os anos de 1985 e 2000. O objetivo do teste foi verificar se houve diferenças entre as contribuições das categorias no período.

Os resultados são apresentados na Tabela 5.3, dando indicações de que as curvas de distribuição acumulada da fração desflorestada para os anos de 1985 e 2000, são similares aos níveis de significância de 0,05 e 0,01.

Como a maior distância observada entre as distribuições foi menor do que a distância calculada à partir da tabela de valores críticos de D (Siegel, 1975), a hipótese de concordância entre os dados foi aceita, mostrando que não há diferenças significativas na contribuição de pequenos, médios e grandes produtores rurais nas datas em que a fração desflorestada foi analisada e, portanto, nas outras datas, cuja diferença é menor.

Entretanto, é preciso salientar que os resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov servem apenas como indicação, pois o número de intervalos utilizados para a construção da curva de distribuição de frequência acumulada foi baixo, 4 no total, o que reduz a eficiência do teste.

TABELA 5.3 - Teste de Kolmogorov-Smirnov, variações da fração desflorestada entre 1985 e 2000

| Variáveis     | $D_0$  | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,01$ | Número de Amostras |
|---------------|--------|-----------------|-----------------|--------------------|
| dft85 e dft00 | 0,0498 | 0,2206          | 0,2644          | $n_1 = n_2 = 76$   |

Utilizando o indicador de porcentagem desflorestada  $D_t(\%)$ , que expressa a área desflorestada por períodos de 3 anos em cada categoria de tamanho de produtores rurais, relativa à área de estudo, pode-se observar a dinâmica do desflorestamento nos diferentes tipos de uso da terra, que variou durante os períodos de análise. A tabela abaixo mostra a evolução deste indicador, com uma flutuação em torno de 69%, para pequenos produtores rurais, 19% para médios e, entre 10% e 12% para os grandes. A

maior variação encontrada foi em relação aos grandes produtores, cuja contribuição decresceu no período de 1994-1997 para o período 1997-2000, de mais de 50%.

TABELA 5.4 - Contribuição das diferentes categorias de propriedades rurais para áreas desflorestadas e porcentagem de desflorestamento total nos períodos.

| Propriedades\D% | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 8588 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 8891 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 9194 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 9497 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 9700 |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|                 |                      | (%)                 |                      | (%)                 |                      | (%)                 |                      | (%)                 |                      | (%)                 |
| Pequenos        | 73,7                 | 68,7                | 50,6                 | 71,5                | 60,1                 | 64,7                | 95,3                 | 65,7                | 76,2                 | 73,7                |
| Médios          | 20,5                 | 19,2                | 13,0                 | 18,4                | 19,7                 | 21,2                | 28,2                 | 19,4                | 19,1                 | 18,4                |
| Grandes         | 13,0                 | 12,1                | 7,2                  | 10,1                | 13,1                 | 14,1                | 21,6                 | 14,9                | 8,2                  | 7,9                 |

A partir dos resultados apresentados na Tabela 4.4 e 4.2 observa-se que, na área de estudo, diferentemente dos resultados apresentados por Fearnside (1993) para a Amazônia Legal, a contribuição maior para o desflorestamento é dos pequenos proprietários, uma vez que a proporção de área ocupada por eles também é maior. Esta característica advém do fato de Rondônia ser um estado que se caracteriza pela ocupação de pequenos produtores rurais que migraram para a região nas décadas de 70 e 80 (Coy, 1987; Perz, 2002).

Walker et al (2000), no Sudeste do Pará nos Municípios de Santana do Araguaia, Tucumã e Ourilândia e, na Transamazônica, nos municípios de Altamira e Uruará, calcularam a contribuição dos pequenos e grandes produtores rurais no desflorestamento em datas diferenciadas, chegando em proporções diferentes em cada uma das 5 regiões estudadas. Em Santana do Araguaia, a contribuição dos grande proprietários foi de 100%, em Tucumã e Ourilândia do Norte de 12%, na Transamazônica em Altamira, de 8% e em Uruará 24%. O autor considera que essas proporções se alteram de acordo com o histórico da região, desenvolvimento, intervenção e estágio da fronteira agrícola, entre outros fatores. Daí a importância de se realizar estudos temporais considerando também a proporção de área ocupada por cada categoria de tamanho de produtor rural.

Soares Filho (1998; 2001) observou no estado do Mato Grosso que, embora os pequenos produtores desmatavam anualmente menos do que os grandes, no final do processo desmatavam inteiramente seus lotes. Esta afirmação também é feita por

Fearnside (1993) estando em concordância com os resultados obtidos neste trabalho, se compararmos os assentamentos de pequenos produtores em Ouro Preto d'Oeste, com os de médios e grande produtores rurais, os dois últimos localizados no Burareiro e proximidades. Os três tipos de assentamentos rurais têm idades próximas, variando entre 20 – 30 anos; entretanto o assentamento de pequenos produtores conta com fração desflorestada de mais de 83% em 2000, enquanto os dois últimos variam em torno de 35 a 55 %.

A área analisada apresenta uma grande heterogeneidade espaço-temporal, principalmente nos assentamentos de pequenos produtores rurais, apresentando diferenças importantes nos tamanhos de lotes, configurações espaciais, tipos de reserva legal, localização e principalmente estágios de implantação, fatores que influenciam na magnitude e velocidade do desflorestamento. O recorte feito no tempo e no espaço, incluindo ou não alguns tipos e idades de estabelecimento dos assentamentos rurais, pode influenciar na análise do desflorestamento. Em áreas onde a grande maioria das UOP's foi estabelecida há mais tempo, a participação no desflorestamento tende a ser maior, a menos que fatores locais estejam atuando contrariamente.

#### **5.2.4 Processo de Ocupação e Apropriação de Terras**

Durante a visita à área de estudo, detectaram-se em 1999 e 2001, três processos de alteração fundiária: concentração de terras, fragmentação de parcelas e transferência de posse das propriedades. Estes três processos foram observados por Coy (1987) e Pedlowski e Dale (1992) em alguns lotes do PIC Ouro Preto.

Dos três processos observados, buscou-se detectar indícios de concentração de terras analisando-se a série temporal de dados de sensoriamento remoto. No P.A Vale do Anari e Jatuarana, que são assentamentos vizinhos e com lotes de tamanho médio de 50 há (INCRA, 1996), foram identificadas pequenas fazendas, através de visitas e entrevistas com proprietários e um funcionário do INCRA, onde se utilizaram imagens impressas em papel e GPS, para a localização das mesmas.

Pode-se concluir que, é possível detectar indícios de concentração em imagens de satélite, que se apresentam como grandes parcelas desflorestadas, com formas geométricas bem definidas, inseridas entre pequenos talhões irregulares de desflorestamento, em particular, nos assentamentos do Vale do Anari e Jatuarana. Em outras áreas, principalmente as dos assentamentos mais antigos, como o PIC Ouro Preto, grande parte das parcelas desflorestadas são contíguas e fundiram-se umas nas outras, formando manchas contínuas, não permitindo a visualização de tais processos, sendo necessária a análise das manchas de desflorestamento, em diferentes períodos de tempo.

A análise das manchas de desflorestamento foi realizada para o PA Vale do Anari e Jatuarana. Utilizaram-se os mapas de desflorestamento para o período de 1985 - 2000, com intervalos de três anos. A identificação das áreas de concentração de lotes foi realizada selecionando-se polígonos desmatados maiores do que o tamanho médio dos lotes, ou seja, maiores do que 50 ha. Polígonos referentes ao período de estabelecimento do assentamento e aqueles que apresentaram formato estreito e alongado foram eliminados da análise, por se tratarem de polígonos que representavam ramais recém-abertos ou a abertura das frentes de vários lotes vizinhos.

Dois tipos de polígonos resultaram desta seleção: aqueles que representaram as áreas desflorestadas decorrentes dos processos de concentração fundiária, validados com os dados de campo e; os polígonos das quais não se tinha informações de campo, representando possíveis localizações de processos de agregação fundiária.

A Figura 5.7 mostra as manchas selecionadas, tendo como fundo a imagem do sensor TM\Landsat, RGB 543, referente ao ano 2.000.

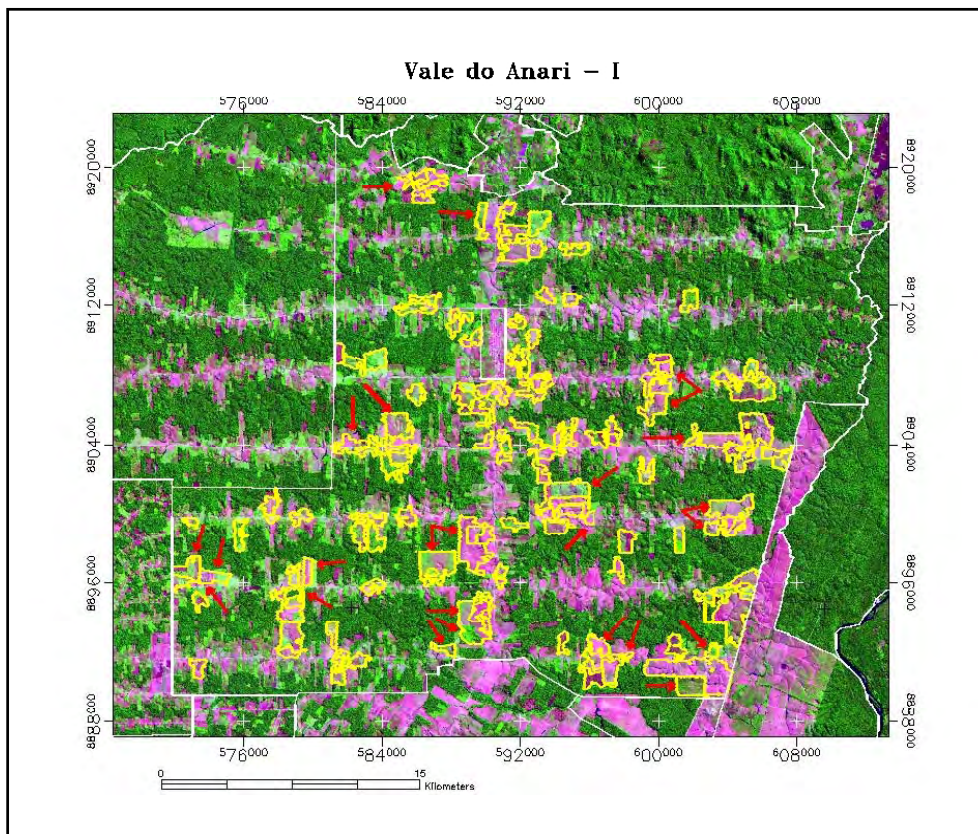


FIGURA 5.7 - Processo de concentração de terras no PA Vale do Anari. As setas vermelhas indicam as agregações identificadas utilizando dados de área desflorestada e visitas à região. As outras áreas representam possíveis agregações.

As agregações identificadas em campo foram detectadas em sua totalidade, através da análise das áreas desflorestadas. As manchas que não foram validadas com informações de campo são possíveis agregações que precisam ser verificadas em uma nova visita ao assentamento.

Este resultado, além de contribuir para melhorar na caracterização dos sistemas agrários e dos processos de alteração fundiária, pode ser utilizado como instrumento para fiscalização e monitoramento dos assentamentos rurais, auxiliando na definição de políticas públicas locais. Deve-se lembrar, entretanto, que os resultados desta análise devem ser sempre validados em campo e devem ser utilizados associados aos dados sobre a malha fundiária.

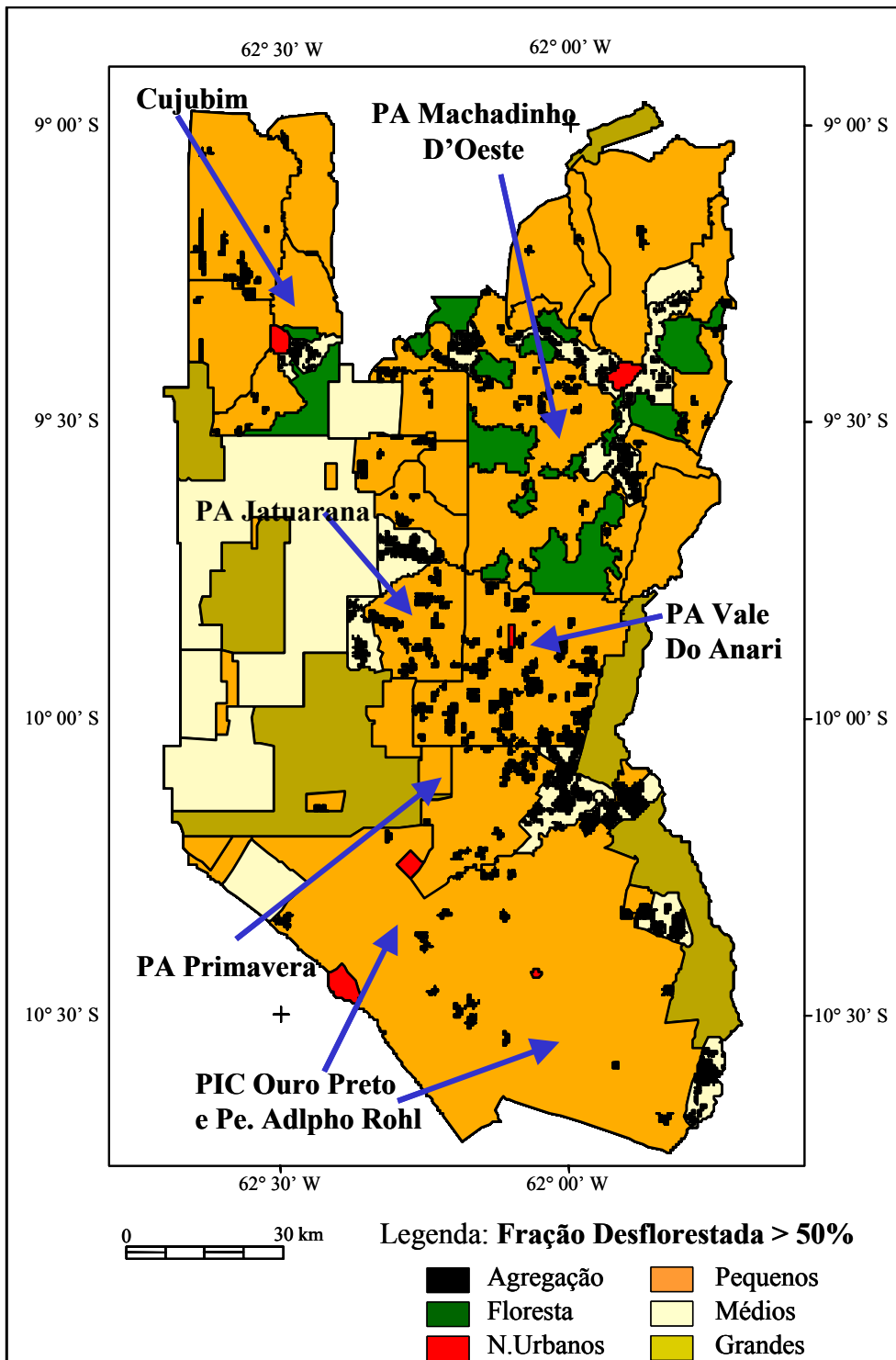


FIGURA 5.8 - Indicação de processos de concentração fundiária em áreas de grandes e médios produtores rurais. As setas indicam a localização dos projetos de assentamento.

A análise foi ampliada para as outras Unidades de Ocupação, obtendo-se o mapa da Figura 5.8, onde os polígonos pretos representam as agregações observadas em campo e possíveis áreas de agregação de lotes.

Para a confecção deste mapa foram selecionados os polígonos de desflorestamento que excederam o tamanho médio dos lotes dos assentamentos considerados, variando entre 50 e 100 ha, conforme procedimento descrito anteriormente. Esta análise foi realizada individualmente, para cada UOP, considerando-se o tamanho médio dos lotes e o ano de estabelecimento de cada assentamento. Os polígonos selecionados foram agrupados e copiados em um novo plano de informação. As UOP's que não contêm indicação de agregação, correspondem aos assentamentos mais recentes, cuja análise não pôde ser realizada, pois as manchas de desflorestamento do primeiro período, que correspondem à fase da implantação do assentamento, foram descartadas. Das UOP's analisadas, apenas uma não apresentou processo de concentração de terras, um assentamento ao norte da sede do município de Cujubim.

Os polígonos pretos, inseridos nas áreas mais claras, de médias propriedades, representam manchas de desflorestamento que se originaram de assentamentos de pequenos produtores rurais, e onde no ano 2000, predominavam pequenas fazendas. As áreas em laranja correspondem às áreas de pequenas propriedades, onde a maioria dos lotes não se expandiu, mantendo seus limites.

Dos assentamentos de pequenos produtores rurais, aparentemente, os mais afetados pelo processo de concentração de terras foram os que corresponderam aos projetos de assentamento do PA Jatuarana e Vale do Anari, que são contíguos, com configuração espacial ortogonal. Nestes assentamentos, como pode ser observado na Figura 4.7, as agregações estão dispersas, ocupando uniformemente toda a extensão da Unidade de Ocupação, estando presentes em praticamente todos os ramais dos assentamentos.

Os padrões multidirecionais que acompanham a linha de drenagem (dendríticos), com reserva em bloco, que correspondem aos assentamentos de Machadinho d'Oeste e Cujubim, também foram afetados por este processo, porém, de forma diferente. Nestes assentamentos ocorreu a formação de bolsões onde se concentraram pequenas fazendas,

com padrões bem definidos, o que permitiu diferenciá-las e desmembrá-las dos assentamentos das quais se originaram. Nestas áreas predominam médios produtores rurais que, segundo observações de campo, utilizam estratégias distintas de uso da terra, capital e mão de obra.

