



MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS- PPGCA

FELIPE FREIRE MONTEIRO

**CONTRIBUIÇÃO DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL NA CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS NOS LIMITES DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
AMAZÔNICAS**

Belém-PA
2012

FELIPE FREIRE MONTEIRO

**CONTRIBUIÇÃO DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL NA CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS NOS LIMITES DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
AMAZÔNICAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em convênio com EMBRAPA – Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecossistemas e uso da terra
Orientador: Dr. Adriano Venturieri

Belém-PA
2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

M775c Monteiro, Felipe Freire

Contribuição do cadastro ambiental rural na conservação de recursos naturais nos limites de duas bacias hidrográficas Amazônicas / Felipe Freire Monteiro; Orientador: Adriano Venturieri - 2012.

88 fl.: il.

Dissertação (mestrado em ciências ambientais) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Belém, 2012.

1. Ecologia. 2. Desflorestamento. 3. Fragmentação de hábitat. 4. Métrica de paisagem. 5. Reserva legal. 6. Cadastro Ambiental Rural. I. Venturieri, Adriano, *orient.* II. Universidade Federal do Pará III. Título.

CDD 22° ed.: 574.5098115

FELIPE FREIRE MONTEIRO

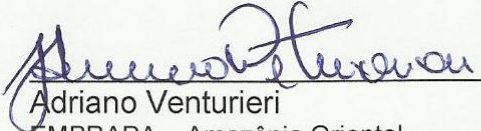
**CONTRIBUIÇÃO DO CADASTRO AMBIENTAL RURAL NA CONSERVAÇÃO DE
RECURSOS NATURAIS NOS LIMITES DE DUAS BACIAS HIDROGRÁFICAS
AMAZÔNICAS**

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. Área de Ecossistemas Amazônicos e Dinâmica Sócio-Ambiental.

Orientador: Dr. Adriano Venturieri

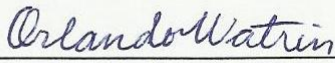
Data de aprovação: 06 / 09 / 2012

Banca Examinadora

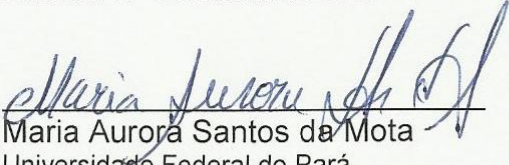


Adriano Venturieri
EMBRAPA – Amazônia Oriental

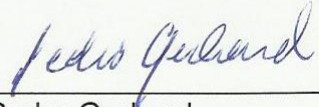
Orientador



Orlando dos Santos Watrim
EMBRAPA – Amazônia Oriental



Maria Aurora Santos da Mota
Universidade Federal do Pará



Pedro Gerhard
EMBRAPA – Amazônia Oriental

Aos meus pais, Rosilene e Almir, irmã Eline e esposa Andrea.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e a certeza de meu crescimento acadêmico-profissional.

À minha família que não pouparam esforços para eu concluir esse objetivo, pela orientação pessoal e profissional, pelo incentivo diário , apoio nos momentos difíceis e por acreditarem em minha capacidade.

Ao professor Adriano Venturieri muito obrigado pelo conhecimento transmitido ao longo da construção dessa dissertação.

Aos amigos sempre presentes em todos os momentos.

Aos colegas de curso e às amizades construídas, em especial aos professores do PPGCA. Muito obrigado pela amizade, respeito e trocas de informações acadêmico-científicas.

À EMBRAPA pelo fornecimento de informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

Não há nada que seja maior evidência de insanidade do que fazer a mesma coisa, dia após dia e esperar resultados diferentes.

Albert Einstein

RESUMO

A conversão de floresta primária para outros usos alternativos do solo vem ocorrendo aceleradamente na região amazônica. Esse processo tem ocorrido em grande parte por conta do desenvolvimento da atividade pecuarista, agricultura em larga escala e de subsistência, exploração madeireira comercial e mineração. Nesse contexto, a fim de promover a conservação dos recursos naturais, o Governo brasileiro adotou o sistema de unidades de conservação, terras indígenas e quilombolas. Além disso, foram criados instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural – CAR objetivando mapear e monitorar as propriedades rurais quanto ao atendimento do disposto no Código Florestal brasileiro, considerando principalmente as áreas com restrição legal ao uso do solo. Assim, esta pesquisa procurou avaliar a capacidade das áreas de reserva legal em garantir a conservação dos recursos naturais em propriedades rurais, utilizando-se para tanto dados do CAR e produtos temáticos de uso e cobertura da terra oriundos de projetos institucionais federais. Para isto, foram avaliadas duas bacias amazônicas, considerando os princípios de ecologia de paisagem e com o uso de métricas de paisagem. Os resultados apontam duas áreas com características diferenciadas, sendo uma de maior capacidade de conservação de recursos e outra mais fragmentada, sendo também observadas propriedades rurais de diferentes características e importâncias na conservação de recursos dentro de cada bacia estudada.

Palavras-chave: Ecologia. Desflorestamento. Fragmentação de hábitat. Métrica de paisagem. Reserva legal. Cadastro Ambiental Rural.

ABSTRACT

The conversion from Forest to other kinds of alternative land uses has been occurred rapidly in the Amazon region. This process has been occurred mostly due to the development of the cattle ranching, large scale and familiar agriculture, commercial timber and mining. In this context, objecting to promote the conservation of natural resources, the Brazilian government adopted the system of protected areas, Indian lands and quilombo. And also to promote major environmental protection and conservation of resources, were created tools such as the Cadastro Ambiental Rural – CAR objecting to map and monitoring rural properties to comply with the disposed in the brazilian forestry code, considering mainly the legal reserve and the permanently protected areas. Thereby, this research tried to evaluate the capacity of such legal reserves to ensure the conservation of natural resources, making use of the CAR data and other products of governmental agencies researches. Two amazon basins were evaluate through principles of landscape ecology with the use of landscape metrics. The results indicate that the two study areas have different characteristics, one having more capacity to maintain the resources and other markedly more fragmented, indicating also different characteristics of rural properties with different importance to the conservation of the natural resources.

Keywords: Ecology. Deforestation. Habitat fragmentation. Landscape metrics. Legal reserve. Cadastro Ambiental Rural – CAR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 01 – Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal; os dados do ano de 2010 são estimados apenas até a data de 08/2011..... | 18 |
| Figura 02 – Fases distintas do processo de fragmentação..... | 19 |
| Figura 03 – Relação entre tamanho do fragmento e efeitos de borda..... | 21 |
| Figura 04 – Proporção de desmatamento dentro e fora de áreas protegidas na Amazônia Legal e para os estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará..... | 22 |
| Figura 05 – Proporção das unidades de conservação e terras indígenas efetivas no controle do desflorestamento na Amazônia Legal..... | 23 |
| Figura 06 – Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Pará, anexo I da lei estadual nº 6745/2005..... | 25 |
| Figura 07 – Relação entre forma do fragmento e efeitos de borda..... | 28 |
| Figura 08 – Documento representativo de um CAR genérico do estado do Pará, em frente e verso..... | 30 |
| Figura 09 – Estados da região norte do Brasil que aderiram ao CAR..... | 31 |
| Figura 10 – Exemplo de CAR vetorizado mostrando área de preservação permanente (APP), área de reserva legal (ARL), área de uso alternativo do solo (AUAS) e área da propriedade (APRT)..... | 32 |
| Figura 11 – Limites da bacia do rio Cupari..... | 37 |
| Figura 12 – Limites da bacia do rio Itinga..... | 38 |
| Figura 13 – Rodovias que atravessam a bacia do rio Cupari, com destaque para a Transamazônica (BR-230) e seus ramais..... | 39 |
| Figura 14 – Rodovias que atravessam a bacia do rio Itinga, destacando-se a BR-010 e BR-222..... | 39 |
| Figura 15 – Zonas de mapeamento do projeto TerraClass (Amazônia Legal), destacando as zonas utilizadas no presente estudo..... | 41 |
| Figura 16 – Percentual de classes para as bacias do rio Cupari e rio Itinga..... | 44 |
| Figura 17 – Distribuição espacial das áreas de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari..... | 45 |
| Figura 18 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari..... | 46 |

| | |
|--|----|
| Figura 19 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-222, nos limites da bacia do rio Itinga..... | 47 |
| Figura 20 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari..... | 47 |
| Figura 21 – Localização da bacia do Cupari em relação a unidades de conservação..... | 48 |
| Figura 22 – Localização da bacia do Itinga em relação a unidades de conservação..... | 49 |
| Figura 23 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Cupari..... | 53 |
| Figura 24 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Itinga..... | 54 |
| Figura 25 – Representação dos valores de três métricas selecionadas para análise das paisagens, sendo a distância ao vizinho mais próximo (NNDist), índice de forma (Shape) e área nuclear (Core), considerando as bacias do rio Cupari e Itinga..... | 57 |
| Figura 26 – Quantidade de cadastros definitivos e provisórios de propriedades para as bacias do rio Cupari e Itinga..... | 59 |
| Figura 27 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Cupari, destacando as propriedades rurais com os Cadastros Ambientais Rurais – CAR..... | 61 |
| Figura 28 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Itinga, destacando as propriedades rurais com os Cadastros Ambientais Rurais – CAR..... | 62 |
| Figura 29 – Resultado da correlação demonstrando baixa relação entre percentual de floresta remanescente e o tamanho das propriedades da bacia do Cupari e a relação positiva entre percentual de floresta remanescente e o tamanho das propriedades da bacia do Itinga..... | 65 |
| Figura 30 – Exemplo de propriedades rurais em que as áreas de reserva legal compõe floresta primária contínua na bacia do rio Cupari..... | 68 |
| Figura 31 – Exemplo de propriedades rurais na bacia do rio Itinga em que as áreas de reserva legal são compostas de floresta primária..... | 69 |
| Figura 32 – Valores de três métricas selecionadas para análise das paisagens das bacias do rio Cupari e Itinga, sendo a distância ao vizinho mais próximo (NNDist), índice de forma (Shape) e área nuclear (Core area)..... | 72 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01 – Quantificação de classes mapeadas para as áreas de estudo..... | 44 |
| Tabela 02 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem para os fragmentos florestais das bacias de estudo..... | 50 |
| Tabela 03 – Número e proporção do total de fragmentos de acordo com o tamanho, da paisagem da bacia do rio Cupari..... | 51 |
| Tabela 04 – Número e proporção do total de fragmentos de acordo com o tamanho, da paisagem da bacia do rio Itinga..... | 52 |
| Tabela 05 – Dados referentes ao CAR para as bacias do rio Cupari e rio Itinga..... | 59 |
| Tabela 06 - Percentual médio de reserva legal em imóveis rurais nas bacias do rio Cupari e Itinga..... | 63 |
| Tabela 07 – Composição média das áreas de reserva legal na bacia do Cupari em cada classe estudada..... | 64 |
| Tabela 08 – Composição média das áreas de reserva legal na bacia do Itinga em cada classe estudada..... | 64 |
| Tabela 09 – Quantitativo absoluto de áreas de propriedades rurais presentes nas bacias do rio Cupari e do rio Itinga e seus correspondentes de floresta em reserva e áreas a recuperar conforme legislação vigente..... | 67 |
| Tabela 10 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem nas propriedades rurais da bacia do Cupari..... | 70 |
| Tabela 11 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem nas propriedades da bacia do Itinga..... | 71 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 2 OBJETIVOS..... | 15 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 15 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 16 |
| 3.1 DINÂMICA DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA..... | 16 |
| 3.2 FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM AMAZÔNICA..... | 18 |
| 3.3 IMPORTÂNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO..... | 21 |
| 3.4 CÓDIGO FLORESTAL..... | 23 |
| 3.5 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO..... | 25 |
| 3.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM..... | 26 |
| 3.7 CADASTRO AMBIENTAL RURAL E OUTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS..... | 30 |
| 4 MATERIAL E MÉTODO..... | 36 |
| 4.1 ÁREAS DE ESTUDO..... | 36 |
| 4.2 BASE DE DADOS..... | 40 |
| 4.3 ANÁLISE DOS DADOS..... | 41 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 44 |
| 5.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS BACIAS..... | 44 |
| 5.2 ANÁLISE DA PAISAGEM NAS BACIAS..... | 50 |
| 5.3 CADASTRO AMBIENTAL RURAL NAS BACIAS..... | 59 |
| 5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL..... | 63 |
| 5.5 CONTRIBUIÇÃO DO CAR NA CONSERVAÇÃO DAS BACIAS..... | 66 |
| 5.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM APLICADAS AS PROPRIEDADES RURAIS..... | 70 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 74 |
| 7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES..... | 78 |
| REFERÊNCIAS..... | 79 |

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações mundiais no que tange as questões ambientais é relativa à fragmentação de ecossistemas e a consequente perda de biodiversidade das principais reservas florestais tropicais (LAURANCE et al., 2011; VIEIRA et al., 2008; SANTOS et al., 2010). Na região amazônica, que abriga aproximadamente metade de toda floresta tropical remanescente do planeta, a questão é ainda mais preocupante (CARRERO; FEARNSSIDE, 2011).