Nos projetos pioneiros de colonização, que correspondem aos PIC Ouro Preto e Pe. Adolpho Hohl, a quantidade de manchas de agregação é pequena quando comparada com as de outras regiões, o que aparentemente contraria observações feitas por Coy (1987) e Pedlowski e Dale (1992), que observaram agregações de lotes no PIC Ouro Preto, embora eles não mencionem a frequência com que esses processos ocorreram. Este resultado pode ser explicado de duas maneiras, a primeira delas é que a série temporal não é longa o suficiente para capturar os processos que ocorreram no início do estabelecimento destes assentamentos e a segunda, é que o PIC Ouro Preto é bastante extenso, abrangendo regiões fora da área de estudo, inclusive áreas vizinhas à BR-364, onde, de acordo com Pedlowski e Dale (1992), se localizavam preferencialmente as áreas de concentração de terras.

Nota-se também à partir do mapa da figura 4.8 que os assentamentos recentes, localizados ao norte da área de estudo, a maioria situado à distâncias superiores a 100 km da BR-364, em estágio inicial de ocupação em 2.000, já apresentavam indicações de processos de concentração de terras. Este processo foi observado também durante trabalho de campo no PA Primavera em 1999, quando o assentamento ainda não havia completado 2 anos de estabelecimento, onde alguns lotes foram distribuídos para mais de 1 membro da mesma família.

Uma outra forma de olhar para as áreas desflorestadas e evidenciar diferenças nos processos de apropriação da terra, é através da construção de curvas de frequência acumulada, onde os polígonos de desflorestamento são ordenados de forma decrescente com relação ao tamanho da área.

O gráfico da Figura 5.9.a mostra diferenças entre as curvas de distribuição acumulada das áreas desflorestadas de todos os períodos, em áreas de pequenos, médios e grandes produtores rurais.

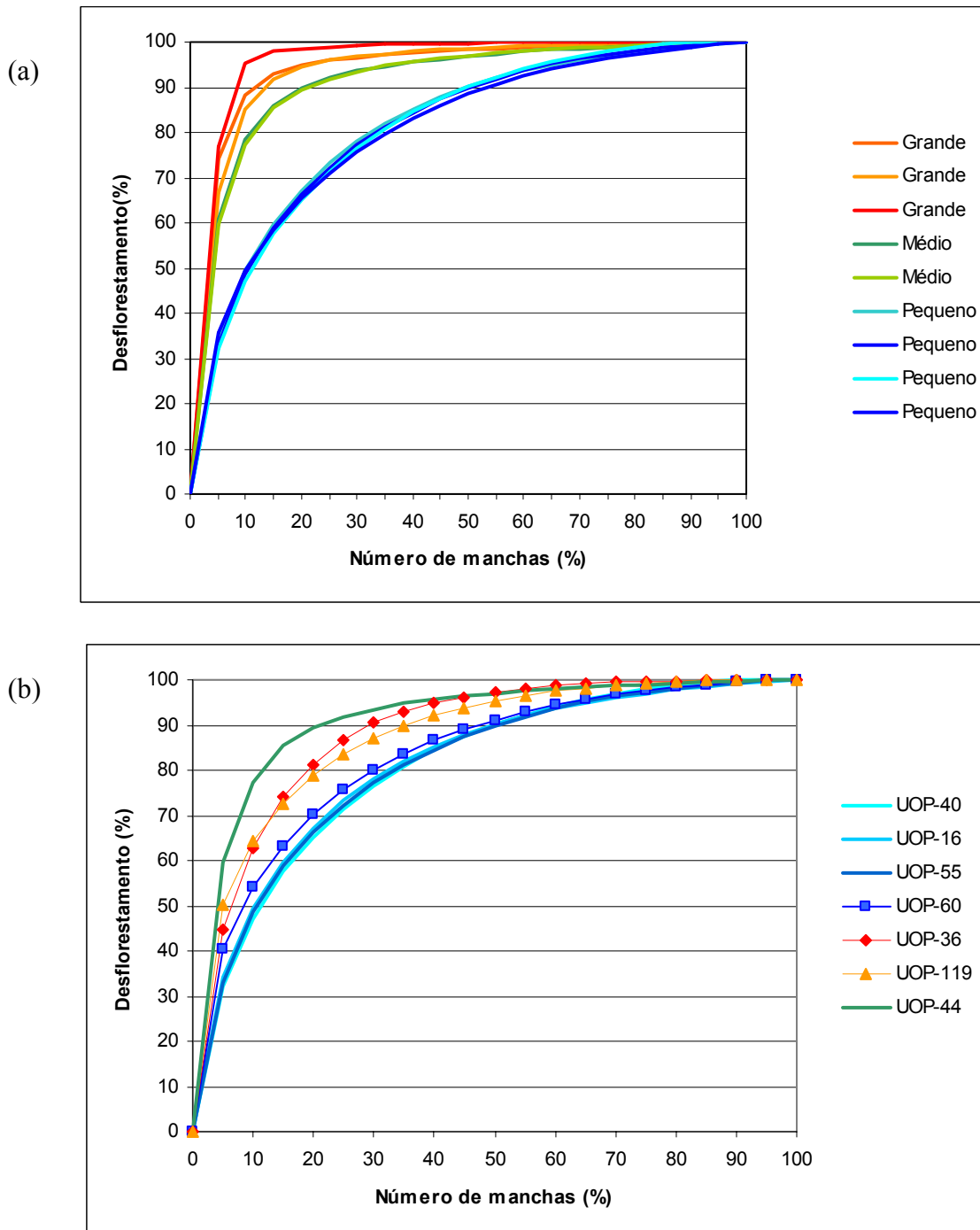


FIGURA 5.9 - Curvas de distribuição acumulada das áreas desflorestadas por período. As curvas do gráfico (a) são relativas às diferentes categorias de produtores rurais e as do gráfico (b) são relativas às áreas de pequenas e médias propriedades. As curvas representadas com símbolos são as das UOP's que apresentaram processos de concentração de área.

As curvas em azul no gráfico da Figura 4.9.a representam as distribuições das áreas desflorestadas por período, em UOP's de pequenos produtores rurais, que se diferenciam das curvas das áreas desflorestadas dos médios e grandes produtores rurais. As UOP's relativas às áreas de pequenos produtores rurais acumularam, de 67% à 77% do desflorestamento em menos de 5% das áreas desflorestadas, enquanto as áreas de grande e médias propriedades acumularam cerca de 61% do desflorestamento em menos de 5% das áreas desflorestadas.

Nas áreas de pequenos produtores rurais, o desflorestamento tem um comportamento menos concentrado, acumulando 33% a 36% do desflorestamento, em 5% das manchas de desflorestamento. As curvas de distribuição acumulada dos diferentes tipos de assentamentos de pequenos produtores rurais, relativas às UOP's onde o processo de agregação de terras não é muito intenso, apresentaram diferenças pequenas dentro dos intervalos estabelecidos, praticamente se sobrepondo umas às outras. Nestas UOP's entre 80% a 90% do desflorestamento são atribuídos às áreas desflorestadas com menos de 50 ha, enquanto que para os assentamentos de médios produtores foi de cerca de 25% e grandes, em torno de 10%.

As áreas de médias propriedades originadas de agregações de lotes de pequenos produtores, estão representadas no gráfico 4.9.b, através das três curvas de distribuição acumulada, representadas com símbolos, entre as curvas dos pequenos e médios produtores rurais em azul e verde, respectivamente.

A curva da UOP-60, que corresponde ao P.A. Vale do Anari, difere ligeiramente das curvas das áreas de pequenos produtores rurais, onde o fenômeno de agregação de lotes é menos freqüente do que nesta unidade. Entretanto, as curvas de distribuição acumulada relativas as UOP's 119 e 36, de médias propriedades, diferem nitidamente, da curva da UOP-40, que corresponde ao assentamento de Machadinho d'Oeste, de onde se originaram estas duas áreas de pequenas fazendas.

Se considerarmos o tamanho das manchas de desflorestamento como uma variável aleatória com uma distribuição de freqüências associada a ela, é possível realizar o teste não-paramétrico da prova de Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1956) para duas amostras,

onde a hipótese nula é a de que não há diferença na distribuição dos tamanhos das áreas desflorestadas, dos assentamentos com concentração de terras e as áreas das quais se originaram, ao nível de significância 0,01 e 0,05.

O quadro da Tabela 4.5 mostra os testes da prova bilateral realizados para as UOP's que foram desmembradas de projetos de assentamentos do qual se originou a UOP 40. Também foi realizado o teste para a UOP 16, que como a UOP 40, não apresentou indícios de concentração de terras em larga escala.

TABELA 5.5 - Teste de Kolmogorov-Smirnov para diferenciação de Assentamentos com processos de concentração de terras.

|              | n <sub>1</sub> | n <sub>2</sub> | D <sub>o</sub> | Valore Crítico          |                         |
|--------------|----------------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------------|
|              |                |                |                | D <sub>i</sub> (α=0,01) | D <sub>i</sub> (α=0,05) |
| UOP 60 e 40  | 3473           | 5825           | 0,080          | 0,036                   | 0,029                   |
| UOP 119 e 40 | 1073           | 5825           | 0,178          | 0,054                   | 0,045                   |
| UOP 36 e 40  | 727            | 5825           | 0,162          | 0,064                   | 0,053                   |
| UOP 16 e 40  | 16355          | 5825           | 0,022          | 0,025                   | 0,021                   |

Em todos os casos H<sub>0</sub> é rejeitada ao nível de significância 0,05, mostrando que as distribuições são diferentes. Porém, quando o teste foi realizado para as amostras das UOP's 16 e 40, ao nível de significância de 0,01, as mesmas não apresentaram diferenças em suas distribuições.

Vários trabalhos relatam a existência de processos de concentração de terras (Pedlowski e Dale, 1992; Coy, 1987; Almeida e Campari, 1995; Shimink e Wood, 1992; Machado, 1998; Serrão et al, 1996), que podem ter como consequência a alteração fundiária e, muitas vezes, a introdução de novos atores com diferentes estratégias de uso da terra, dispendo de maiores recursos financeiros e diferentes tipos de mão-de-obra, em regiões onde a mão-de-obra é tipicamente familiar. Em geral, estes relatos baseiam-se em observações realizadas em escala de propriedade, o que impossibilita fazer generalizações para uma região como um todo.

Neste trabalho, o que os indicadores apontam é que, em geral, o processo de concentração de terras ocorre de forma localizada dentro dos assentamentos e a maioria dos lotes permanece com o mesmo tamanho. O processo que ocorre com maior frequência, observado durante o trabalho de campo e, também relatado em Almeida e Campari (1995), Campari (2002) e Coy (1987), são processos de transferência de posse dos lotes, constituindo-se em uma mera troca de colonos, mantendo, na maior parte das vezes, o mesmo modo de produção e o mesmo tamanho da propriedade.

Os processos de apropriação da terra, como a compra de lotes do INCRA, sem titulação definitiva são realizados informalmente, pois segundo a lei nº 8629 de 1993, que complementa a constituição de 1988, aos beneficiários de projetos de assentamento só é permitida a venda de terras depois de 10 anos de ocupação continuada, não havendo documentação sobre essas transações, o que implica em registros desatualizados e falta de monitoramento e de fiscalização dos assentamentos por parte dos órgãos responsáveis.

#### **5.2.5 Adequação do Uso Atual em Relação ao Zoneamento Ecológico Econômico e o Código Florestal.**

As análises apresentadas nesta seção utilizam o indicador de fração desflorestada,  $df(\%)$ , que buscando diferenciar as unidades que não têm cumprido o limite estabelecido pelo código florestal (Brasil, 1965), em função de manter 50% das áreas com cobertura da vegetação original.

Os critérios de ocupação/preservação definidos no ZEE, Zoneamento Ecológico Econômico de Rondônia (Rondônia, 2000), também são discutidos, considerando as três zonas compreendidas na área de estudo, de acordo com a Figura 5.10: Zona 1, subdividida nas sub-zonas 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4; Zona 2 representada pelas sub-zonas 2.1 e 2.2; e Zona 3, representada pelas sub-zonas 3.1, 3.2 e 3.3

A Zona 1 corresponde às áreas com zonas de ocupação da terra para diferentes usos, principalmente agropecuário, com graus variáveis de ocupação e de vulnerabilidade ambiental. A sub-zona 1.1 prevê a manutenção e recuperação de 20% da cobertura

vegetal natural, a sub-zona 1.2 prevê manutenção e recuperação de 40% da cobertura vegetal natural, e a sub-zona 1.3, prevê manutenção e recuperação de pelo menos 70% da cobertura vegetal natural e zona 1.4, prevê manutenção de 80%.

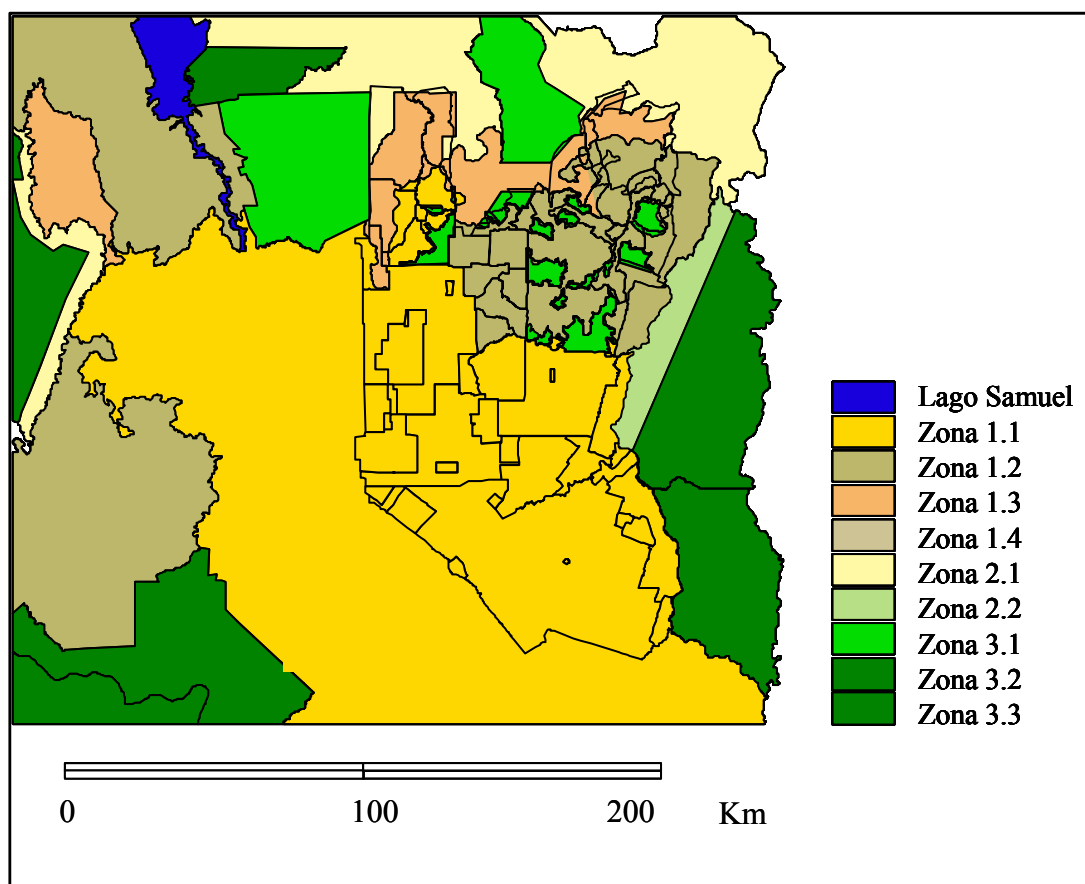


FIGURA 5.10 - Sobreposição das UOP's com as zonas de uso estabelecidas pelo Zoneamento Ecológico Econômico (Rondônia, 2000).

A Zona 2 compreende área de conservação dos recursos naturais, passíveis de uso sob manejo sustentável. A sub-zona 2.1 são áreas que apresentam inexpressiva conversão das áreas florestais, cujo uso deve priorizar a conservação dos recursos naturais e, a sub-zona 2.2 são áreas destinadas à conservação da natureza, não prevendo a conversão da cobertura florestal.

A Zona 3 são as áreas Institucionais, constituídas pelas Unidades de Conservação (sub-zonas 3.1 e 3.2) e terras indígenas (sub-zona 3.3).

O mapa da Figura 5.11 apresenta a evolução da fração desflorestada,  $df$  (%), nas UOP's que não mantiveram o limite de 50% fixados pelo código florestal. As tabelas do Apêndice A e B contêm os valores estimados para FFC (%) e D(%), relativos as UOP's.

O ano de 1985 não está representado no mapa pois, até esta data, a fração de floresta primária excedia 50%, em todas as unidades, apesar deste limite podre ter sido desrespeitado em propriedades individuais.

A partir de 1988, o indicador mostra que as unidades começaram a exceder os limites de 50% estabelecidos pelo código federal (1965), pela UOP 16, representando cerca de 21% da área total. Em 2000 a UOP 16 apresentou 83% de sua área desflorestada, porém, apesar de (D%) ter ficado abaixo de 5%, no período de 1997 a 2000, o indicador FFC(%) mostrou que 22% de seus remanescentes florestais foram cortados neste período.

A UOP-16 está incluída na sub-zona 1.1 do ZEE, onde os limites prescritos pelo ZEE, inferiores aos do código florestal, foram desrespeitados.

No ano de 1991, apenas a UOP- 67, com médias propriedades e contígua a UOP-16 e à BR-364, ultrapassou o limiar de 50%. Esta UOP, apresentou com cerca de 75% de sua área desflorestada em 2000, aproximando-se do limite de 20% estabelecido pelo ZEE. O indicador FFC(%) foi alto para quatro períodos, exceto para o período de 1997-2000, chegando a 32% entre 1991 e 1994, enquanto D(%) foi alto somente no período de 1988-1991, de cerca de 15%.