A conversão de floresta primária para outros usos alternativos do solo vem ocorrendo aceleradamente desde a década de 1970 para os dias atuais, principalmente na porção sul e leste da bacia amazônica (COSTA; PIRES, 2009). Esse processo tem ocorrido grande parte por conta do desenvolvimento da atividade pecuarista (MARGULLIS, 2003; MALHI et al., 2008), agricultura em larga escala e agricultura de subsistência (FUTEMMA; BRONDÍZIO, 2003), exploração madeireira comercial e mineração (FERREIRA; SALATI, 2005).

Os efeitos da fragmentação da paisagem, causada pela alteração do uso e ocupação do solo não planejado, são descritos por diversos autores, que observaram impactos em importantes processos ecológicos (PÜTZ et al., 2010; LAURANCE et al., 2002; HERMANN et al., 2005). Os principais distúrbios da fragmentação são observados na transição entre diferentes tipologias que compõe a paisagem, as chamadas bordas (LAURANCE, 2000; FAHRIG, 2003).

Nesse contexto, com o objetivo de reduzir esses impactos e a fim de promover a conservação dos recursos naturais, o Governo brasileiro adotou o sistema de unidades de conservação e terras indígenas e quilombolas, regulamentadas respectivamente pela lei nº 9.985/2000 e decreto nº 5.758/2006 (VERÍSSIMO et al., 2011).

De maneira geral, de acordo com estudos conduzidos na região amazônica, a eficiência das áreas protegidas na conservação das florestas alcança 20 vezes menos desflorestamento quando comparado ao seu exterior (FERREIRA et al., 2005; NEPSTAD et al., 2006).

Ainda a fim de promover a proteção ambiental, o Governo editou uma legislação específica para tratar do assunto. Em 1965 foi promulgada a lei nº 4.775 que institui o chamado Código Florestal, e nele são definidas áreas de interesse comum e limitando o uso privativo dessas áreas (BRASIL, 1965). São definidas as áreas de preservação permanente (APP) e áreas de reserva legal (ARL), necessárias para o uso sustentável dos recursos naturais

e manutenção do fluxo gênico, recursos hídricos e estabilidade geológica (DELALIBERA et al., 2008).

No estado do Pará, além da Política Ambiental, foi criado em 2006 o Cadastro Ambiental Rural – CAR, através do decreto nº 2.593, visando promover maior controle, monitoramento e recuperação ambiental, sendo posteriormente em 2009, o CAR instituído para todo o território nacional através do decreto nº 7.029 (BRITO et al., 2011; MARTINS; SOUZA-JR, 2011).

Diversos autores (RODRIGUES et al., 2007; DÉSTRO; CAMPOS, 2010; DÉLALIBERA et al., 2008; FIDALGO et al., 2003) têm observado o não cumprimento desses dispositivos instituídos pela legislação ambiental brasileira. Segundo Neumann; Loch, 2002, em parte, o não atendimento da legislação pelos pequenos e médios produtores é causado pela dificuldade econômica para manter essas áreas de APP e ARL, que segundo o autor constituem “estorvos” para a produção destes proprietários rurais.

Assim, nesse estudo, pretendeu-se realizar uma análise da conservação em duas microbacias hidrográficas amazônicas e o percentual de atendimento a legislação ambiental, no que diz respeito ao que é instituído pelo Código Florestal e pelo CAR, no estado do Pará.

Nesse sentido, espera-se que este trabalho possa proporcionar um diagnóstico do desempenho principalmente do CAR, servindo como base para o aprimoramento da utilização deste cadastro para a conservação ambiental no estado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico da paisagem de duas bacias hidrográficas da região amazônica, verificando a contribuição das reservas legais de imóveis rurais para as medidas legais de conservação dos recursos naturais dentro das propriedades e dos limites das bacias selecionadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o uso e ocupação do solo no interior das bacias hidrográficas selecionadas, utilizando-se dos dados cadastrais das propriedades e de mapeamentos temáticos da região amazônica;
- Analisar a composição e configuração das paisagens no interior das bacias hidrográficas selecionadas a partir de métricas de paisagens e índices espaciais;
- Caracterizar as propriedades rurais a partir da análise da composição das reservas legais apresentadas no Cadastro Ambiental Rural – CAR e do mapeamento do uso e ocupação do solo;
- Analisar eventuais diferenças na conservação florestal nos diferentes tamanhos de propriedades e entre o CAR provisório e definitivo;
- Analisar a influência das rodovias no processo de fragmentação de hábitat nas bacias hidrográficas selecionadas;
- Comparar o desempenho dos resultados dos diagnósticos das duas bacias em estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 DINÂMICA DO DESFLORESTAMENTO DA AMAZÔNIA

De maneira geral, a ocupação da região da Amazônia Legal¹ teve início na década de 1950, ocorrendo de maneira pontual, a partir do estabelecimento de pólos de desenvolvimento em paralelo a implantação de projetos de reforma agrária e agropecuaristas (ALVES, 2001).

A partir da década de 1970, com a Política de Integração Nacional, patrocinada pelo Governo Federal ocorreu a implantação de rodovias de integração da região amazônica, como é o caso da BR-230 (Transamazônica), BR-010 (Belém-Brasília), BR-163 (Cuiabá-Santarém) e outras rodovias federais, as quais facilitaram o estabelecimento de projetos de assentamentos e composições de novos núcleos urbanos (BECKER, 2001).

O desflorestamento na Amazônia Legal tem sido crescente notadamente desde a década de 1990. Obras de infraestrutura, como abertura e pavimentação de novas estradas, intensificam o processo de ocupação por facilitar o acesso a áreas mais remotas (FERREIRA et al., 2005).

Assim, o desflorestamento vem ocorrendo próximo a esses polos de desenvolvimento, e, com tendência a ser mais intenso no entorno de áreas já alteradas, proporcionando um aumento na perda de áreas de floresta e em alguns casos, ocorrendo inclusive a destruição por completo da vegetação em grandes extensões (ALVES, 2001).

Nesse sentido, a tendência observada por diversos estudos (FEARNSIDE, 2005; LAURANCE et al., 2004) é o agravamento do desmatamento causado pela expansão urbana, pela especulação de terras próximas as rodovias, intensificação de atividades agrosilvipastoris e, também, pela própria exploração econômica da madeira. Segundo estudo de Lameira et al. (2010), há também grande influência nesse contexto a ocupação ao longo de estradas não oficiais, criadas principalmente por particulares para acesso a áreas mais preservadas para exploração econômica, incentivando práticas de ocupação ilegais.

Na região amazônica brasileira, o desmatamento comumente tem início a partir do corte seletivo de madeira de espécies com maior valor comercial, seguido da extração madeireira para uso como insumo da construção civil. Após estas fases segue-se a extração

¹ Amazônia Legal é a área compreendida por sete estados (Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Pará e Mato Grosso) e as regiões situadas ao norte do paralelo 13° S, dos Estados de Tocantins e Goiás, e ao oeste do meridiano de 44° W, do Estado do Maranhão, disposto pela Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de agosto de 2001.

para uso moveleiro e então ocorre a derrubada das árvores de menor porte, plantando-se em seguida o capim para o início da produção pecuarista (INPE, 2008).

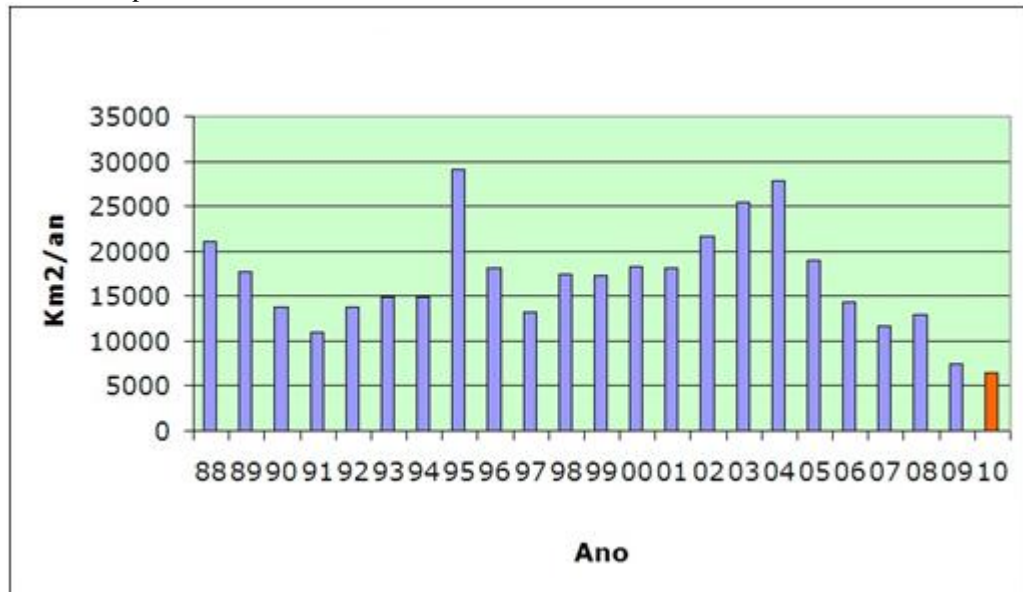
No momento em que ocorre a perda de metade do dossel da floresta primária, tem-se como prática comum a utilização do fogo para realizar limpeza da área, caracterizando o corte raso do que inicialmente constituía floresta para posterior conversão em pastagem (INPE, 2008).

Outra atividade que contribui bastante para o desflorestamento da região amazônica corresponde a agricultura familiar ou de subsistência, que representa aproximadamente 83% das propriedades da Amazônia Legal, segundo estudo de Fearnside (1995), participam com cerca de 30% do total do desflorestamento, indicando ainda que o desmatamento declina a medida que o tamanho das propriedades aumenta.

Por outro lado, a agricultura em larga escala segundo Fearnside (op cit), contribui com cerca de 33% do desflorestamento da Amazônia. Para Costa (1992), o valor por hectare desmatado pela agricultura de larga escala é menor, quando comparado ao da agricultura familiar. Porém, a agricultura familiar desmata de forma mais intensa, cerca de 2-3ha/ano/km² contrastando com 0,4-0,6ha/ano/km² para grandes produtores (HURTIENNE, 2005).

Segundo dados do Programa de Desflorestamento da Amazônia (PRODES) apresentado por INPE (2012), somente para o período de agosto de 2009 a agosto de 2010 a taxa de desflorestamento da Amazônia Legal foi de aproximadamente 6.451km². A média da taxa de desflorestamento, extraída das taxas anuais do PRODES, do ano de 1988 ao ano de 2010, é de 16.749,3km². As taxas absolutas anuais de desflorestamento podem ser observadas na Figura 01.

Figura 01 – Taxa de desflorestamento anual na Amazônia Legal; os dados do ano de 2010 são estimados apenas até a data de 08/2011.



Fonte: Modificado a partir de INPE (2012)..

Os dados apresentados anteriormente indicam que até o ano de 2010 aproximadamente 14,2% do total da Amazônia Legal já foi desflorestada (TRANCOSO et al., 2010; INPE, op cit) sendo a área conhecida como “Arco do Desmatamento”² o epicentro do processo de desflorestamento da Amazônia, onde o processo de transformação da floresta em pasto e terras cultiváveis é mais acelerado (COSTA; PIRES, 2009; TRANCOSO et al, 2010).

Grande parte dessa área do arco do desmatamento está inserida no estado do Pará, sendo o desflorestamento na região conduzido principalmente pela pecuária e cultivo de soja. A queda na taxa de desflorestamento observada na Figura 01 entre os anos de 2004 e 2007 é potencialmente consequência da baixa no preço do grão de soja, do fortalecimento da economia nacional e de maiores intervenções do Governo na questão ambiental (MALHI et al., 2008).

3.2 FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM AMAZÔNICA

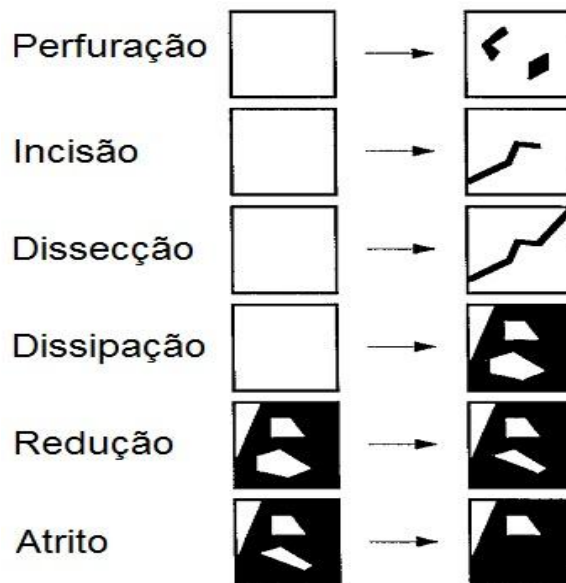
A fragmentação e consequente perda de hábitat é uma das maiores preocupações ambientais causadas pelo processo comum de mudanças no uso e ocupação do solo, por impactar negativamente as características espaciais da paisagem (FRY et al., 2009).