No ano de 1994, surgiram cinco áreas com  $df$ (%) maior que 50%, somando 24% da área total. Quatro das unidades são de médias propriedades, sendo que duas delas localizam-se nas adjacências da UOP 16, e duas próximas ao núcleo urbano de Machadinho d'Oeste, na sub-zona 1.2 do ZEE, com cerca de 75% de sua área desflorestada em 2000

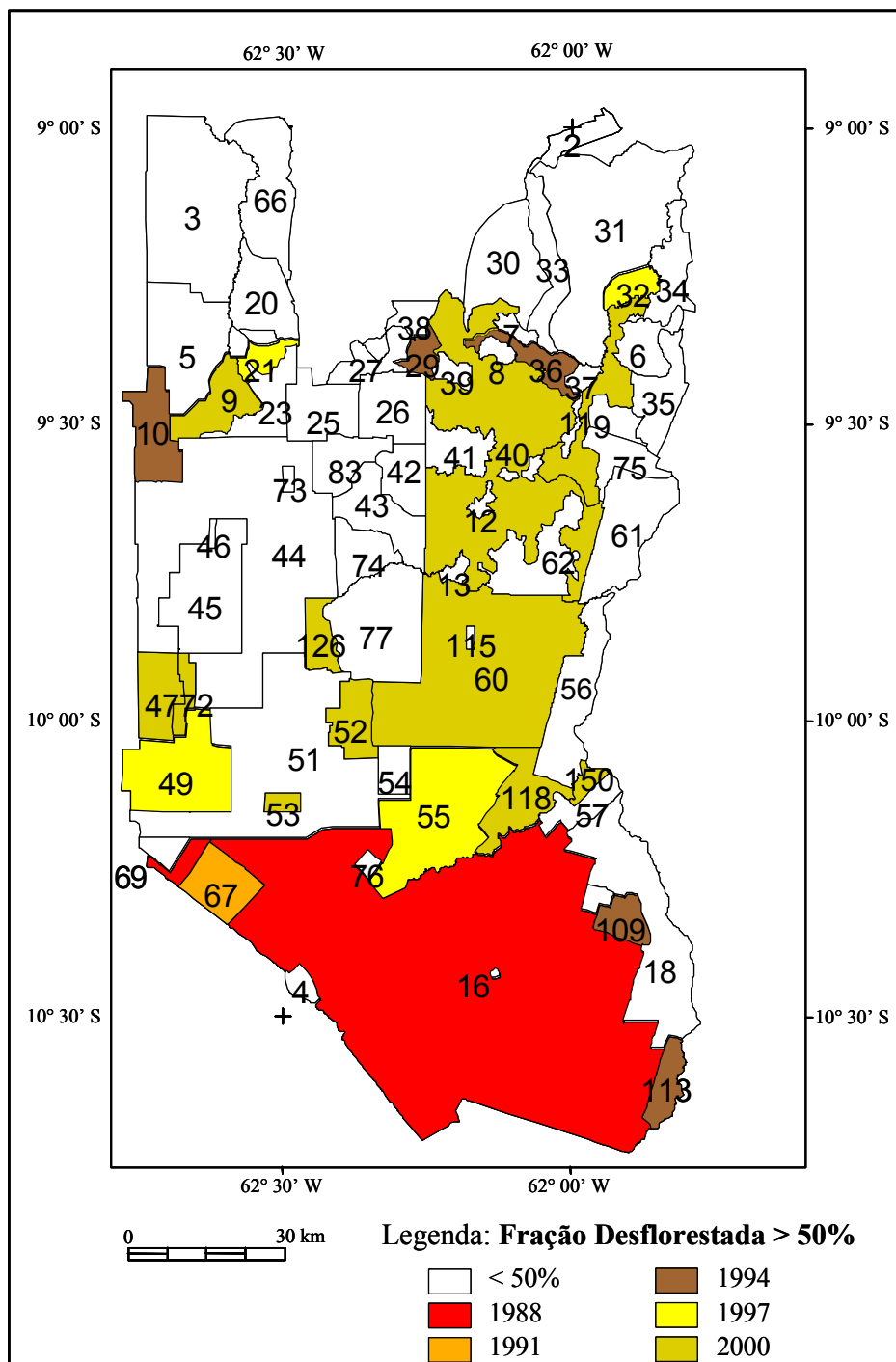


FIGURA 5.11 - Fração desflorestada das Unidades de ocupação considerando os limites do Código florestal.

No ano de 1997 são somadas mais 4 unidades que passaram a ocupar 31% da área total. Duas delas localizam-se na sub-zona 1.1, sendo que uma delas, a UOP 55 é adjacente a UOP 16 e, foi ocupada no início dos anos 80, sendo parte do P.A. Vale do Anari atingindo em 2000, 70% de desflorestamento.

A taxa elevada de desflorestamento no período de 1994-1997, acrescido ao desflorestamento do período de 1997-2000 fez com que o número de unidades com fração desflorestada maior que 50% aumentasse de 12 para 22, em 2000, ocupando 48% da área de estudo.

Deste conjunto, duas unidades, chamam atenção devido a sua recente ocupação, com menos de 5 anos. São as UOP's 52 e 54, sendo que a primeira apresentou mais de 50% de suas áreas de floresta convertidas para outras coberturas. A UOP 52, que agrega Projetos de Assentamento com menos de 5 anos, apresenta valores elevados de FFC(%) no período de 1994-1997 e 1997-2000, de 11% e 41% e D(%) de 11% e 34%. A UOP 54, que representa o PA. Primavera, com df(%) maior que 40%, apresenta o mesmo padrão das unidades descritas anteriormente, tendo sido criada em 1997 (INCRA, 1996), apresentou um FFC(%) de 38% e D(%) de 33%.

Como contraponto às regiões de intensa ocupação, como a UOP-16 e as unidades subjacentes, pode-se citar as UOP's 44 e 45, que incluem o Burareiro com propriedades médias e grandes. Essas unidades também tiveram o início de sua ocupação em 1975 (INCRA, 1996) e apresentaram valores de D(%) e FFC(%) inferiores a 10%, em pelo menos 4 dos períodos de análise. Em 2000, as UOP's 44 e 45 apresentaram, respectivamente, 34% e 47% de suas áreas desflorestadas, que comparados aos indicadores de desflorestamento da UOP 16, estabelecida na mesma década, indicaram um baixa intensidade de desflorestamento.

As Tabelas 4.6 e 4.7 confrontam o código florestal e as zonas estabelecidas pelo ZEE com os dados de desflorestamento, mostrando que ambas legislações não foram seguidas no período de estudo. Sob as normas do ZEE, há uma menor proporção de

irregularidades na área, 27% em 2000, contra 48% do código florestal, no mesmo ano. Esta menor proporção deve-se ao fato do ZEE ter sido elaborado mais recentemente, adaptando-se ao uso corrente. Porém, a norma em si não foi suficiente para frear o avanço sobre novas áreas de floresta, como mostram os dados desta análise e da análise feita por Droulers et al. (2001), na região de Buritis, em Rondônia, onde observaram invasão em áreas da Floresta Nacional Bom Futuro e ocupação na zona 1.3, que prevê conservação de 70% das florestas.

Além das unidades que apresentaram menos de 20% de remanescentes florestais em 2000, que ocupam parte da zona 1.1 estabelecida pelo ZEE e que continuam sendo cortados intensivamente, pode-se citar os assentamentos recentes do INCRA, de lotes relativamente pequenos ( UOP's 52 e 54), com menos de 5 anos, e com área total desmatada ente 40% e 51%, em 2000.

A análise sugere que as reservas em bloco podem contribuir para reduzir o desflorestamento. A UOP 40 em Machadinho d'Oeste apresentou área desflorestada maior que 50% em 2000, sem as reservas e de 34%, com as reservas florestais. Entretanto, a conservação de reservas florestais não é uma regra, existem relatos de invasão de áreas de conservação na Amazônia e em Rondônia ( Droulers et al., 2001; Homma et al., 1996 e; Watrin et al., 2001).

TABELA 5.6 - Proporção de Áreas irregulares segundo o código Florestal. Área das Unidades de Ocupação com fração desflorestada relativa à área total de estudo.

| Ano   | 1985 | 1988 | 1991 | 1994 | 1997 | 2000 |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| df(%) | 0    | 21,5 | 22,3 | 23,7 | 30,6 | 47,9 |

TABELA 5.7 - Proporção de áreas irregulares, segundo zonas do ZEE. Área das Unidades de Ocupação com fração desflorestada relativa à área total de estudo.

| Zona         | df(%) 1997 | df(%) 2000 |
|--------------|------------|------------|
| <b>Total</b> | 4,2        | 27,0       |
| <b>1.1</b>   | 23,3       | 77,5       |
| <b>1.2</b>   | 30,7       | 3,6        |
| <b>1.3</b>   | 30,7       | 11,9       |
| <b>2.1</b>   | 46,0       | 7,1        |

### 5.3 Uma Tipologia para Padrões de Uso da Terra

Nesta seção é proposta uma tipologia de padrões de uso da terra generalizando características fundiárias, arranjo espacial, evolução e idade de ocupação. Em seguida é feita uma análise dos indicadores de desflorestamento baseada na tipologia proposta.

A estratificação do espaço levou a um número grande de UOP's, que refletiu a diversidade de padrões de uso da terra presentes e a complexidade da área de estudo. Para conhecer os processos de uso da terra e analisar indicadores, fazendo comparações e generalizações, fez-se um exercício de agrupar as UOP's baseando-se nos atributos da Tabela 5.1 e em características da estrutura fundiária, configuração espacial, evolução e idade de ocupação.

Como resultado do processo de agregação das UOP's, obteve-se o mapa da Figura 5.12, cujas classes são descritas na Tabela 5.8. Na tabela, a categoria de pequenos produtores rurais corresponde aos tipos que vão de 1 a 6, sendo que as reservas em bloco foram incluídas no tipo 3. Os produtores rurais da categoria dos médios correspondem aos tipos 7 e 8 e os grandes, aos tipos 9 e 10.

A Tabela 5.8 reúne os principais padrões encontrados na região e não pretende esgotar os padrões existentes para o estado de Rondônia e outros estados da Amazônia Legal.

Considera-se que o agrupamento de diferentes assentamentos em um modelo único é útil pois reduz a complexidade das análises dos processos de uso da terra, possibilitando compreendê-los de maneira mais ampla, porém, não reduz sua complexidade, o que pode acarretar em generalizações incorretas, principalmente quando os critérios de partição do espaço e de agregação não consideram variáveis que são importantes.

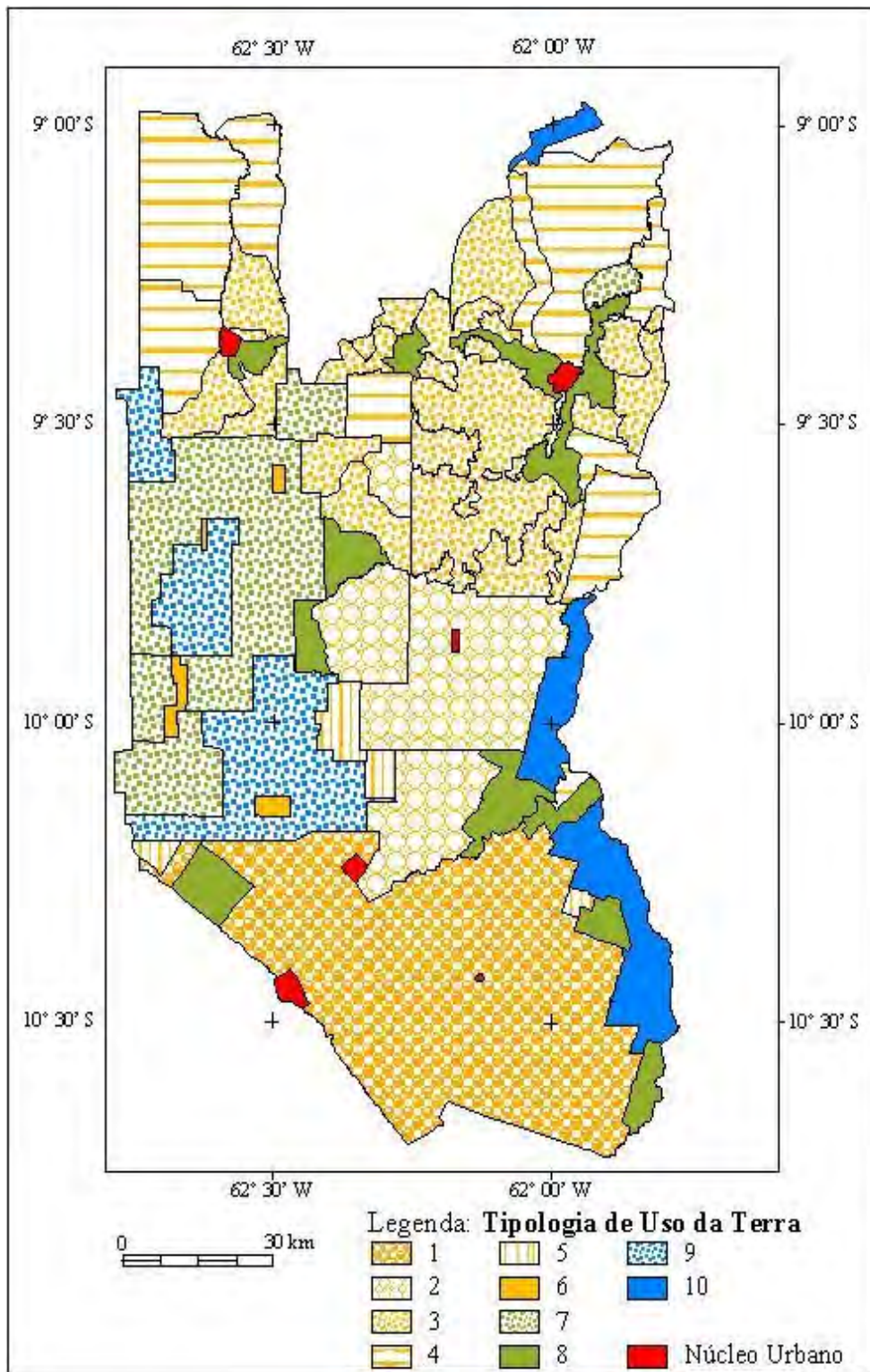


FIGURA 5.12 - Mapa de tipos de padrões de uso da terra. Os tipos 1 a 6 são pequenos produtores rurais; os tipos 7 e 8 correspondem aos médios produtores e; os tipos 9 e 10 correspondem aos grandes produtores rurais.

TABELA 5.8 - Padrões de Uso da Terra.

| <b>Tipo</b> | <b>Descrição</b>   | <b>Áreas de Ocorrência</b>  |
|-------------|--|---|
| 1           | Áreas de assentamentos pioneiros e de pequenos produtores rurais do INCRA que se estabeleceram entre 1970 e 1978. Lotes de cerca de 100 ha. Apresentam configuração ortogonal.   | PIC Ouro Preto e PIC Pe Adolpho Rohl  |
| 2           | Áreas de assentamento do INCRA, onde predominam pequenos produtores rurais, iniciaram-se entre 1982 e 1988. Lotes em média de 50 ha. Apresentam configuração ortogonal.  | PA Vale do Anari e PA Jatuarana   |
| 3           | Áreas de assentamento do INCRA, com configuração espacial dendrítica e reserva florestal em bloco, estabeleceram-se entre 1982 e 1984. Lotes em média de 50 ha.  | PA Machadinho d'Oeste e PA Cujubim  |
| 4           | Áreas de assentamento de pequenos produtores rurais do INCRA, estabelecidos entre 1990 e 1995. Lotes em média de 50 ha. A configuração espacial varia, podendo ser ortogonal ou dendrítica   | PA Tabajara, PA Tabajara II, PA Lages, PA Cujubim II.                         |
| 5           | Áreas de assentamento de pequenos produtores rurais do INCRA, de dimensões reduzidas, estabelecidos entre 1995 e 1997. Lotes com menos de 25 ha. Apresentam configuração espacial variada, podendo ser ortogonal, dendrítica e radial. | PA Primavera, PA Zumbi, PA Rio Branco, PA José Carlos.                        |
| 6           | Projetos de assentamento de pequenos produtores rurais, localizados dentro de área de licitação de médias propriedades, de reduzidas dimensões.  | Burareiro Licitação   |
| 7           | Áreas de assentamento de médios produtores rurais, estabelecidos mais de 20 anos, em área de licitação, com lotes variando entre 500 e 1000 ha.  | Burareiro Licitação   |
| 8           | Áreas de médios proprietários, originadas de projetos de assentamento de pequenos produtores rurais, resultantes de processos concentração de terras.  | Inseridas no P.A Machadinho e Cujubim e nas bordas do PIC Ouro Preto d'Oeste. |
| 9           | Áreas de grandes produtores rurais, com propriedades maiores que 1000 há.  | Inseridas no Burareiro e proximidades.  |
| 10          | Áreas de grande produtores rurais, com poucas propriedades, isoladas, cercadas por floresta primária ou por áreas de pequenos produtores rurais.   | Localizam-se na borda dos assentamentos do INCRA.                             |

### 5.3.1 Análise dos Indicadores de Desflorestamento nos Diferentes Tipos de Uso da Terra.

Nesta Seção o indicador de fração desflorestada foi analisado para os diferentes tipos apresentados na Seção 5.3.1 possibilitando realizar uma análise mais detalhada nas classes de pequenos produtores rurais, que contribuiu com mais de 70% do desflorestamento. Os resultados são apresentados na Tabela 5.9.

TABELA 5.9 - Fração Desflorestada por tipos de uso da terra nas classes de pequenos produtores rurais.

| Tipo | Área Total(%) | df <sub>p,85</sub> (%) | df <sub>p,88</sub> (%) | df <sub>p,91</sub> (%) | df <sub>p,94</sub> (%) | df <sub>p,97</sub> (%) | df <sub>p,00</sub> (%) |
|------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1    | 30,6          | 85,0                   | 73,6                   | 69,4                   | 66,6                   | 58,7                   | 52,9                   |
| 2    | 16,9          | 7,2                    | 11,5                   | 13,6                   | 15,2                   | 17,1                   | 18,5                   |
| 3    | 25,9          | 5,7                    | 12,1                   | 13,7                   | 14,4                   | 16,4                   | 17,0                   |
| 4    | 23,6          | 1,4                    | 2,0                    | 2,4                    | 2,8                    | 6,2                    | 8,9                    |
| 5    | 2,1           | 0,2                    | 0,3                    | 0,4                    | 0,4                    | 0,8                    | 1,9                    |
| 6    | 1,0           | 0,5                    | 0,5                    | 0,5                    | 0,6                    | 0,8                    | 0,8                    |

A Tabela 4.9 mostra que dentro da categoria de pequenos produtores rurais a maior contribuição em relação ao desflorestamento é a do tipo 1, que agrega os PIC's Pe. Adolpho Rholl e Ouro Preto. As unidades que compõe esta categoria são as mais antigas da região, tendo-se estabelecido há mais de 25 anos e, localizando-se nas adjacências da BR-364, até cerca de 60 km em direção ao norte. As análises realizadas por Alves (2001), sobre o desflorestamento na Amazônia Legal para os períodos de 1991-1996 mostraram que há uma tendência do desflorestamento se concentrar em torno dos eixos rodoviários principais e áreas pioneiras.