² Arco do Desmatamento é como ficou conhecida a região ao sul e leste da Amazônia.

Segundo Rutledge (2003), ecologicamente o conceito de fragmentação está relacionado a divisão de ecossistemas contínuos em áreas menores denominadas de fragmentos. Os fragmentos, de acordo com Forman (1995), são áreas que contêm condições semelhantes a outras áreas (fragmentos) de uma determinada região.

De maneira geral, o processo de fragmentação pode ser dividido genericamente em cinco fases distintas, que na prática ocorrem simultaneamente, sendo elas: *perfuração*, com a abertura de clareiras isoladas na floresta primária; *incisão*, quando há a abertura de faixas até a área central da floresta; *dissecção*, quando as faixas ultrapassam os limites da floresta criando uma barreira; *dissipação*, quando há efetivamente a perda da floresta e formação de fragmentos isolados em uma matriz de não-floresta (FORMAN, op.cit.); *redução*, quando os fragmentos tem sua área ainda mais reduzida pela pressão antrópica; e por fim o *atrito* com a ocorrência de extirpação e perda de fragmentos (JAEGER, 2000). As fases descritas da fragmentação de paisagem são exemplificadas na Figura 02.

Figura 02 – Fases distintas do processo de fragmentação.



Fonte: Modificado a partir de (JAEGER, op.cit.).

O desenvolvimento do processo de fragmentação através dessas etapas exemplificadas implica basicamente em três consequências resumidas por Rutledge, 2003: aumento no número de fragmentos, redução no tamanho médio dos fragmentos e aumento no total de áreas de borda. Fahrig (2003) acrescenta ainda o aumento no isolamento entre os fragmentos como consequência da fragmentação de hábitat.

Regiões de floresta tropical úmida, como a floresta amazônica, devem ser as áreas prioritárias para conservação (CARRERO; FEARNSSIDE, 2011). Isso decorre do fato que são os ecossistemas terrestres mais ricos em biodiversidade e, até então, as áreas onde ocorrem as maiores taxas de perda de hábitat e que estão reduzindo-se a pequenas áreas ou áreas fragmentadas (TURNER; CORLETT, 1996).

A questão da fragmentação e isolamento de fragmentos nesses ecossistemas é preocupante em decorrência de alguns mecanismos de deterioração que podem ocorrer (TURNER; CORLETT, op cit). Biologicamente, os efeitos da fragmentação podem ser divididos em dois: mudanças microclimáticas no interior e entorno do fragmento; e o isolamento de cada área em relação a outro fragmento remanescente (SAUNDERS et al., 1991).

A remoção de áreas de vegetação nativa altera o balanço de radiação da região através do aumento da radiação solar incidente no solo, alteração do albedo e aumento da irradiação noturna, alterando as temperaturas durante o dia e noite (CANADELL; RAUPACH, 2008; BONAN, 2008). Esta perda de vegetação nativa também altera as taxas de interceptação da chuva e de evapotranspiração, assim, mudando os níveis de umidade do solo. Dependendo da localização do remanescente (vales, encostas etc) e do entorno (pasto, agricultura etc) pode ocorrer maior erosão ou maior deposição de solo (BARBOSA et al., 2010).

Durante e após o isolamento de fragmentos, a persistência de atividade antrópica na área facilita ainda mais a redução de fragmentos, e neste sentido, restringe cada vez mais o tamanho de populações de espécies no interior de cada fragmento (TURNER; CORLETT, op cit; VIEIRA et al., 2008).

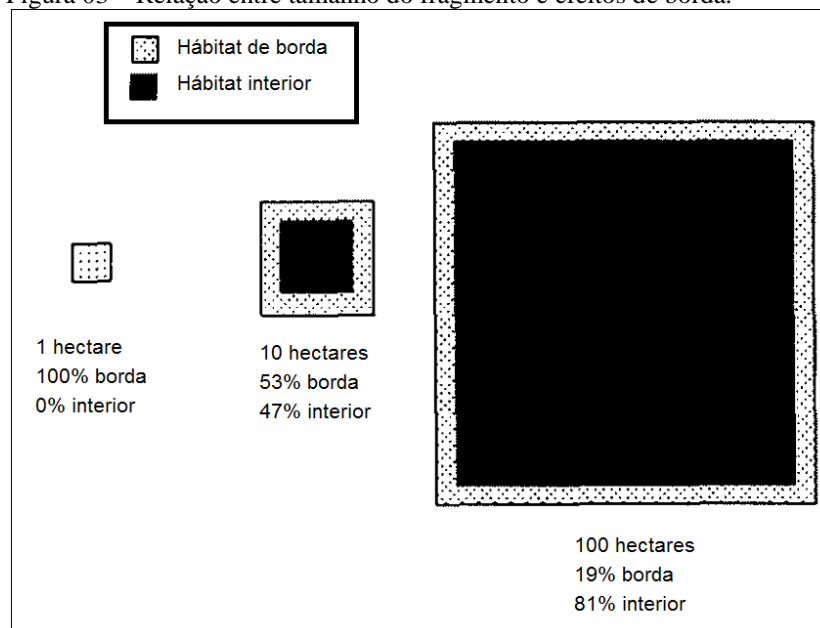
O distanciamento entre fragmentos também pode provocar a redução na imigração de fauna, pois muitos animais hesitam a atravessar áreas abertas, aumentando neste caso o isolamento genético de espécies e dificultando o restabelecimento de populações (TURNER, 1996; SAUNDERS et al., op cit).

Outro problema que ocorre em consequência da fragmentação é o chamado efeito de borda (MURCIA, 1995). O efeito de borda, em estudo realizado na Amazônia central por Laurance et al. (1998), foi provavelmente o responsável pelos índices de mortalidade e dano a espécies arbóreas, causados basicamente por mudanças microclimáticas no fragmento e pelo aumento de turbulências pela ação do vento. A ação do vento pôde ser notada até ~300m (cerca de 8-10 a altura da copa), sendo que os efeitos foram mais severos nos primeiros 100m da borda.

Os efeitos são ainda mais severos em fragmentos pequenos, com forma irregular, apresentando maiores valores de borda/área. Dependendo do formato, fragmentos em ambiente amazônico com área de 100 a 400ha podem apresentar aumento dos impactos do efeito de borda, considerando que mudanças radicais na dinâmica do fragmento ocorrem quando a área torna-se menor que 100ha (LAURANCE et al., 1998).

De acordo com Collinge (1996), grande parte das alterações provocadas pelo tamanho de um fragmento é a criação habitats de borda. A autora, considerando que as alterações provocadas pela borda atinjam 50m de extensão em um habitat de floresta, estabeleceu a proporção ilustrada na Figura 03: em um fragmento de um hectare inexistente habitat de floresta; em fragmento de dez hectares, desses 4.7hectares (47%) são de floresta nativa; e em um fragmento de cem hectares 81% da área é formada por habitat de floresta.

Figura 03 – Relação entre tamanho do fragmento e efeitos de borda.



Fonte: Modificado a partir de Collinge (op.cit.).

3.3 IMPORTÂNCIA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

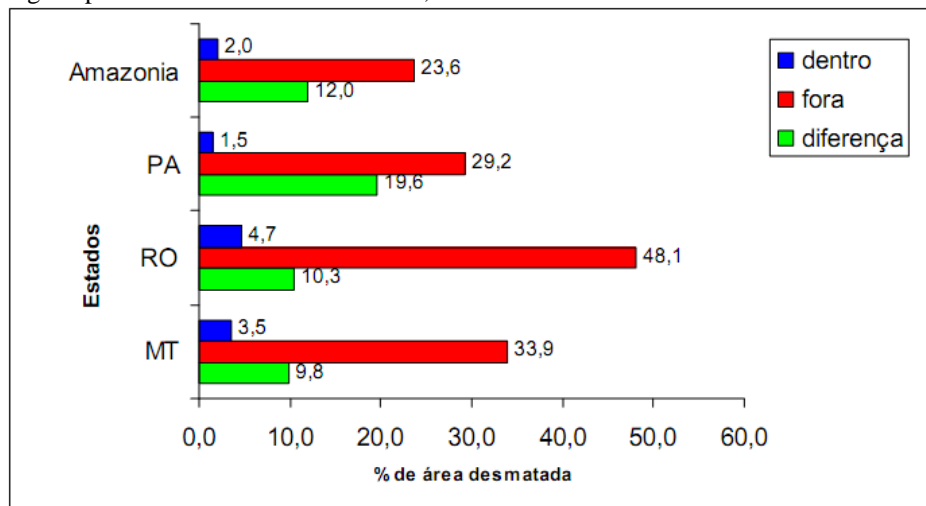
Segundo o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), as unidades de conservação são áreas especialmente criadas pelo poder público que tem como objetivo principal proteger recursos naturais relevantes (MEDEIROS et al., 2011). No Brasil as unidades de conservação são regulamentadas pela lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, a qual institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e estrutura as unidades em dois grupos: unidades de proteção integral e unidades de uso sustentável (BRASIL, 2000).

O grupo de unidades de proteção integral visam a preservação dos atributos ambientais presentes dentro dos seus limites, permitindo-se no seu interior apenas pesquisas científicas e visitação objetivando educação ambiental. Compreendem este grupo as Estações Ecológicas, Reservas Biológicas, Parques Nacionais e Estaduais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre (BRASIL, 2000).

As unidades de uso sustentável tem o objetivo de compatibilizar o uso sustentável dos recursos naturais de seu interior com a conservação ambiental. Constituem esse grupo de unidades as Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Florestas Nacionais e Estaduais, Reservas Extrativistas, Reservas de Fauna e Reservas de Desenvolvimento Sustentável (BRASIL, 2000).

Segundo Soares Filho et al. (2006), as áreas legalmente protegidas, constituem uma ferramenta importante na redução do desflorestamento. De acordo com estudo realizado por Ferreira et al. (2005), que verificou a capacidade de conservação de unidades de conservação da Amazônia Legal, a diferença do desflorestamento no interior de unidades de conservação chegou a ser de quase vinte vezes menor do que externamente aos limites de unidades para o estado do Pará, dez vezes menor no estado de Rondônia, quase dez vezes menor para o estado de Mato Grosso, atingindo uma diferença de doze vezes para a Amazônia Legal, como pode ser observado na Figura 04.

Figura 04 – Proporção de desmatamento dentro e fora de áreas protegidas na Amazônia Legal e para os estados de Mato Grosso, Rondônia e Pará.

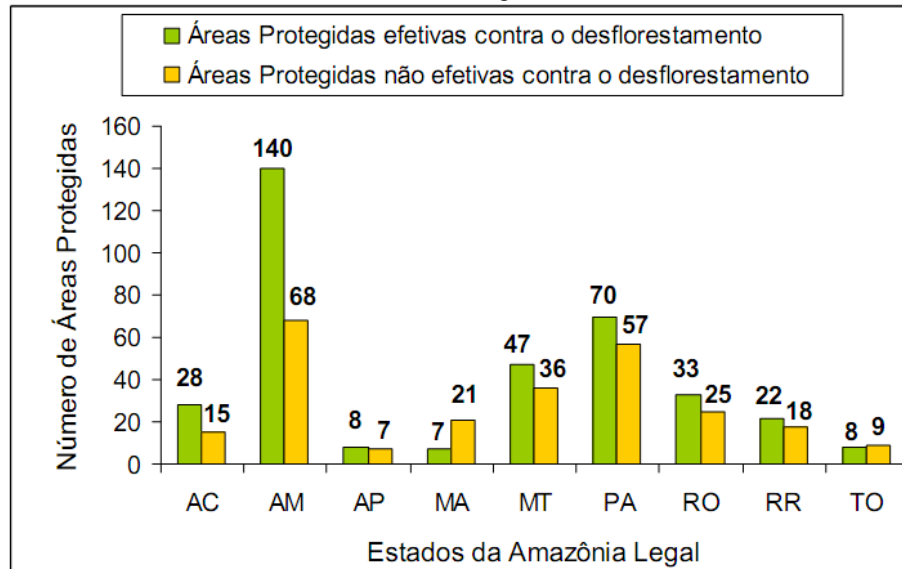


Fonte: Ferreira et al (op cit).