Além do fato de ser uma área pioneira e adjacente à BR 364, este tipo ocupa grande parte da área, cerca de 31 % em relação a área dos pequenos produtores e um pouco mais de 21% em relação à área de estudo. Pode-se observar na Tabela 5.9 que há uma redução em sua participação no desflorestamento, passando de 85% em 1985 para 53%,

em 2000. Note-se que este comportamento não indica que os processos de desflorestamento tenham diminuído de intensidade, apenas indica que novas áreas foram abertas e somadas à área pioneira, tornando o processo de desflorestamento um pouco menos concentrado.

O tipo 2, embora ocupe uma área menor do que a do tipo 3, apresenta maior valor de fração desflorestada, o que se deve, em grande parte, à concepção deste tipo de assentamento, com reservas florestais em bloco.

Batistella (2001), em sua análise sobre o desflorestamento nos assentamentos de Machadinho d'Oeste e Vale do Anari estimou em 1998, 35% e 48% de desflorestamento, respectivamente, encontrando uma paisagem mais fragmentada no segundo após 15 anos de ocupação. O autor enfatiza que o fato da paisagem ser menos fragmentada em Machadinho se deve à existência de reservas em bloco e ao envolvimento da população local na conservação dessas áreas.

A conservação e fiscalização das reservas florestais, são questões pouco estudadas. Existem vários relatos na literatura sobre a invasão de áreas de reserva florestal ou extrativista, como em Buritis, RO (Droulers et al., 2001), em Urupá, RO (W. Pagani, 1999, comunicação pessoal), e no Polígono dos Castanhais no Pará (Homma et al., 1996; Watrin et al., 2001). Como contraponto, observa-se Machadinho d'Oeste com suas reservas florestais em bloco praticamente intactas, o que leva a crer que diferentes fatores, além da condição inicial deste assentamento, de possuir reservas em bloco e do envolvimento da população local na sua conservação, podem ter atuado localmente favorecendo a conservação destas áreas. Pode-se considerar que a introdução de reservas florestais em bloco por si só, embora importante, não garante a sua conservação, existindo outros fatores, como as más condições das estradas, distância de núcleos urbanos e estradas principais, baixa pressão demográfica, grande disponibilidade de terras, entre outras.

A contribuição dos tipos 4 e 5, de cerca de 9% e 2% respectivamente, em 2000, compostos por assentamentos que estão em estágio inicial de ocupação se diferencia pela extensão das áreas ocupadas por cada um deles. Os assentamentos do tipo 5 têm,

em geral, dimensões reduzidas, por isso sua contribuição é pequena quando comparada com a contribuição do tipo 4. Isto não significa que o processo de desflorestamento seja menos intenso nesses assentamentos.

Finalmente, os assentamentos do tipo 6, foram os que apresentaram as menores contribuições e também as menores áreas, de 0,8% e 1% respectivamente. Este tipo está inserido dentro de áreas antigas de licitação, onde predominam propriedades de tamanho médio, no Burareiro (INCRA,s.d), e estão com grande parte de suas áreas desflorestadas.

Com relação às demais categorias, de médios e grandes produtores rurais, as variações encontradas no desflorestamento, são devido às diferenças nas dimensões das áreas analisadas. Nos tipos 7 e 9, predominam assentamentos com mais de 20 anos, alguns próximos da BR-364, que não se encontram na mesma situação dos assentamentos do tipo 1, isto é, com reduzidos estoques de remanescentes florestais. Neste caso, outros fatores como a baixa pressão demográfica, grande disponibilidade de terras, abandono, entre outros, podem estar agindo de forma a atenuar a prática de desflorestamento.

A Tabela 5.10 apresenta os resultados do indicador de porcentagem desflorestada, que é a fração de área desflorestada em períodos de 3 anos, para os 10 tipos.

Grande parte do desflorestamento, de 34 a 36%, nos três primeiros períodos ocorreu no padrão de uso da terra do tipo 1 e, nos três últimos períodos nos tipos 2 e 3, que correspondem aos assentamentos que se estabeleceram poucos antes de 1985, o P.A. Vale do Anari e Machadinho d'Oeste, respectivamente. A partir de 1994, houve uma mudança importante, a soma da contribuição desses dois tipos, de 31% e 34%, respectivamente, superou a contribuição dos assentamentos mais antigos, do tipo 1, que passou para 20% e 15%, nos dois últimos períodos. Apesar dos remanescentes florestais serem reduzidos no tipo 1, sua contribuição no desflorestamento em 2000 ainda foi bastante significativa.

TABELA 5.10 - Porcentagem Desflorestada por período por tipo de padrão de uso da terra.

| Tipos\D | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 85-88 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 88-91 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 81-94 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 94-97 | (10 <sup>3</sup> ha) | D <sub>t</sub> 97-00 |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|         |                      | (%)                  |                      | (%)                  |                      | (%)                  |                      | (%)                  |                      | (%)                  |
| 1       | 36,5                 | (34,0)               | 25,5                 | (36,0)               | 32,3                 | (34,8)               | 29,0                 | (20,0)               | 149,6                | (14,5)               |
| 2       | 15,2                 | (14,2)               | 11,7                 | (16,5)               | 13,4                 | (14,4)               | 22,9                 | (15,9)               | 196,2                | (19,0)               |
| 3       | 18,8                 | (17,3)               | 10,8                 | (15,1)               | 11,0                 | (11,7)               | 22,4                 | (15,3)               | 159,8                | (15,2)               |
| 4       | 2,5                  | (2,4)                | 2,1                  | (3,0)                | 2,7                  | (2,9)                | 17,6                 | (12,2)               | 184,3                | (17,9)               |
| 5       | 0,4                  | (0,4)                | 0,4                  | (0,6)                | 0,1                  | (0,1)                | 2,0                  | (1,3)                | 64,7                 | (6,3)                |
| 6       | 0,4                  | (0,3)                | 0,2                  | (0,2)                | 0,7                  | (0,7)                | 1,3                  | (0,9)                | 7,6                  | (0,7)                |
| 7       | 10,3                 | (9,7)                | 5,0                  | (7,1)                | 8,1                  | (8,8)                | 14,1                 | (9,7)                | 96,6                 | (9,4)                |
| 8       | 10,2                 | (9,6)                | 8,0                  | (11,3)               | 11,5                 | (12,4)               | 14,1                 | (9,8)                | 94,3                 | (9,1)                |
| 9       | 12,1                 | (11,3)               | 5,0                  | (7,1)                | 10,8                 | (11,7)               | 15,0                 | (10,3)               | 60,2                 | (5,8)                |
| 10      | 0,9                  | (0,8)                | 2,2                  | (3,1)                | 2,3                  | (2,5)                | 6,6                  | (4,6)                | 21,7                 | (2,1)                |

No período entre 1994 e 1997, os assentamentos mais jovens, em especial os do tipo 4, passaram a aumentar na contribuição relativa de desflorestamento, passando de 12% neste período, para cerca de 18% no período seguinte, o que mostra que as atividades de desflorestamento expandiram-se para áreas mais distantes em relação às áreas pioneiras. Quando somada ao tipo 5, no último período, a contribuição dos assentamentos com menos de 10 anos, foi de cerca de 24%, superando em 10% a contribuição das áreas pioneiras, do tipo 1.

A contribuição das médias propriedades não variou muito ao longo dos anos, mas a dos grandes produtores rurais variou, em especial a do tipo 9. Uma análise somente para o período de 1997-2000, poderia indicar que os grandes produtores rurais contribuem com apenas 8% do desflorestamento, enquanto que se observarmos outros períodos esta contribuição pode chegar até 15%.

### 5.3.2 Análise das Taxas de Desflorestamento nos Lotes de Pequenos Produtores Rurais.

A análise do desflorestamento por lote foi realizada para alguns assentamento, sem considerar os efeitos das levas de migrantes (*cohorts*). A discussão dos resultados é realizada em torno do comportamento das taxas de desflorestamento, que são valores médios em relação ao número de lotes do assentamento para períodos de 3 anos.

Os gráficos da Figura 5.13 mostram que, no período 1994 -1997, em quase todas as UOP's analisadas, houve um aumento na área desflorestada por lote, a exceção foi a UOP-16. Este efeito nas taxas de desflorestamento pode estar associado ao efeito de período descrito por Brondízio et al., (2002) e MacCracken et al., (1999; 2002), ocasionado por fatores externos como fatores políticos e econômicos, considerando que houve um aumento das taxas de desflorestamento entre 1994 e 1995, não só para esta região, como para o Estado de Rondônia e toda a Amazônia Legal (INPE, 2002).

As UOP's do tipo 2 e 3, que têm idades próximas, apresentaram taxas que flutuaram em torno de 5-6 ha, porém, apresentaram comportamentos diferenciados. No primeiro tipo, observa-se que a taxa de desflorestamento variou bastante, sendo difícil definir uma tendência, porém, no segundo tipo, observa-se uma tendência de redução da taxa que era de 6-8 ha por lote no primeiro período reduzindo-se progressivamente até chegar em cerca de 4 ha em 2000.

As UOP's do tipo 4 e 5, que correspondem aos assentamentos mais recentes, apresentaram grandes diferenças no comportamento de suas taxas de desflorestamento. Enquanto os lotes das UOP's do tipo 4 apresentaram taxas de desflorestamento que aumentaram lentamente ao longo do tempo, os assentamentos do tipo 5 apresentaram um ritmo bastante acelerado quando comparado com os do tipo 4, passando de uma média de 2 ha/lote, para mais de 6 ha/lote em um período de três anos. Muitos destes assentamentos apresentaram valores altos de fração desflorestada em 2000, correspondendo à projetos de assentamento com lotes de dimensões reduzidas, de cerca de 20 - 25 ha. São, na maioria das vezes, assentamentos pequenos localizados à menos de 60 km de distância do eixo da BR-364.

Pode-se especular que os assentamentos do tipo 5 apresentaram as melhores indicações dos efeitos das levadas de migrantes nas taxas de desflorestamento, descritos por MacCracken et al. (1999 e 2002) e Brondízio et al. (2002), que é o efeito associado aos grupos de migrantes que chegam em um mesmo período, experimentando condições e oportunidades diferentes das encontradas por outros grupos. Devido ao fato de terem estabelecido-se recentemente, a menos de 3 anos em 2000, a maioria dos colonos são da primeira leva com estratégias de uso da terra semelhante entre si, e taxas de

desflorestamento altas, típicas do período de início de estabelecimento dos lotes (MacCracken, 2002; Walker et al,1997).

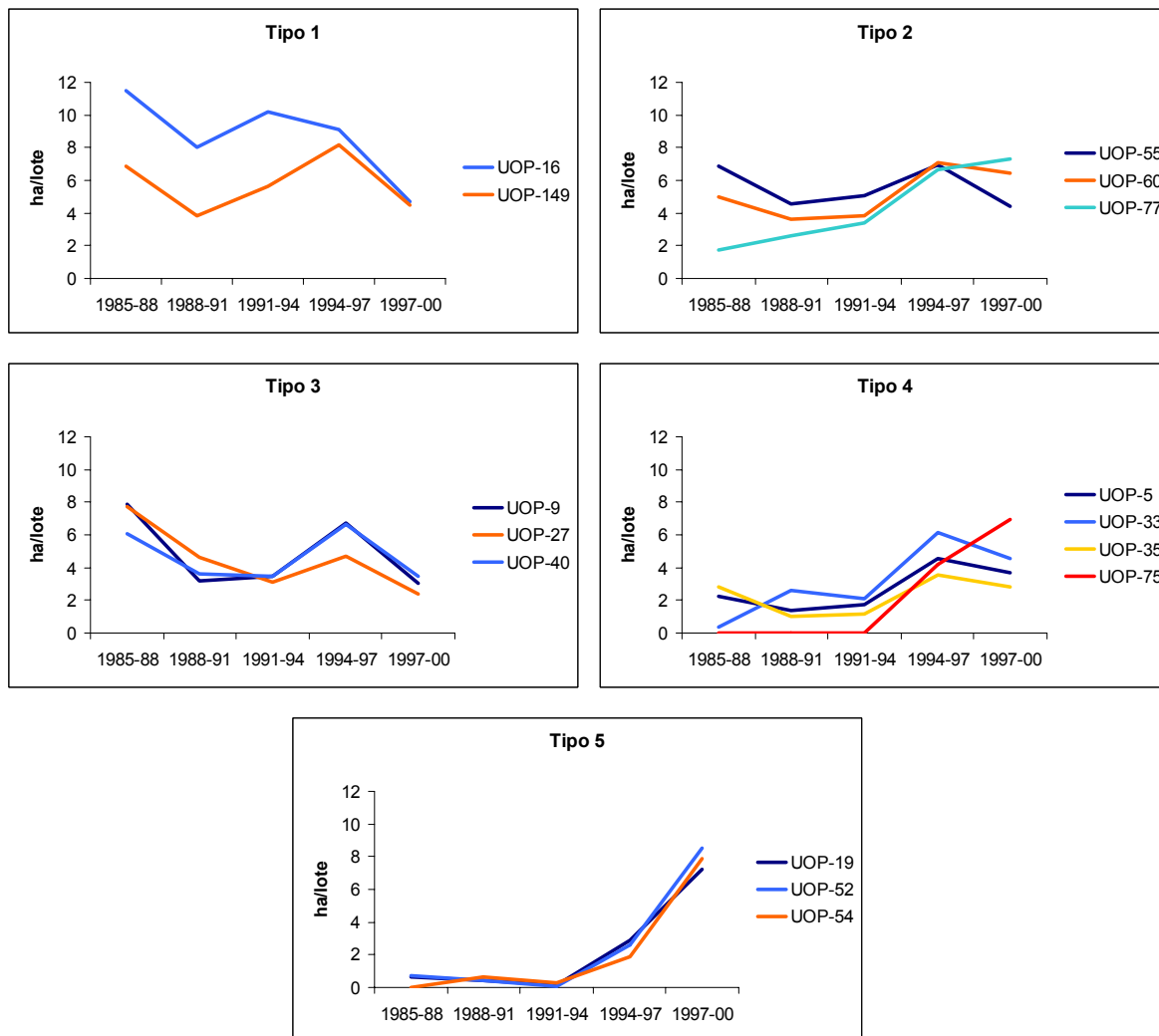


FIGURA 5.13 - Taxa de desflorestamento/lotete por período de 3 anos.

## 5.4 Distribuição Espacial e Dinâmica da Vegetação Secundária.

### 5.4.1 Classificação da Vegetação Secundária

Um mapa de cobertura da terra nas áreas desflorestadas foi elaborado para cada ano, contendo duas classes: Uma classe de vegetação secundária agregando toda a vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração, e uma classe agregando todas as classes de cobertura da terra nas áreas não abandonadas, incluindo pasto, agricultura, corpos d'água, área urbana e áreas queimadas.

Os resultados da classificação mostraram que a estimativa da fração de vegetação secundária, representou aproximadamente 31% da área desflorestada em 1985, 27% em 1988, 20% em 1991, 31% em 1994, 23% em 1997 e 16% em 2000. Alves et al. (2002) estimaram para a cena 231/67, 28% de capoeira em relação a área desflorestada para os anos de 1985 e 1995.

As classificações foram avaliadas utilizando-se o coeficiente de concordância Kappa Landis e Koch (1977), concluindo-se que os resultados podem ser considerados muito bons e excelente em relação à concordância entre as duas classificações (Tabela 5.11). Entretanto, como não foi possível realizar amostragem e coletar dados em campo, pois grande parte das imagens é anterior a 2000, o resultado da classificação não foi validado adequadamente.

As áreas de vegetação secundária representam frações de desflorestamento, similares as reportadas por Alves et al. (2003) para 1985 e 1995 e Roberts et al. (2002) para 1999.

TABELA 5.11 - Avaliação das Classificações de Floresta Secundária

| Cena/ano      | $\hat{K}$ | $\sigma_K^2$         | N         | Avaliação |
|---------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
| 231/67 - 2000 | 0,80      | $3,9 \times 10^{-7}$ | 1.129.011 | Excelente |
| 231/67 - 1997 | 0,79      | $4,9 \times 10^{-7}$ | 1.081.567 | Muito Boa |
| 231/67 - 1994 | 0,83      | $3,2 \times 10^{-7}$ | 1.067.943 | Excelente |
| 231/67 - 1991 | 0,86      | $3,5 \times 10^{-7}$ | 1.071.819 | Excelente |
| 231/67 - 1988 | 0,82      | $3,9 \times 10^{-7}$ | 1.099.915 | Excelente |
| 231/67 - 1985 | 0,80      | $3,9 \times 10^{-7}$ | 1.079.991 | Excelente |
| 231/66 - 2000 | 0,76      | $1,5 \times 10^{-7}$ | 301.546   | Muito Boa |
| 231/66 - 1997 | 0,86      | $1,1 \times 10^{-6}$ | 316.985   | Excelente |
| 231/66 - 1994 | 0,80      | $1,9 \times 10^{-6}$ | 191.528   | Excelente |
| 231/66 - 1992 | 0,89      | $1,6 \times 10^{-6}$ | 154.850   | Excelente |
| 231/66 - 1988 | 0,84      | $3,1 \times 10^{-6}$ | 111.987   | Excelente |
| 231/66 - 1985 | 0,88      | $5,3 \times 10^{-6}$ | 61.516    | Excelente |

Deve-se notar algumas fontes de erro associadas a classificação da vegetação secundária:

1. Áreas em estágios avançados de sucessão secundária, podem ter sido confundidas com vegetação primária e, podem ter sido omitidas, considerando que só se consegue distinguir com as bandas espectrais utilizadas, vegetação secundária de cobertura de floresta primária, quando a primeira tem menos de 14 -16 anos (Steininger, 1996 e 2000; Lucas et al. 2002).
2. Áreas de pastos altos e bem manejados podem ter sido classificadas como vegetação secundária, apesar de que essas áreas não foram observadas em duas visitas à região e em outras missões (D. Alves, comunicação pessoal, 2001) Entretanto, em alguns casos este erro pode ter ocorrido. No ano de 1994, por exemplo, pode ter havido superestimação das áreas de floresta secundária, já que as chuvas prolongaram-se até junho (H. Schimitz, dados não publicados), e ocorreram poucos focos de incêndio em junho e julho (INPE, 2002).
3. Área com coberturas de cultura permanente, como café, cacau, reflorestamento, etc., podem ter sido classificadas como floresta secundária, embora a região

possua pequena proporção destes tipos de cultura, segundo observações de campo.