Em estudo semelhante, com o objetivo de testar a efetividade no controle do desflorestamento em unidades de conservação na Amazônia Legal, Nunes (2010), observou

que a maior parte das unidades de conservação analisadas, cerca de 63% das mesmas, tem desflorestamento interno inferior ao desflorestamento observado no entorno de 5km a 10km das mesmas, com maior representatividade do estado do Amazonas e pouca representatividade dos estados do Amapá, Maranhão e Tocantins (Figura 05).

Figura 05 – Proporção das unidades de conservação e terras indígenas efetivas no controle do desflorestamento na Amazônia Legal.



Fonte: Nunes (2010).

Em 2002, através do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), 600.000km² de novas áreas protegidas foram designadas para serem criadas e mantidas pelo governo brasileiro, fato que contribuiu bastante para a redução em 75% do desmatamento na região amazônica entre 2002 e 2009 (SOARES FILHO et al, 2010).

Além do aumento das áreas protegidas, que hoje somam 51% da Amazônia brasileira, Nepstad et al. (2009) destacam que são necessárias outras medidas para conter o avanço no desflorestamento, tais como melhor impor a lei a quem desmata ilegalmente, melhorar a legislação e incentivar comunidades tradicionais que defendem perímetros florestais.

3.4 CÓDIGO FLORESTAL

O Código Florestal, instituído pela lei federal nº 4.771/1965, dispõe acerca dos critérios relativos à gestão de recursos florestais no interior de propriedades privadas em nível nacional (BRASIL, 1965).

De acordo com as características e objetivos do presente estudo, cumpre-se destacar os artigos desta lei que se tornam mais importantes, sendo eles os que tratam do tamanho das propriedades (principalmente das propriedades localizadas na Amazônia Legal) e as características da reserva legal. Também é importante ressaltar que durante o desenvolvimento do estudo, tramitava no Poder Legislativo um projeto de lei que tem o objetivo de revisar o atual Código Florestal, que em 2012 completa 47 anos de promulgação.

A importância dessa informação está no fato que a revisão dessa lei pode promover alterações possivelmente impactantes nos pontos mais relevantes apresentados no parágrafo anterior: as reservas legais. Primeiro pretende-se eliminar a exigência de reserva legal para pequenas propriedades rurais e a segunda alteração é referente a possibilidade de plantio de espécies exóticas para compor a reserva legal (GALETTI et al., 2010).

Outra questão interpolada por Fearnside (2000) sobre essas questões é a “brecha” inserida nessa proposta de atualização do Código Florestal de permitir que as reservas legais possam ser compensadas com áreas de floresta nativa localizadas em outras propriedades. Acredita-se que este fato, outros motivos, poderia dificultar a fiscalização do cumprimento legal pela sociedade civil, perfeitamente possível com o Código Florestal atual.

Mesmo considerando as conclusões discutidas por diversos autores acerca dos problemas relativos a pequenos fragmentos florestais (LAURANCE et al., 1998; TURNER; CORLETT, 1996), incluindo efeitos de borda, restrições de tamanho de populações, redução na imigração de espécimes, facilidade para o avanço no desmatamento e outras, Galetti et al., 2010, consideram de grande valia esses pequenos fragmentos. Tal valor ecológico associado a estes fragmentos refere-se a possibilidade das populações persistirem graças a fluxos entre populações remanescentes facilitados pela curta distância entre fragmentos.

Considerando-se ainda as matas ciliares que compõem as áreas de preservação permanente (APP) esse fluxo entre populações pode ser ainda mais facilitado, interligando fragmentos florestais e estes, por sua vez, a reservas florestais maiores (NG et al., 2004). Essa é uma questão bastante importante haja vista que muitas bacias da região amazônica possuem matas ciliares, compostas por floresta secundária, são as únicas formações florestais que restam conservadas.

No entanto, para Neumann; Loch (2002), a legislação ambiental brasileira, em especial o Código Florestal abarca uma gama de incongruências, pois não considera as características fitofisiográficas do país, a exemplo da região extremo sul, onde mais da metade das áreas é formada por campos. Nesse sentido, para os produtores rurais, especialmente os pequenos

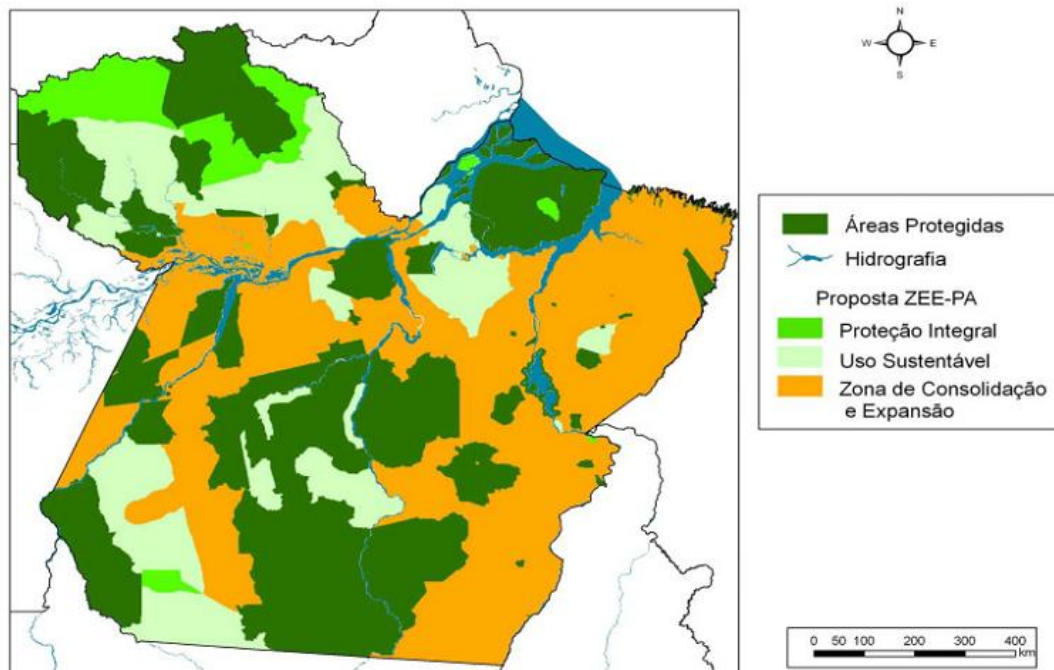
produtores, as poucas florestas, os morros e encostas (áreas de preservação permanente) são “estorvos” do ponto de vista econômico e inclusive, induzem a práticas insustentáveis.

3.5 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO

Em 2005, foi criado o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE do estado do Pará, que se consagra como a base da legislação acerca do ordenamento territorial na esfera do governo estadual. No ZEE é previsto que 65% da área do estado do Pará seja composta por áreas de conservação e 35% para consolidação de atividades produtivas, como a agropecuária (VERÍSSIMO et al, 2006).