4. A dimensão da área de estudo e a diversidade florística e estrutural da vegetação secundária presente na área de estudo (Alves et al, 1997), inviabilizaram análises da evolução espectral da capoeira de acordo com Lucas et al. (2002) e Steininger (1996 e 2000).
5. O dado foi obtido a cada três anos, variações nas áreas de vegetação secundária entre períodos podem ter ocorrido, não sendo possível detectá-las. Kimes et al (1998) estimaram erros na determinação da idade da vegetação secundária que variaram de 8-32% em séries multi-temporais de sensoriamento remoto, sendo maiores quanto maiores eram os intervalos de tempo entre as passagens do satélite.

#### **5.4.2 Evolução da Vegetação Secundária nas UOP's**

A Figura 5.15 mostra, em verde, as áreas que apresentaram proporções de vegetação secundária nas UOP's acima da proporção média relativa a cada ano de análise, dentro das áreas antropizadas.

O ano de 1994 não está representado na Figura 5.14 devido a possíveis erros de classificação em decorrência da estação chuvosa ter se prolongado, afetando a classificação de floresta secundária que pode ter incluído áreas de pasto alto.

Em 1985, as UOP's que aparecem em rosa na porção norte da área de estudo e nas proximidades do município de Machadinho d'Oeste apresentaram baixa proporção de vegetação secundária por se encontrarem em fase inicial da ocupação dos assentamentos rurais, onde muitas vezes, só existia abertura das estradas e de alguns ramais secundários.

No mesmo ano, os PIC's Ouro Preto e Pe. Adolpho Rholl e a parte mais antiga do PA Vale do Anari, já apresentavam proporções de capoeira abaixo da média e assim se mantiveram até o ano 2000.

À partir de 1988, os assentamentos que se estabeleceram por volta de 1985, apresentaram proporções de vegetação secundária acima da média, havendo pequenas variações entre um período e outro, entretanto, a tendência destes assentamentos foi de manter suas proporções de floresta secundária acima da média da área de estudo.

Entre 1997 e 2000, duas observações puderam ser feitas a partir da Figura 5.13, a primeira diz respeito às áreas de grandes produtores rurais, quase todas incluídas na classe com menor proporção de vegetação secundária em 1997 e, permanecendo nesta classe em 2000, o que indica que neste tipo de propriedade rural pode estar havendo intensificação do uso da terra, com pouco abandono, apesar do sistema de produção ainda ser predominantemente extensivo. De acordo com os dados de campo, nas áreas de grandes fazendas predominam pastagens para a criação de gado de corte e como não há plantio de culturas, poucas áreas de vegetação secundária são encontradas nestas propriedades.

Outra observação que se pode fazer é que em 2000, nas áreas com assentamentos recentes, tanto os do tipo 4 quanto do tipo 5, as proporções de vegetação secundária estavam acima da média, concordando com os resultados obtidos por Alves et al. (2002), que detectou áreas de vegetação secundária nas áreas de assentamentos recentes.

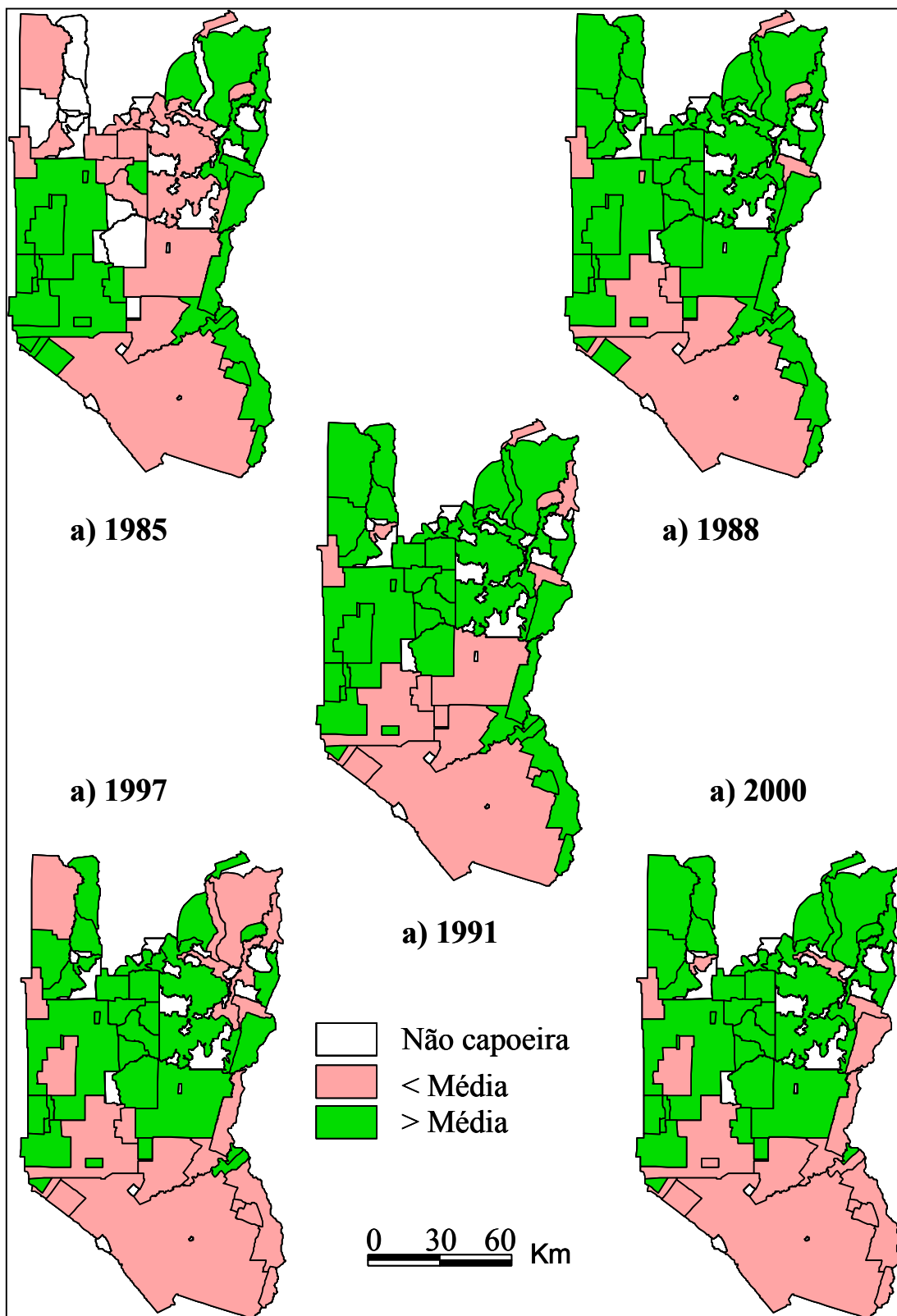


FIGURA 5.14 - Evolução da capoeira nas UOP's. As áreas em rosa representam áreas com capoeira abaixo da média de cada ano e, as áreas em verde representam áreas com capoeira acima da média de cada ano. Em 1985 a proporção média foi de 31%, em 1988 de 27%, em 1991 de 20%, em 1997 de 23% e em 2000 de 16%.

### **5.4.3 Análise da Vegetação Secundária por Células de 2,5 X 2,5 km.**

Devido ao fato da vegetação secundária distribuir-se de maneira não uniforme nas UOP's, análises foram realizadas utilizando células de 2,5 km X 2,5 km, cujos resultados são apresentados nesta seção. O gráfico da figura 5.15 mostra, através da distribuição acumulada de fração desflorestada, que o desflorestamento tem comportamento concentrado como em outras regiões de Rondônia e da Amazônia Legal (Alves, 2002; Alves et al., no prelo; Alves, 1999), cuja expansão se dá preferencialmente dentro de áreas já desmatadas.

A área de estudo apresentou, em 1985, 17% das células com mais de 50% de desflorestamento, enquanto que em 2000, esta proporção passou para 50% em uma região cujo desflorestamento total aumentou mais do que três vezes. Resultado similar foi obtido por Alves et al. (2003), que analisaram o desflorestamento relativo à cena 231/67 do TM/Landsat, observando um aumento de 22% para 54% de células que acumularam mais de 50% do desflorestamento entre 1985 e 1995.

Os gráficos da Figura 4.15 mostram que, em média, há uma relação negativa entre a fração desflorestada e a parte da fração desflorestada ocupada por vegetação secundária, indicando que em áreas onde a fração desflorestada é alta, o estoque de vegetação secundária é baixo, sugerindo que deve haver uma maior pressão tanto para o corte dos remanescentes de florestas primárias quanto para eliminação de áreas de vegetação secundária, levando a predominar na paisagem, em extensas áreas de pastagens (Alves et al., 2003).

Na Figura 5.16, mostra a distribuição espacial do desflorestamento e da vegetação secundária, a partir de uma composição colorida RGB, onde o canal vermelho corresponde à fração desflorestada relativa a área da célula, o verde à fração de floresta secundária calculada em relação a área desflorestada na célula e, o azul corresponde às áreas de floresta primária, mapeadas somente quando a célula apresentava proporção de 100% de cobertura florestal, de forma a evidenciar a relação entre a vegetação secundária e o desflorestamento.

A seqüência histórica revela que em 1985, as áreas de vegetação secundária já se concentravam nas bordas das áreas desflorestadas, principalmente na área do Burareiro, na porção oeste da área de estudo, entretanto, ela estava inserida também nas áreas pioneiras, estabelecidas na década de 70.

Nesta seqüência, observa-se que à medida que o desflorestamento expandiu-se em direção à Machadinho d'Oeste, parece ocorrer intensificação do uso da terra e menores taxas de abandono, podendo ser visualizado na transição entre 1994 e 1997, e 1997 e 2000.

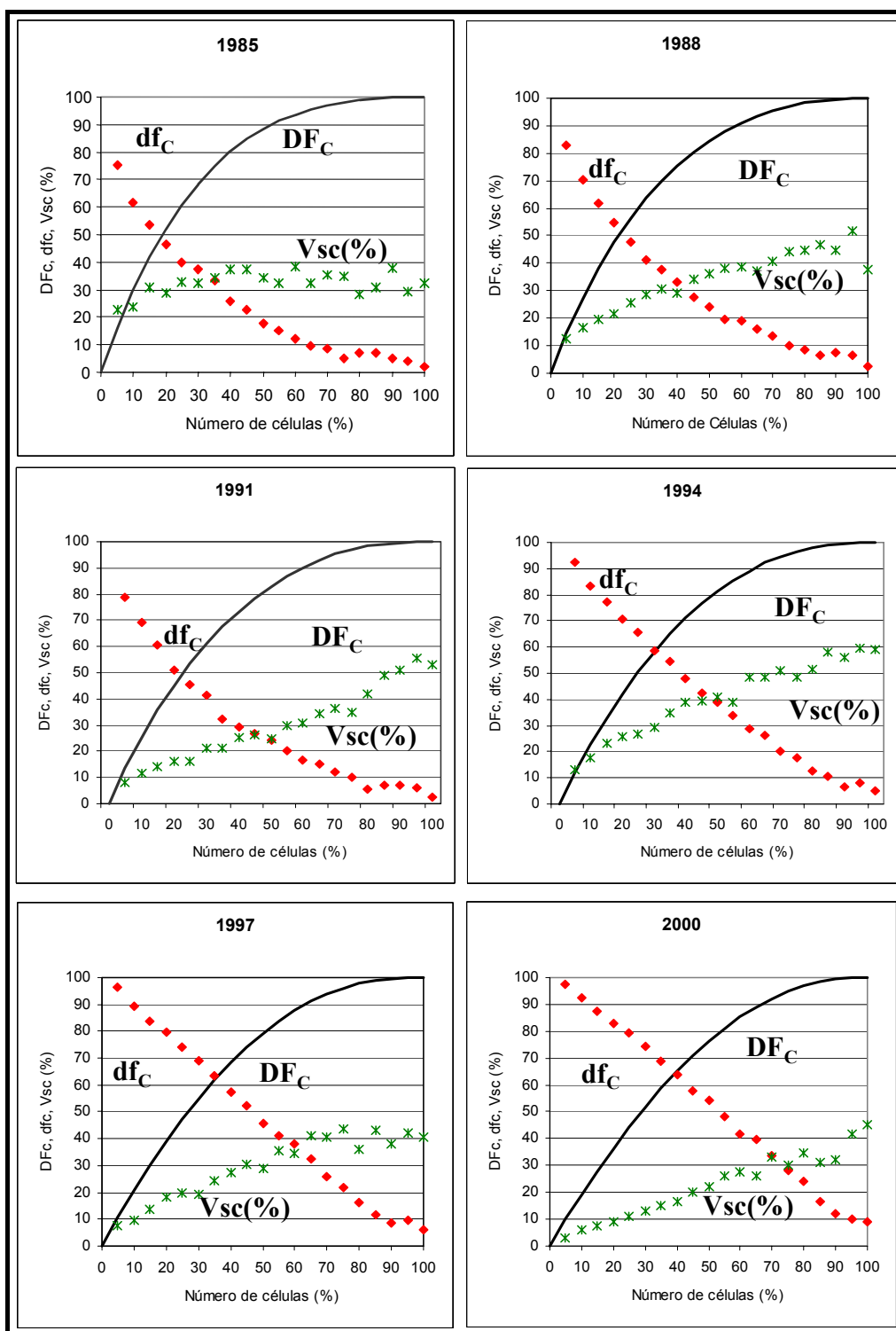


FIGURA 5.15 - Distribuição cumulativa das áreas de Fração Desflorestada (DFc) para células de 2,5 X 2,5 km, excluindo células de floresta. Valores médios de fração desflorestada,  $df_c$  são relativos às áreas das células e fração de vegetação secundária,  $Vsc(\%)$ , são apresentadas em quantis de 5 %.

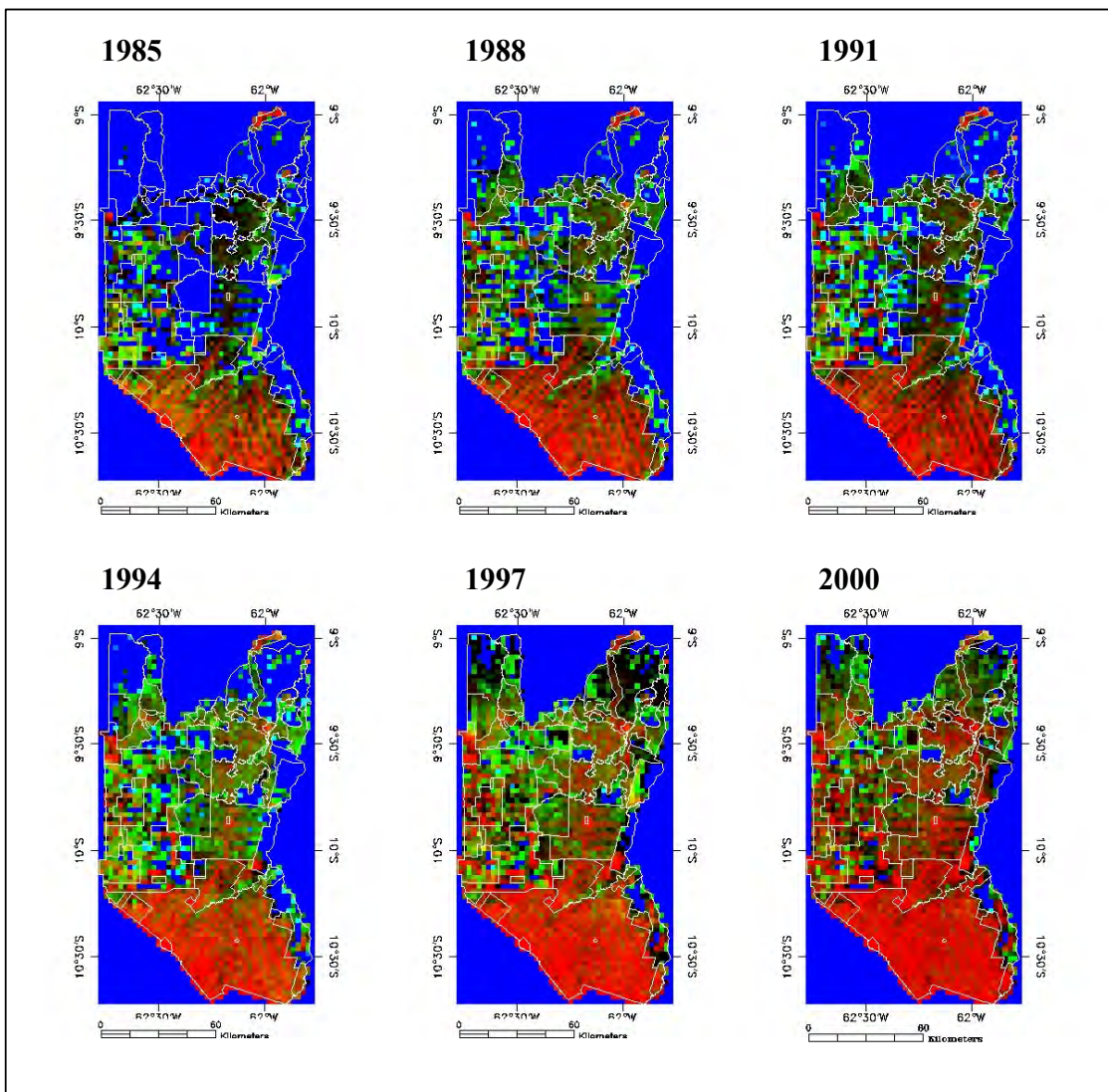


FIGURA 5.16 - Composição colorida, RGB mostrando, predominância do desflorestamento, em vermelho e da capoeira em verde. As áreas em azul, dentro da área de estudo correspondem às células contendo 100% de floresta, nas células restantes foi atribuído valor 0 no canal do azul, de modo a evidenciar a relação entre a fração de floresta secundária e o desflorestamento.

Em 2000, as áreas que apresentaram fração desflorestada alta formaram uma área contínua ao longo da BR-364, se estendendo em direção a Machadinho d'Oeste, apresentando baixas proporções de vegetação secundária. A partir de 2000, a vegetação secundária passou a localizar-se preferencialmente ao norte da região em áreas de assentamentos recentes, correspondendo principalmente aos assentamentos com padrões de uso da terra do tipo 4, em áreas de médios produtores rurais, localizadas no Burareiro

e, em menor quantidade, na faixa estreita da borda leste da área de estudo, próxima das áreas de conservação, onde haviam antigos seringais (INCRA, 1979) e, onde em 2000, ainda haviam grandes blocos de floresta primária..

Na região do Burareiro, de médias propriedades, que apresentou valores altos de fração de floresta secundária, observa-se é a ocupação não foi consolidada, com taxas moderadas de desflorestamento e ocorrência de vários lotes nunca desmatados.

O padrão encontrado nas áreas de grandes propriedades rurais através do refinamento das análises utilizando células de 2,5 km X 2,5 km mostrou-se semelhante ao apresentado na seção anterior, ou seja, nas áreas desflorestadas em 2000, a cobertura de vegetação secundária não é predominante, indicando que as mesmas são utilizadas em quase toda a sua extensão, em geral, para implantação de pastos.

Em áreas de pequenos produtores que se estabeleceram a mais de 20 anos, ocorreu processo semelhante, sendo raras e pequenas as manchas de vegetação secundária em seu interior, indicando que a prática do abandono após alguns anos de uso, conforme mencionado por vários autores na literatura sobre a Amazônia (Steinenger et al, 1996; Maussel et al, 1993; Walker et al 1997; Uhl et al., 1989), não foi o padrão observado nesta região de Rondônia no período de estudo. Ao contrário, o padrão observado foi que, em áreas onde o desflorestamento é alto as áreas de vegetação secundária tendem a se reduzir, podendo ser um indício de intensificação do uso da terra.

As idades de vegetação secundária foram estimadas com dados obtido a cada três anos, através da sobreposição de mapas de vegetação secundária, obtidos através de classificação, podendo ter ocorrido variações entre períodos, sem que fosse possível detectá-las (Kimes et al, 1998).

Os dados de idade da vegetação secundária mostram baixas proporções de vegetação secundária com mais de 9 anos em 2000, correspondendo a 20% da capoeira total, enquanto que a proporção de vegetação secundária com menos de três anos, entre 1988 e 2000, variou entre 40% e 65% da vegetação secundária total, mostrando que a

vegetação secundária não se mantém por longos períodos. O mesmo resultado foi encontrado por Roberts et al (2002).

#### **5.4.4 Análise da vegetação secundária nos tipos de padrões de uso da terra.**

O gráfico da Figura 4.17 mostra as áreas onde a vegetação secundária em 2000 estava concentrada, por faixa de idade e padrões de uso da terra.

A análise da figura mostra que o padrão do tipo 6 e 7, que são os assentamentos de pequenos produtores no Burareiro e os assentamentos de médios produtores rurais também no Burareiro licitação, foram os que mantiveram a maior parte da vegetação secundária com mais de 15 anos, mostrando que essas áreas têm uma dinâmica bastante diferente das áreas com a mesma idade de ocupação. As áreas referentes aos PIC's Ouro Preto e Pe Adolpho Roll foram as que apresentaram a menor proporção de vegetação secundária, desde 1988.

Os assentamentos mais recentes, como os do tipo 4 e 5, apresentaram uma proporção, de capoeiras com mais de 15 anos, isso pode ser explicado pelo fato de que muitas dessas áreas antes de terem sido destinadas à reforma agrária, haviam sido ocupadas anteriormente, ou por grandes latifúndios que foram considerados improdutivos e desapropriados pelo INCRA, ou por atividades de garimpo (informação obtida através de trabalho de campo em 1999 e 2001).

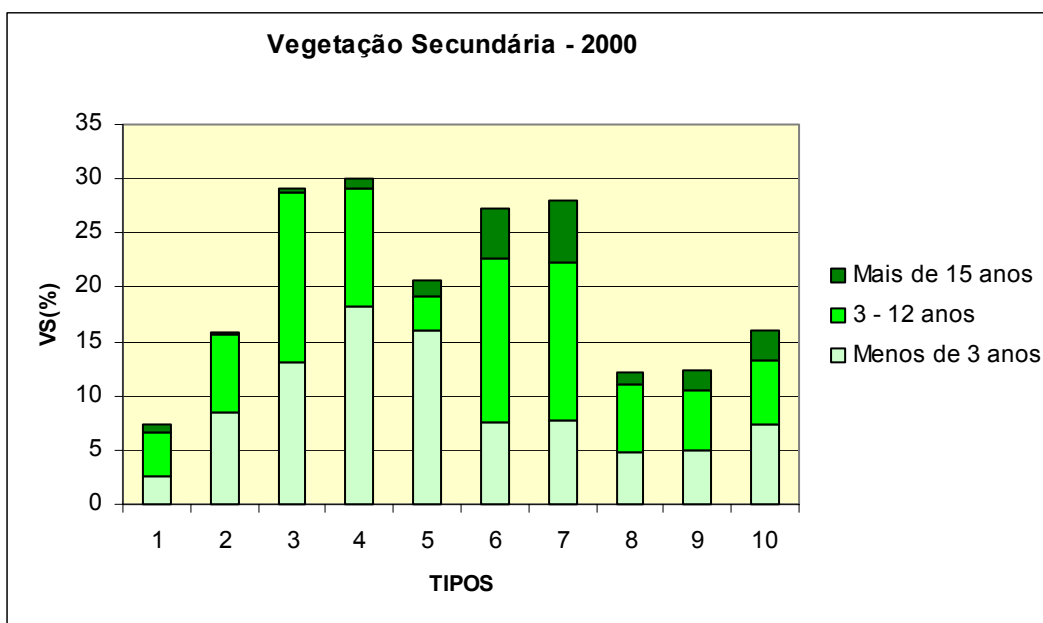


FIGURA 5.17 - Faixas de idade da vegetação secundária em 2000 e os padrões de uso da terra.

Até 1994, a presença de maiores proporções de vegetação secundária nos assentamentos do tipo 3, pode ser interpretada como reflexo do padrão de uso da terra desenvolvido nestas regiões, onde predominavam as culturas agrícolas, quase não havendo atividades ligadas à pecuária. À partir de 1994 o uso diversificou (Miranda e Dorado, 1996; IBGE, 1996) sendo introduzida pastagens na região, com uma produção leiteira inexpressiva até esta data (IBGE, 1996).

Em escala global, várias questões têm sido colocadas em relação ao papel da vegetação secundária como atenuante do aquecimento global devido a sua capacidade de capturar dióxido de carbono da atmosfera (Schimel, 1996; LBA, 2003). Porém, na maior parte da Amazônia o padrão da dinâmica da vegetação secundária e abandono não são conhecidos.

Os resultados encontrados neste trabalho apontam para a tendência de ciclos de vida curtos nas áreas de sucessão secundária, com poucas áreas de vegetação secundária atingindo mais do que 10-15 anos e, com maiores proporções de vegetação secundária nova, com menos de 3 anos.

Estes resultados concordam com estimativas do papel limitado da vegetação secundária na fixação de carbono na atmosfera (Fearnside e Guimarães, 1996; Alves et al., 1997)

Os resultados mostram que há uma tendência de se utilizar áreas de vegetação secundária, em regiões que apresentaram fração desflorestada alta, cujo resultado à longo prazo nesta região de Rondônia, pode ser uma cobertura residual de vegetação secundária, como a apresentada pelos assentamentos pioneiros, com pouca importância nos processos de captura de carbono da atmosfera.



## **CAPÍTULO 6**

### **CONCLUSÕES**

#### **6.1 A Transformação da Área de Estudo: de Cobertura de Florestas Contínuas ao Predomínio de Coberturas Agrícolas.**

A análise da alteração da cobertura da terra, mostrou que em 1985, apenas as áreas pioneiras da década de 70, apresentavam coberturas agrícolas, sendo o restante dominado por coberturas de florestas contínuas. Em 2000, a região transformou-se e as coberturas agrícolas, passaram a predominar na maior parte da área de estudo.

Nas áreas pioneiras de assentamentos rurais, os remanescentes florestais reduziram-se a menos de 20%, sendo substituídos por áreas extensas de pastagens e a produção leiteira ganhou importância.

As áreas de cobertura de florestas contínuas restringiram-se à porção norte da área de estudo, nos municípios de Machadinho d'Oeste e Cujubim, às áreas de assentamentos recentes e às reservas em bloco dos assentamentos do município de Machadinho d'Oeste.

#### **6.2 Análise do Desflorestamento**

As análises mostraram que a extensão de área desflorestada triplicou entre 1985 e 2000.

O particionamento do espaço em Unidades de Ocupação, permitiu evidenciar diferenças nos processos de uso da terra, mostrando que o desflorestamento ocorre de forma diferenciada nos assentamentos rurais e, que a área desmatada é maior em regiões cuja ocupação se deu há mais tempo.

As análises da fração desflorestada, por categoria fundiária, mostraram que o desflorestamento variou pouco, tendendo a ser proporcional à área ocupada por cada

categoria de produtor rural. Porém, as taxas de desflorestamento variaram no tempo, sendo altas em alguns períodos e podendo decair no período seguinte.

O presente estudo mostrou, ainda, a inadequação perante o código florestal e o Zoneamento Ecológico Econômico. Os limites fixados para a manutenção de reservas florestais, foram excedidos ao longo dos anos.

O ZEE mostrou-se mais realista, pois flexibilizou os limite de 50% de manutenção dos remanescentes florestais previstos no código florestal, através da criação de zonas com diferentes restrições de uso. Apesar disso, as análises da evolução do desflorestamento, mostraram que a alteração da cobertura vegetal excedeu os limites estabelecidos pelo ZEE, principalmente nas áreas pioneiras de colonização.

### **6.3 Processos de Transformação da Estrutura Fundiária**

Três processos de transformação da estrutura fundiária foram identificados, seja através da série histórica de imagens de sensoriamento remoto seja durante as visitas à área de estudo:

- 1) Concentração de terras devido à compra sucessiva de vários lotes por colonos, originando pequenas fazendas, em geral, para a criação de gado;
- 2) Fragmentação de lotes, através da compra de pequenas partes de lotes e;
- 3) Transferência da posse dos lotes, constituindo-se na troca de colonos, mantendo-se o mesmo tamanho da propriedade.

Dos três processos de apropriação da terra, aquele que foi observado com maior frequência foi o de transferência de lotes, em concordância com as observações feitas por Coy (1987), Almeida e Campari (1995), Campari (2002), que mantêm, em geral, o mesmo modo de produção dos antigos colonos.

A fragmentação de lotes foi observada apenas nas áreas pioneiras, cujos lotes tinham em média 100 ha, podendo ser destinados às pessoas de uma mesma família ou aos migrantes recém-chegados.

Processos de concentração de terras foram indicados, mostrando evidências de que o processo é localizado, ocorrendo com mais frequência em alguns assentamentos. Observou-se indícios de concentração de terras em assentamentos criados mais recentemente, mostrando que não há rigidez no controle do processo de distribuição de terras e no monitoramento das propriedades rurais. Por este motivo é pouco comum encontrar registros e documentação atualizada sobre a estrutura fundiária relativa aos assentamentos rurais.

Deve-se observar, finalmente que o trabalho limitou-se, geralmente a relatar a ocorrência destes processos. Estudos mais aprofundados seriam necessários para compreender melhor a importância de cada um.

#### **6.4 Processos e Padrões de Abandono**

As análises realizadas associando indicadores de abandono e indicadores de desflorestamento mostraram que a área de estudo não segue padrões relatados frequentemente sobre as características de desmatamento de uso-abandono (Boserup, 1970) na Amazônia (Steininger et al, 1996; Mausel et al, 1993; Walker et al 1997; Uhl et al., 1989).

Os resultados para a área de estudo mostram que em áreas onde o desflorestamento é acentuado, onde a floresta foi eliminada em grandes proporções, a vegetação secundária também tende a ser eliminada. A vegetação secundária concentrou-se em assentamentos recentes, cuja fração desflorestada era baixa e, em áreas cuja ocupação não se consolidou.

O sistema de pousio que ainda persiste em alguns assentamentos (Batistella et al. 2002; Miranda e Dorado, 1996), produz uma vegetação secundária cada vez mais jovem tendendo, como é o caso das áreas pioneiras de pequenos produtores, a se extinguir, apresentando indicações de que há um processo de intensificação do uso na região (Alves et al, no prelo).

Os resultados relativos à idade da vegetação secundária, mostraram que não mais que 9% da capoeira atingiu idade superior a 15 anos, corroborando com a tese de que a

permanência da vegetação secundária é efêmera, sendo restritas às regiões que se estabeleceram há mais tempo e, nas quais a ocupação não se consolidou.

### **6.5 Método para o Particionamento do Espaço Agrário, onde e Quando Utilizá-lo.**

O resultado do particionamento do espaço em Unidades de Ocupação refletiu a grande diversidade espacial dos processos de uso da terra na área de estudo, e ajudou compreendê-los, associando-os aos diferentes atores, período de ocupação e às diferentes formas de apropriação da terra.

A metodologia pode ser adaptada e replicada a outras regiões de fronteira agrícola na Amazônia, onde diferentes padrões de uso da terra podem ser identificados, possibilitando realizar estudos comparativos entre diferentes áreas. Entretanto, existem algumas condições básicas que devem ser consideradas ao ser adotado o método aqui proposto.

- 1) Deve-se dispor de um banco de dados com imagens relativas a várias datas, dentro de um período de tempo relativamente longo, possibilitando detectar fases iniciais e intermediárias do estabelecimento da maioria dos assentamentos rurais e/ou de grande parte de sua trajetória.
- 2) É recomendável dispor de um máximo de dados cartográficos e tabulares sobre a estrutura fundiária dos assentamentos rurais, pois as análises de uso da terra e detecção de mudanças fundiárias baseiam-se nestas informações;
- 3) Deve-se dispor de dados de campo, com levantamentos sobre o uso e cobertura da terra, estrutura fundiária e, histórico de ocupação. Como o método é aplicado para áreas extensas, não é imprescindível realizar levantamentos amostrais na escala de propriedade.

A metodologia proposta deve ser aplicada preferencialmente às áreas de colonização recente, onde existem dados históricos do estabelecimento dos assentamentos rurais desde o início, ou da maior parte de sua trajetória. Em áreas cuja ocupação deu-se há

mais tempo, a sucessão de usos pode resultar em padrões de uso da terra mais complexos, originados da sobreposição de diferentes atividades que se sucederam no tempo, criando um mosaico de padrões de uso da terra de difícil interpretação nas imagens.

## **6.6 Recomendações**

Tendo em vista trabalhos futuros, identificaram-se quatro linhas de trabalho, a partir dos resultados aqui obtidos:

- 1) Incluir nas análises do desflorestamento, processos de sucessão secundária e processos de concentração da terra, informações sobre tipos de solo para verificar aspectos como a fertilidade do solo e sua relação com os processos de mudança de uso e cobertura da terra e processos de concentração de terras.
- 2) Aprofundar análises sobre os processos de alteração fundiária;
- 3) Relacionar intensificação do uso da terra com processos de dinâmica fundiária;
- 4) Aplicar o método de partição do espaço em outras áreas de expansão de fronteira agrícola possibilitando capturar diferentes padrões e histórico de uso da terra, para realização de estudos comparativos.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. **Zoneamento ecológico da Amazônia:** questões de escala e método. Brasília: Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada - CEPAL/IPEA.1987.
- Aguiar, A. P. D.; Simabukuru, Y. E. Use of Synthetic bands derived from mixing models in the multispectral classification of remote sensing images. **International Journal of Remote Sensing**, v. 20, n.4, p. 647 – 657, 1999.
- Almeida, A. I. O. de; Campari, J. S. **Sustainable settlement in the Brazilian Amazon.** The World Bank. New York: Oxford University Press, 1995, 185 p.
- Alves D.S., da Costa W.M., Escada M.I.S., Lopes E.S.S., de Souza R.C.M., Ortiz J.D Análise da distribuição espacial das taxas de desflorestamento dos municípios da Amazônia Legal no período 1991-1994.. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. (Relatório Técnico. **AMZ-R03/98**).
- Alves, D. S.; Pereira, J. L. G.; Sousa, C. L.; Soares, J. V.; Yamaguchi, F. Characterizing landscape changes in central Rondônia using Landsat TM imagery. **International Journal of Remote Sensing**, vol.20, n. 14, p. 2877-2882, 1999.
- Alves, D. S. Space-times dynamics of deforestation in Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n.14, p. 2903-2908. 2002.
- Alves, D. S.; An analysis of the geographical patterns of deforestation in Brazilian Amazon in the 1991-1996 period. In: Wood, C ; Porro, C. **Process of land use and forest change in the Amazon.** Gainesville: University of Florida Press, 2002, Cap. 3, p. 95-106.
- Alves, D. S.; Escada, M. I. S.; Pereira, J. L. G.; Albuquerque Linhares, C. de. Land use intensification and abandonment in Rondônia, Brazilian Amazônia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 24, n. 4, p. 899-903, Feb 20 , 2003.
- Alves, D. S.; Soares, J. V.; Amaral, S.; Mello, E.M. K.; Almeida, S. A. S.; da Silva, O. F.; Silveira, A. M. Biomass and secondary vegetation in Rondônia western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**, n.3 , p. 451-461, 1997 .
- Alves, D.S.; Skole, D.L. Characterizing land cover dynamics using multitemporal imagery. **International Journal of Remote Sensing**, n. 17, 835-839, 1996.
- Avisar, R.; Dias, P. L. S.; Dias, M. A. F. S; Nobre, C. The large-scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia (LBA):Insights and future research needs. **Journal of Geophysical Research** v. 107, n. D.20, p. 1-6. , 2002.
- Batistella, M. ; **Landscape change and land-use/land-cover dynamics in Rondônia, Brazilian Amazon.** 2001. 257p. Thesis (Center for Study of Institutions, Population and Environmental Change), Bloomington: Indiana University. 2001.

Becker, B. K Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: É possível identificar modelos para projetar cenários? **Parcerias Estratégicas**. n. 12, p.135-159, set. 2001.

Becker, B. K. **Amazônia**. 5 ed. São Paulo: Ática, 1997. 112 p.

Becker, B. K.; Egler, A. G. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológico-econômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: Secretaria de Coordenação da Amazônia e secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, 1997. 43 p. Relatório técnico.

Bins, L; Erthal, G. J.; Fonseca, L.M.G. Três abordagens para segmentação de imagens de sensoriamento remoto. In: Simpósio Latinoamericano de Percepção Remota, 6., Cartagena, 3-8 out 1993. **Anais**. Cartagena: SELPER, 1993.

Bins, L; Erthal, G. J.; Fonseca, L.M.G. Um método de classificação não supervisionada por regiões. V SIBGRAP'92. **Anais**, novembro de 1992. p. 65-68, 1992.

Boserup E. **Evolution agraire et pression demographique**. Paris: Ed. Flammarion, 1970.

Boyd, D. S.; Foody, G. M.; Curran, P. J.; Lucas, R. M.; Honzak, M. An assessment of radiance in Landsat TM middle and thermal infrared wavebands for the detection of tropical forest regeneration. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 2, p.249-261. 1996.

Brasil Lei nº 4.504, **Estatuto da Terra**, de 30 de novembro de 1964.

Brasil, 2001, Medida Provisória 2.080-63. **Diário Oficial da Nação**, 18 de maio de 2001, 96-a-e, 4-5.

Brasil. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 que Institui o Novo Código florestal. **World Wide Web** .Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/Referencia\\_Legislativa/L4771ref\\_leg.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/Referencia_Legislativa/L4771ref_leg.htm) Acesso em: 19/11/2002.

Brasil; Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. **Estatuto da Terra**. Disponível em: [www.incra.gov.br/htm/servinf/ htm/legislacao/lei/4504.htm](http://www.incra.gov.br/htm/servinf/htm/legislacao/lei/4504.htm) . Acesso em: 05 fev. 2003.

Brondízio, E. S. McCracken, S. D, Morán, E. F.; Siqueira, A. D.; Nelson, D.R.; Pedraza, C. R. The colonist footprint: Toward a conceptual framework of land use and deforestation trajectories among small farmers in the Amazonian frontier. In : Wood, C.; Porros, R. ed. **Patterns and Process of Land Use Change and Forest Change in the Amazon**. University of Florida Press, Gainesville. p. 133-161, 2002.

Burrough, P. A; McDonnel,R. **Principles of geographical information systems**.Oxford : Oxford University Press, 1998. 333 p.

Buschbacher, R. J.; Tropical deforestation and pasture development. **BioScience**, v. 36, n. 1, p 22-28, Jan. 1986.

Campari, J. S. **Challenging the turnover hypothesis of Amazon deforestation: evidence from colonization projects in Brazil**. Austin. 330p. Tese (Doutorado em Filosofia ) - The University of Texas, 2002.

Congalton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v.37, n.1, p. 35-46 , 1991.

Costa, W. M. da. **O Estado e as Políticas Territoriais no Brasil**. 7.ed. São Paulo: Contexto, 1997, 83 p.

Coy, M. Rondônia: Frente pioneira e programa POLONOROESTE: O processo de diferenciação sócio-econômica na periferia e os limites do planejamento público. **Tubingen Geographische Studien**, n. 95 p. 253-270, 1987.

Crepani, E.; de Medeiros, J. S.; Azevedo, L. G.; Hernandez, P.; Florenzano, T. G.; Duarte, V.; Barbosa, C. F. B. **Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológico econômico**. São José dos Campos: INPE. 1998. **(INPE-6145-PUD/028)**.

Dale, V. H; O'Neill R V.; Southworth, F; Pedlowski, M. Modeling Effects of Land Management in the Brazilian Amazonian Settlement of Rondonia, **Conservation Biology**, v. 8 n. 1, p. 196-206, 1994.

Demattê, J. L. I. **Manejo de solos ácidos dos trópicos úmidos da Região Amazônica**. Campinas: Fundação Cargill, 215 p., 1988.

Droulers, M.; Le Tourneau, F. M. ; Machado, L. Conflits d'usage de l'espace au Rondônia (Amazonie brésilienne). **Cybergeo**, n. 194, 19 p.,2001.

Duarte, V; Shimabukuro, Y E; dos Santos,J. R.; Mello, E. M. K.; Moreira; J. C.; Moreira, M. A.; de Souza, R. C. M.;Shimabukuru, R. M. K; de Freitas, U. M **Metodologia para criação do Prodes digital e do banco de dados digitais da Amazônia- Projeto Baddam**. São José dos Campos: INPE, 33 p. (INPE-7032-PUD/035), 1999.

Erthal, G. J.; Fonseca, L. M; Bins, L.S.; Velasco, F. R. D.; Monteiro, A. M. V. In: Simpósio Brasileiro de Computação e Processamento de Imagens (SIBIGRAPI'91), 4., São Paulo, 1993. **Anais**. São Paulo, SIBIGRAPI, p. 237-240. 1993.

Etges, V.E. **Geografia Agrária: a contribuição de Leo Waibel**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000. 224 p.

Fearnside, P. Deforestation in Brazilian Amazonia: the effect of population and land tenure. **AMBIO**. v.22, n. 8, 1993.

- Fearnside, P. M. Spatial concentration of deforestation in the Brazilian Amazon. **AMBIO**. v.15 , n. 2, p.72-79 , 1986.
- Fearnside, P.; Guimarães, W. M. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonia.. **Forest Ecology Management**, n. 80, p. 35-46, 1996.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Land cover classification system (LCCS): classification concepts and user manual**. Versão 1.0. Roma: FAO, 2000. 179 p.
- Frohn, R. C ; Mcgwire, K. C.; Dale, V. H. Estes, J. E.; Using satellite remote sensing analysis to evaluate a socio-economic and ecological model of deforestation in Rondônia, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17 n.16, p. 3233-3255, 1996
- Futemma, C. R.T. **Collective and Assurance of Property Rights to Natural Resources: A case study from the lower Amazon Region Santarém, Brazil**. Indiana. 215 p. Tese (Doutorado em Antropologia ) - Indiana University, 2001.
- Geist, H. J.; Lambin, E. F. **What Drives Tropical Deforestation?** a meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational case study evidence.LUCC.). Louvain-la-Neuve, Bélgica: LUCC, 2001. (Report Series, 4) ISSN: 1138-7424. 116 p.
- Godfrey, B.; Browder. J. O. Disarticulated Urbanization in the Brazilian Amazon. **The Geographical Review**. v. 86, n. 3, p. 441-445 , 1996.
- Goodchild M. F.; Anselin, L. ; Deichmann, U. – A framework for the areal interpolation of socioeconomic data. **Environment and Planning A**, , v. 25, p. 383-397. 1993.
- Homma, A. K. O.; Walker, R. T.; Carvalho, R. A.; Conto, A. J. de; Ferreira, C. A. P. Razões de risco e rentabilidade na destruição de recursos florestais. **Revista de Economia do Nordeste**, Fortaleza, n. 27, p.515-535, 1996.
- Hudson, W.; Ramm, C. W. Correct formulation of the Kappa coefficient of agreement. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v. 53, n° 4, 421-422 p. 1987.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Carta Planialtimétrica Calama**. Rio de Janeiro, 1981, Folha SC-20-X-A., escala:1:250.000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ( IBGE). **Amazônia Legal**. Rio de Janeiro, 1995. 1mapa na escala 1:3.000.000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Carta Plani-altimétrica**. Rio Machadinho, 1981. Folha SC-20-X-C, 1:250.000.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Mapa digital de limites administrativos dos Municípios de Rondônia vigente em 1997**. Rio de Janeiro, 1987. 1 mapa na escala: 1:1.000.000, 1997.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Dossiê – Divisão de Assentamento**. Porto Velho. INCRA, 1996.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Jaru, Theobroma e Governador Jorge Teixeira**. Local, 1984. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa dos projetos de assentamento do INCRA**. Brasília, 1998, 1:1.000.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) **Mapa do zoneamento ecológico econômico de Rondônia**. Brasília, 2000. – 2ª aproximação, 1 mapa na escala: 1:1.000.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo e Cacaulândia**. s.d. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Ariquemes, Monte Negro, Rio Crespo, Jamari e Alto Paraíso**. S.d. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Mapa fundiário dos Municípios de Machadinho d'Oeste e Rio Crespo**. s.d. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) **Mapa fundiário dos Municípios de Machadinho d'Oeste e Vale do Anari**. s.d. 1 mapa na escala: 1:100.000, INCRA.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Rio Branco**. 1996. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Lagoa Nova**. 1997. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) **Planta do PA Primavera**. 1997. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Palmares**. s. d. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). **Planta do PA Zumbi**. S.d. 1 mapa na escala: 1:10.000.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por satélite 1998-1999**. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000. 22 p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Monitoramento da Floresta Amazônica por satélite 1995-1997**. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998. 23 p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Monitoramento da Floresta Amazônica por satélite 1997-1998**. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1999. 23 p.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Deforestation in Brazilian Amazon**. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1992.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Avaliação da cobertura florestal na Amazônia Legal utilizando sensoriamento remoto orbital**. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1989.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Projeto PRODES**. Levantamento das áreas desflorestadas na Amazônia Legal no período 1991-1994. Separata. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite:2000-2001**. 2002. 21 p. Disponível em: [www.inpw.br/Informações\\_Eventos](http://www.inpw.br/Informações_Eventos) . Acesso em: 25 fev. 2003.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Plano Experimental Conciso do LBA**. São José dos Campos: INPE, 2002. Disponível em: [www.lba.cpetec.inpe.br/lba/index.html](http://www.lba.cpetec.inpe.br/lba/index.html)

Acesso em: 31 jan. 2003.

Instituto Nacional de Reforma Agrária ( INCRA). **Parcelamento geral do PIC Ouro Preto**. 1979. 1 mapa na escala: 1:100.000.

Intituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Queimadas - vegetation fires**. 2002. Disponível em: [www.cpetec.inpe.br/products/queimadas](http://www.cpetec.inpe.br/products/queimadas). Acesso em jan. 2003.

Keimovitz, D. Mendez, P.; Puntedowo, A; Vanclay, J. Spatial regression analysis of deforestation in Santa Cruz, Bolivia. In: Wood, C. H e Porro, R. ed. **Deforestation and land use in the Amazon**. Gainesville: University Press , p. 41-56 , 2002.

Kimes, D. S.; Nelson, D. L.; Skole; Salas, W. A. Accuracies in mapping secondary tropical forest age from sequential satellite imagery. **Remote Sensing of Environment**, n. 65, 112-120, 1998.

- Kitamura, P. C. **A Amazônia e o desenvolvimento sustentável**. 1 ed. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994, 182 p.
- Lambim, E. F. **Modelling deforestation process. a review**. Luxembourg: European Commission, 1994. TREES Series B: Research Report, 1.
- Landis, J. ;Koch, G. G. The measurements of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, n. 33, p. 159-174, 1977.
- Laques, A. E. **Dynamique d'un front pionnier em Domaine Forestier tropical: le cas de Ticoporo (Piémont des Andes Venezueliennes)** . 235p. Tese ( Doutorado. Université de Toulouse). Toulouse, França, 1993.
- Laurance, F. W.;Albernaz, A. K. M.; Schroth, G; Fearnside, P.; Bergen, S.; Venticinque, M. E.; da Costa, C. da; Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. **Journal of Biogeography**, n.. 29, p. 737-748, 2002.
- Lucas, R. M; Honzák, I.; do Amaral, P. J.; Curran, P. J.; Foody, G. M. Forest regeneration on abandoned clearances in central Amazônia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 23, n. 5, p. 965-988; 2000.
- Machado, L. A fronteira agrícola na Amazônia. In: Becker, B. K.; Christofolletti, A.; Davidoch, F. R.; Geiger, R. P. P. ed. **Geografia e meio ambiente no Brasil**, p. 181-217. 1998.
- Margalef, R.; **Ecologia**. Barcelona: Ediciones Omega, 1982. 951 p.
- Mather, P. M. **Computer Processing of Remotely-sensed Images**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 352 p.
- Mausel P.; Wu, Y; Li, Y; Moran, E. F.; Brondízio, E. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon. **Geocarto International**, n° 4, p. 61-71, 1993.
- McCracken, D.S.; Brondízio, E. S.; Nelso, D.; Moran, E. F.; Siqueira, A. D.; Rodriguez-Pedraza, C. Remote sensing and GIS at farm property level:Demography and deforestation in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 65, n. 11, p. 1311-1320, 1999.
- McCracken, D. S.; Siqueira, A. D.; Morán, E. F.; Brondízio, E. Land-Use Patterns on an Agricultural Frontiers in Brazil: Insights and Examples from a Demographic Perspective In: Wood, C. e Porro, R.L **Patterns and processes of land use and forest change in the Amazon**. Gainesville: Florida University Press , p. 162-192, 2002.
- McNeill, J.; Alves, D.; Arizpe, L.; ByKova, O.; Galvin, K.; Kelmelis, J.; Migot-Adholla, S.; Morrisette, P.; Moss, R., Richards, J.; Riebsame, W.; Sadowski, F.; Sanderson, S.; Skole, D.; Tarr, J.; Williams, M.; Yadav, S.; Young, S. Toward a typology and regionalization of land-cover and land-use change. In: Meyer W. e

Turner, B. L. ed. **Changes in land use and land cover: a global perspective**, Cambridge: University Press. p. 3-10. 1994.

Medeiros, S. **Banco de dados geográficos para o zoneamento ecológico econômico: proposta metodológica utilizando Sistemas de Informações Geográficas e Simulador de Redes Neurais Artificiais**. Tese (Doutorado Departamento de Geografia). São Paulo: USP, 1997. 221 p.

Mertens, B. ; Lambim, E. F. Spatial modeling of deforestation in southern Cameroon, spatial disaggregation of diverse deforestation process. **Applied Geography**. v. 17, n° 2, p. 143-162. 1997

Miranda, E. E.; Dorado A. J. **Um primeiro balanço da colonização agrícola em Rondônia**. Brasília: EMBRAPA. n. 5, 1998. 28 p. ISSN 1414-4182. Circular técnica.

Morán, E. F. Colonization in The Transamazon and Rondônia. In: Schmink, M. e Wood, C. H. ed. **Frontier expansion in Amazonia**. 2 ed. Gainesville: Florida University Press, p. 285-303 , 1991.

Morán, E. F.; Brondizio, E. S.; McCracken, S. D. Trajectories of land use. Perspective In: Wood, C. e Porros, R. **Patterns and processes of land use and forest change in the Amazon**. Gainesville: Florida University Press, p.193-217; 2002.

Morán, E. F; Brondizio E S., Tucker, J. M., Forsbergc, M. C da S.; McCracken, S.; Falesi I. Effects of soil fertility and land-use on forest succession in Amazônia. **Forest Ecology and Management**, n. 139 p. 93 –108, 2000.

Oliveira, A.E. Ocupação Humana. In: Salati, E; Shubart, H. O. R.; Junk, W; Oliveira, A.E. **Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia**. Brasília: Ed. Brasiliense e CNPq, . p 144-327. 1983.

Pandolfo, C. **Amazônia Brasileira: Ocupação, Desenvolvimento e Perspectivas Atuais e Futuras**. Belém: Ed. Cejup, 1994. 228 p.

Pedlowski, M. A.; Dale, V. H. **Land use practices in Ouro Preto d'Oeste, Rondônia, Brazil**. Tennessee: Oak Ridge National Laboratory, 1992. 12 p. (ORNL Technical Manuscript 3850).

Pedlowski, M.; Dale, V.; Matricardi, E. A criação de áreas protegidas e os limites da conservação ambiental em Rondônia. **Ambiente & Sociedade**, v.2 , n. 5, p. 93-107, 1999.

Pereira, M. C. , Setzer, A. W. – Spectral characteristics of fire scars in Landsat-5 Tm images of Amazônia. **International Journal of Remote Sensing**, n. 14, p. 2061-2078. 1993.

Perz, S. G. Population Growth and Net Migration in the Brazilian legal Amazon, 1970-1996. In : Wood, C.; Porros, R. (Eds), **Patterns and Process of Land Use Change and**

**Forest Change in the Amazon.** Gainesville: Florida University Press, p. 107-129, 2002.

Poccard-Chapuis, R.; Mertens, B.; Laques, A.E.; Thales, M.; Venturieri, A.; Alves, D.; Piketty, M. G.; Tourrand, J. F. Modélisation des dynamiques délevage bovin a l'échelle du paysage: le cas des fronts pionniers d'Amazonie Brésilienne. In: 3eme Seminaire INRA-CIRAD, Montpellier.2001. **Anais.** Montpellier: INRA/CIRAD. p. 77-87. 2001.

Projeto RADAMBRASIL. **Folha SC.20 –Porto Velho**, vol. 16, Rio de Janeiro: v. 16, 1978. 663 p. ( Levantamento de recursos naturais).

Reis, E. J. Os impactos do pólo siderúrgico de Carajás no desflorestamento da Amazônia brasileira. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, p. 276-293, 2001.

Reis, E.; Guzmán, R. An econometric model of Amazon deforestation. In: Brown, K. and Pearce D. (eds). **The cause if tropical deforestation, the economic and statistical analysis of factors giving rise to the loss if tropical forests.** London: University College London press, p. 172-91. 1994.

Richards,J. D. **Remote sensing digital image analysis.** Berlin : Springer-Verlag,. 1994. 40p.

Roberts, D. A.; Numata, I. ;Holmes, K., Batista, G.;Krug, T.; Monteiro, A.; Powell, B.; Chadwik, O. A. Large area mapping of land-cover change in Rondônia using multitemporal spectral mixture analysis and decision tree classifiers. **Journal of Geophysical Research**, v. 107, p. 2002.

Rondônia. Governo do Estado de Rondônia. **Planafloro** . Porto Velho: 1990. 48 p

Rondônia. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental (SEDAM). **Desmatamento em Rondônia.** Local : SEDAM, 1978-1993. 1996. Relatório Técnico.

Rondônia. Zoneamento Socioeconômico- Ecológico. Porto Velho: **Planafloro.** Porto Velho: SEDAM, 2000. 18 p.

Schimel, D. Alves, D. Enting, I. G; Heimann, M. P.; JOOS, M.; Raynaud, D.; Wigley, T. M. L. Radiative forcing of climate change, In: Houghton et al. ed. **Climate Change 1994: The Science of Climate Change - IPCC**, v.1, p . 76-86, 1996.

Schimink, M; Wood, C. H. **Contested frontiers in Amazonia.** New York: Columbia University Press, 1992, 375p.

Serrão, E. A.; Nepstad, D.; Walker, R. Upland agricultural and forestry development in the Amazon: sustainability, criticality and resilience. **Ecological Economics** , n. 18, p. 3-13, 1996.

Shimabukuru, Y. E.; Batista G. T.; Mello , E. M. K.; Moreira, J. C. ; Duarte, V. Using shade Fraction image segmentation evaluate deforestation in Landsat Thematic mapper

images of the Amazon Region. **International Journal of Remote Sensing**, n. 19, p. 535-541, 1998.

Shimabukuru, Y. E; Smith, J. A. The least-squares mixing models to generate fraction images derived from remote sensing multispectral data. IEEE. **Transaction on Geoscience and Remote Sensing**, v.29, p. 16-20. 1991.

Siegel S.- **Estatística não-pramétrica**. São Paulo: Macgraw – Hill. 348 p. 1956.

Skole, D. L.; Chomentowski, W.H.; Salas,W.A; Nobre, A. D. Physical and human dimensions of deforestation in Amazonia. **Bioscience**, v. 44, n. 5, p. 314-321, 1994.

Skole, D.L.; Tucker, C.J., Tropical deforestation and habitat fragmentation in the amazon: satellite data from 1978 to 1988. **Science**, p. 1905-1910, 1993.

Smits, P. C.; Dellepiane, S. G.; Showengert, R. A. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: review and a proposal for a cost-based approach. **International Journal of Remote Sensing**. v. 20, n. 08, p. 1461-1486. 1999.

Soares, S.; Fiori, F. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomorfológicas**, v. 16, n. 32, p. , 1976.

Soares-Filho, B. Fragmentação da paisagem florestal em função da estrutura e dinâmica fundiária no Nordeste do Mato Grosso. [CD-ROM] In: X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2001. **Anais**. Foz do Iguaçu: INPE, 2001.

Soares-Filho, B. S. **Modelagem da Dinâmica da Paisagem de uma Região de Fronteira de Colonização Amazônica**. São Paulo. Escola Politécnica da USP. Tese de Doutorado, 299 p. 1998

Song, C; Woodcok, C. E.; Seto, K. C.; Lenney, M. P. ; Macomber, S. A. Classification and change detection using Landsat TM data: When and how to correct atmospheric effects? **Remote Sensing of Environment**, v. 75 p. n.2, p. 230-244, Feb. 2001.

Spurr, S. H.; Barnes, B. V. **Forest Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1980. 687 p.

Steininger, M. K. Satellite estimation of tropical secondary forest above- ground biomass data from Brazil and Bolivia. **International Journal of Remote Sensing**, v. 21, n. 6-7, p. 1139-1157, Apr 15, 2000.

Steininger, M. K. Tropical secondary forest regrowth in the Amazon: Age, area and change estimation with Thematic Mapper data. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17 n. 19, p. 9-27, 1996.

Tardin, A.T., Lee, D.C.L., Santos, R.J.R., Assis, O.R., Barbosa, M.P.S., Moreira, M.L., Pereira, M.T., Silva, D., Santos Filho, C.P. Subprojeto desmatamento convênio IBDF/CNPq. INPE. São José dos Campos: INPE, 1980. **(INPE-1649-RPE/103)**.

Teixeira, L. B.; Serrão, E. A. S.; Teixeira Neto, J. F. Pastagens Cultivadas na Amazônia: sustentabilidade e sua relação com a fertilidade. In: **Amazônia: Agricultura Sustentável**. Manaus: Editora da universidade do Amazonas, 1997. v. , Cap. , p. 43-78.

Teixeira, M. A. D.; Fonseca, D. R. da **História regional (Rondônia)**. Porto Velho: Rondoniana, 2000. 231 p.

Théry, H. **Configurações territoriais na Amazônia**. Manaus:. Secretaria de Coordenação da Amazônia, SCA,1998. . 63p., Relatório Técnico.

Tou, J. T.; Gonzalez, R. C. **Patterns recognition principles**. Reading: MA:Addison-Wesley, 1974.

Tricart, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN,1977

Turner, B. L; Meyer, W.B. Global land-use and land-cover change: An overview. In: Meyer W. e Turner, B. L. ed. **Changes in land use and land cover: a global perspective**. Cambridge: Cambridge University Press. p. 3-10, 1994.

Uhl, C.; Nepstad, D.; Bucshbacher, R; Clark, K.; Kauffman, B.Subler, S. Disturbance and regeneration in Amazonia: lessons for sustainable land-use. **The ecologist**, v. 19, n. 6, p. 235-240, nov,1989.

Veiga, J. B. da; Tourrand, J. F.; Quanz, D. **A Pecuária na Fronteira Agrícola da Amazônia: O caso do Município de Uruará, PA, na Região da Transamazônica**. Belém: EMBRAPA- CPATU, 1996. 61 p. Embrapa-CPATU.Documentos, 87.

Veneziani, P; **Métodos de extração visual de dados**. São José dos Campos: INPE, 1984. 58 p.

Walker, R; Morán E.; Anselin L. Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household process. **World Development**. v. 28 n. 4. p. 683-699, 2000.

Walker. R. T.; Homma, A. K. O.; Scatena, F. N.; Conto, A., J. D.; Pedrazza, C. D. R.; Ferreira, C. A., P, Oliveira, P. M.; Carvalho, R DE A. Land Cover Evolution of Small Properties: The Transamazon Highway; **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 35, n. 2, p.115-126, 1997.

Watrin, O. dos S.; Sampaio, S. M. N.; Venturiere, A. Dinâmica da vegetação e do uso da terra no “Polígono dos Castanhais”, Sudeste Paraense, utilizando Geotecnologias. **Geografia**, Rio Claro, v..26, n.3, p. 37-54, 2001

Zonneveld, I. S. Land Evaluation and Land(scape) Science. In: **Textbook of Photo-Interpretation**– use of aerial photographs in Geography and Geomorphology. Enschede: ITC, 1972, v. 7, Cap. 7.



## APÊNDICE A

TABELA A1 - Fração desflorestada, df(%)

| UOP<br>Identificador | df(%)<br>1985 | df(%)<br>1988 | df(%)<br>1991 | df(%)<br>1994 | df(%)<br>1997 | df(%)<br>00 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| 2                    | 48,19         | 50,14         | 50,40         | 52,47         | 52,47         | 54,49       |
| 3                    | 0,09          | 0,34          | 0,56          | 0,65          | 3,73          | 10,01       |
| 5                    | 0,02          | 5,71          | 9,19          | 13,61         | 25,14         | 34,40       |
| 9                    | 3,20          | 19,28         | 25,80         | 32,79         | 46,48         | 52,73       |
| 10                   | 11,67         | 24,52         | 25,12         | 50,23         | 66,25         | 66,91       |
| 16                   | 40,56         | 51,89         | 59,82         | 69,86         | 78,82         | 83,44       |
| 18                   | 1,63          | 3,37          | 8,46          | 10,69         | 21,08         | 21,68       |
| 19                   | 0,57          | 3,08          | 4,74          | 5,37          | 16,03         | 42,72       |
| 20                   | 0,04          | 9,52          | 15,00         | 18,41         | 26,18         | 33,57       |
| 21                   | 3,39          | 22,11         | 29,60         | 37,91         | 63,80         | 69,39       |
| 25                   | 0,42          | 6,96          | 11,72         | 15,25         | 19,50         | 25,11       |
| 26                   | 2,22          | 3,36          | 3,70          | 6,08          | 14,47         | 19,51       |
| 27                   | 2,93          | 8,46          | 9,32          | 10,67         | 26,06         | 44,64       |
| 29                   | 2,25          | 27,18         | 41,99         | 52,00         | 67,13         | 72,49       |
| 30                   | 0,44          | 2,99          | 4,48          | 7,43          | 9,30          | 17,61       |
| 31                   | 0,05          | 0,07          | 0,10          | 0,71          | 2,13          | 13,36       |
| 32                   | 8,62          | 9,69          | 11,24         | 12,57         | 55,81         | 19,03       |
| 33                   | 8,45          | 8,58          | 8,59          | 8,71          | 8,74          | 38,10       |
| 34                   | 0,08          | 1,04          | 7,63          | 12,83         | 28,20         | 15,89       |
| 35                   | 0,15          | 0,19          | 0,30          | 0,64          | 4,86          | 30,90       |
| 36                   | 10,19         | 25,65         | 37,94         | 51,19         | 65,81         | 74,15       |
| 40                   | 6,63          | 18,80         | 26,14         | 33,16         | 46,57         | 53,51       |
| 42                   | 0,39          | 2,02          | 5,37          | 13,85         | 30,66         | 41,49       |
| 43                   | 2,84          | 8,02          | 13,26         | 20,27         | 32,03         | 44,00       |
| 44                   | 8,03          | 14,48         | 16,99         | 20,99         | 28,86         | 34,58       |
| 45                   | 8,59          | 17,03         | 23,52         | 29,81         | 44,35         | 47,21       |
| 46                   | 22,42         | 28,52         | 29,53         | 32,30         | 40,08         | 46,40       |
| 47                   | 26,86         | 36,37         | 37,92         | 41,50         | 46,58         | 50,29       |
| 49                   | 21,52         | 26,53         | 32,84         | 41,89         | 51,95         | 55,87       |
| 51                   | 12,54         | 22,13         | 25,84         | 32,20         | 42,44         | 48,78       |
| 52                   | 0,76          | 3,62          | 5,47          | 5,70          | 16,28         | 50,61       |
| 53                   | 0,26          | 6,21          | 9,97          | 25,29         | 47,98         | 58,52       |
| 54                   | 0,01          | 0,08          | 2,73          | 3,96          | 11,94         | 45,27       |
| 55                   | 17,68         | 30,53         | 39,09         | 48,52         | 61,55         | 69,79       |
| 56                   | 7,25          | 7,26          | 7,31          | 12,74         | 22,69         | 30,69       |
| 57                   | 1,12          | 1,18          | 4,43          | 13,67         | 35,84         | 42,31       |
| 60                   | 3,50          | 12,77         | 19,55         | 26,76         | 39,91         | 51,97       |
| 61                   | 4,49          | 4,71          | 4,73          | 4,79          | 24,32         | 27,02       |
| 66                   | 0,00          | 0,47          | 0,55          | 1,71          | 3,59          | 5,89        |
| 67                   | 38,55         | 46,82         | 53,25         | 68,32         | 73,13         | 74,93       |
| 69                   | 7,06          | 7,60          | 9,21          | 9,75          | 14,49         | 26,67       |
| 72                   | 13,49         | 15,36         | 16,32         | 22,43         | 41,84         | 53,41       |
| 73                   | 13,72         | 24,80         | 26,70         | 30,54         | 31,94         | 34,56       |
| 74                   | 0,03          | 8,29          | 13,29         | 19,97         | 33,57         | 41,74       |

|     |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 75  | 0,03  | 0,00  | 0,04  | 0,04  | 8,43  | 22,31 |
| 77  | 11,88 | 2,94  | 7,31  | 12,97 | 24,03 | 36,20 |
| 83  | 8,25  | 15,38 | 16,00 | 18,73 | 32,06 | 40,22 |
| 109 | 24,61 | 26,58 | 35,73 | 53,62 | 63,99 | 68,01 |
| 113 | 7,92  | 35,59 | 46,99 | 60,77 | 70,68 | 78,24 |
| 118 | 5,77  | 14,42 | 25,22 | 34,22 | 45,89 | 55,64 |
| 119 | 4,60  | 14,81 | 18,80 | 25,36 | 42,97 | 54,76 |
| 126 | 44,35 | 14,70 | 18,63 | 29,15 | 42,47 | 53,82 |
| 149 | 0,31  | 53,37 | 58,40 | 65,80 | 76,57 | 82,45 |
| 150 | 14,07 | 0,58  | 1,57  | 11,85 | 30,89 | 51,11 |

## APÊNDICE B

**TABELA B1 – Fração de Floresta Cortada, FFC(%)**

| UOP<br>Identificador | FFC(%)<br>1985-88 | FFC(%)<br>1988-91 | FFC(%)<br>1991-94 | FFC(%)<br>1994-97 | FFC(%)<br>1997-00 |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 2                    | 3,8               | 0,5               | 4,2               | 0,0               | 4,3               |
| 3                    | 0,3               | 0,2               | 0,1               | 3,1               | 6,5               |
| 5                    | 5,7               | 3,7               | 4,9               | 13,4              | 12,4              |
| 9                    | 16,6              | 8,1               | 9,4               | 20,4              | 11,7              |
| 10                   | 14,6              | 0,8               | 33,5              | 32,2              | 1,9               |
| 16                   | 19,1              | 16,5              | 25,0              | 29,7              | 21,8              |
| 18                   | 1,8               | 5,3               | 2,4               | 11,6              | 0,8               |
| 19                   | 2,5               | 1,7               | 0,7               | 11,3              | 31,8              |
| 20                   | 9,5               | 6,1               | 4,0               | 9,5               | 10,0              |
| 21                   | 18,0              | 18,0              | 16,3              | 23,4              | 26,6              |
| 25                   | 1,3               | 0,4               | 2,7               | 9,7               | 11,2              |
| 26                   | 2,7               | 0,4               | 0,7               | 7,9               | 7,8               |
| 27                   | 15,1              | 10,5              | 8,0               | 13,1              | 7,7               |
| 29                   | 14,0              | 9,5               | 20,7              | 16,7              | 45,1              |
| 30                   | 0,0               | 0,1               | 1,6               | 3,8               | 12,7              |
| 31                   | 0,1               | 0,1               | 0,1               | 3,8               | 8,9               |
| 32                   | 0,4               | 0,0               | 0,3               | 0,1               | 0,0               |
| 33                   | 0,9               | 6,4               | 5,4               | 16,9              | 15,1              |
| 34                   | 0,0               | 0,1               | 0,4               | 4,8               | 11,0              |
| 35                   | 7,7               | 3,0               | 3,4               | 11,0              | 9,8               |
| 36                   | 17,2              | 16,5              | 21,4              | 29,9              | 24,4              |
| 40                   | 13,0              | 9,0               | 9,5               | 20,1              | 13,0              |
| 42                   | 1,6               | 3,4               | 9,0               | 19,5              | 15,6              |
| 43                   | 5,3               | 5,7               | 8,1               | 14,7              | 17,6              |
| 44                   | 7,0               | 2,9               | 4,8               | 10,0              | 8,0               |
| 45                   | 9,2               | 7,8               | 8,2               | 20,7              | 5,1               |
| 46                   | 7,9               | 1,4               | 3,9               | 11,5              | 10,6              |
| 47                   | 13,0              | 2,4               | 5,8               | 8,7               | 7,0               |
| 49                   | 6,4               | 8,6               | 13,5              | 17,3              | 8,2               |
| 51                   | 11,0              | 4,8               | 8,6               | 15,1              | 11,0              |
| 52                   | 2,9               | 1,9               | 0,2               | 11,2              | 41,0              |
| 53                   | 6,0               | 4,0               | 17,0              | 30,4              | 20,3              |
| 54                   | 0,1               | 2,7               | 1,3               | 8,3               | 37,9              |
| 55                   | 15,6              | 12,3              | 15,5              | 25,3              | 21,4              |
| 56                   | 0,0               | 0,1               | 5,9               | 11,4              | 10,4              |
| 57                   | 0,1               | 3,3               | 9,7               | 25,7              | 10,1              |
| 60                   | 9,6               | 7,8               | 9,0               | 18,0              | 20,1              |
| 61                   | 0,2               | 0,0               | 0,1               | 20,5              | 3,6               |
| 66                   | 0,5               | 0,1               | 1,2               | 1,9               | 2,4               |
| 67                   | 13,5              | 12,1              | 32,2              | 15,2              | 6,7               |
| 69                   | 0,6               | 1,7               | 0,6               | 5,2               | 14,3              |
| 72                   | 2,2               | 1,1               | 7,3               | 25,0              | 19,9              |
| 73                   | 12,8              | 2,5               | 5,2               | 2,0               | 3,8               |

|     |      |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|
| 74  | 8,3  | 5,5  | 7,7  | 17,0 | 12,3 |
| 75  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 8,4  | 15,2 |
| 77  | 2,9  | 4,5  | 6,1  | 12,7 | 16,0 |
| 83  | 4,0  | 0,7  | 3,3  | 16,4 | 12,0 |
| 109 | 20,0 | 12,5 | 27,8 | 22,4 | 11,2 |
| 113 | 14,6 | 17,7 | 26,0 | 25,3 | 25,8 |
| 118 | 7,1  | 12,6 | 12,0 | 17,7 | 18,0 |
| 119 | 9,6  | 4,7  | 8,1  | 23,6 | 20,7 |
| 126 | 10,6 | 4,6  | 12,9 | 18,8 | 19,7 |
| 149 | 16,2 | 10,8 | 17,8 | 31,5 | 25,1 |
| 150 | 0,3  | 1,0  | 10,4 | 21,6 | 29,3 |