Considera-se tais percentuais, pois o território do estado foi dividido em quatro grandes zonas: terras indígenas, unidades de conservação de uso sustentável, unidades de conservação de proteção integral e zona de consolidação de atividades produtivas, como pode ser observado na Figura 06 (lei estadual nº 6745/2005).

Figura 06 – Zoneamento Ecológico Econômico do estado do Pará, anexo I da lei estadual nº 6745/2005.



Fonte: Veríssimo et al. (op cit).

Com a regulamentação do processo de implementação do ZEE em território nacional, através do decreto nº4297/2002, e posteriormente, entre 2004 e 2005, foi elaborado o mapa integrado do ZEE da Amazônia Legal (MMA, 2005).

Ferreira et al. (2005) e Veríssimo et al. (op cit) corroboram com a concepção e implementação de zoneamento como forma efetiva de ordenamento territorial, indicando que é por meio de instrumentos como estes que pode ser alcançada a sustentabilidade no processo de desenvolvimento da região amazônica.

No entanto, são necessárias algumas ressalvas com relação ao assunto, seja como proposto por VERÍSSIMO et al. (2006), que propuseram a alteração de certas zonas específicas do ZEE do estado do Pará, conferindo um balanceamento entre áreas de proteção integral propostas e áreas de uso sustentável, compatibilizando o zoneamento com a realidade da indústria madeireira no estado.

3.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM

O processo de fragmentação da paisagem é resultado das atividades socioeconômicas desenvolvidas na região (LAURANCE et al, 2002). A modificação no padrão de paisagens provém da preferência humana por atributos específicos do ambiente, provocando diferentes percepções do homem sobre o meio e conseqüentemente promovendo diferentes usos do mesmo (GONZALEZ-ABRAHAM et al, 2007).

Uma vez iniciado o processo de fragmentação, a configuração da paisagem é modificada, e, segundo estudos, a alteração da paisagem provoca efeitos nos fragmentos formados. Esses efeitos são provocados pela nova estrutura instalada e são causados, por exemplo, pela distância entre os fragmentos, o tamanho e a forma de cada fragmento, a matriz circundante e o efeito de borda (METZGER, 1997; COLLI, 2003; FAHRIG, 2003).

Cita-se como um dos principais processos que afetam os fragmentos o “efeito de borda” que causa profundos impactos na dinâmica no interior dos fragmentos (MURCIA, 1995). O efeito de borda pode ser estudado através das métricas e índices de paisagem, pois corresponde a um efeito provocado por dois fatores: a forma e o tamanho do fragmento (LAURANCE et al, 2002).

Assim, a forma mais apropriada de se estudar o processo de fragmentação e os efeitos associados correspondem as análises espaciais, podendo-se estimar as mudanças que ocorrem na estrutura da vegetação e, conseqüentemente, a dinâmica biológica (METZGER, 1999). Segundo Fry et al. (2009), o modelo “fragmento-corredor-matriz” é capaz de descrever ambientes, no entanto, constitui uma fase de estudo e o ideal é utilizá-lo integrando-se também dados de biodiversidade da região.

As métricas de paisagem descrevem a estrutura espacial de uma determinada paisagem, fornecendo informações a respeito de cada categoria em análise. Desta maneira, as métricas de paisagem dividem-se em métricas de composição e métricas de configuração (VENTURELLI; GALLI, 2006). As métricas de composição relacionam riqueza, proporção e/ou dominância de classes que compõe a paisagem, sem descrever geometria ou localização. As métricas de configuração, ao contrário, descrevem a geometria e distribuição espacial da paisagem, calculando tamanho, forma e outros (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, 2002).

A métrica de *Área* pode ser considerada a métrica mais simples, mas também é a mais importante e útil dentre as métricas. Isto deve-se ao fato que consiste em uma informação básica para o cálculo de diversos outros índices espaciais, além de que, em conjunto com outros dados, pode ser capaz de inferir informações importantes de um fragmento da paisagem. Corresponde a uma métrica que descreve a composição da paisagem e pode ser calculada no nível de fragmento, classe de fragmentos, bem como no nível de paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

$$\text{Área} = a_{ij} \frac{1}{10000} \text{ onde, } a_{ij} = \text{área } m^2$$

As métricas de *Borda*, por sua vez, são consideradas métricas de configuração da paisagem. São índices importantes, pois refletem fenômenos ecológicos que ocorrem na estrutura de fragmentos, afetando vários fatores, tal como descrito por MURCIA (1995). Em resumo está relacionada ao denominado efeito de borda, e pode ser calculada, mediante variações no algoritmo de cálculo no nível do fragmento, classe de fragmento ou paisagem (MCGARIGAL; MARKS, op cit).

$$\text{Borda Total} = \sum_{k=1}^m e_{ik} , \text{ onde } e_{ik} = \text{comprimento total de borda na paisagem em } m$$

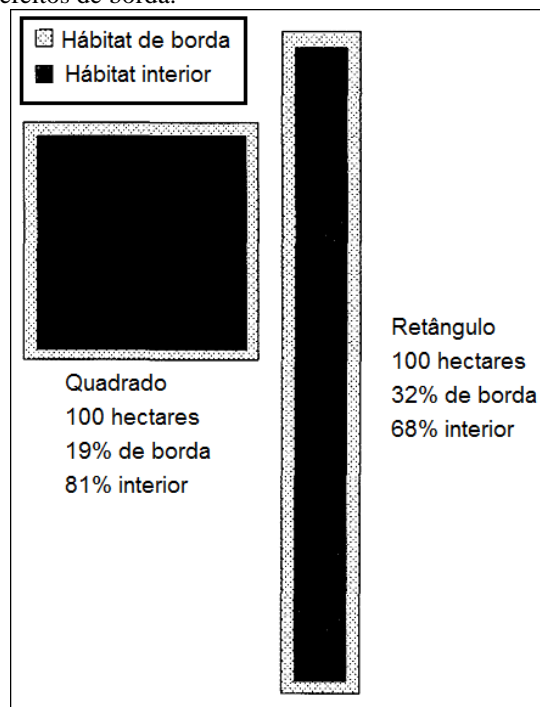
Também estão principalmente relacionadas ao efeito de borda as métricas de *Forma*. Tais métricas refletem a configuração da paisagem e podem ser calculadas para os três níveis de estudo (fragmento, classe e paisagem) e é importante, pois, em conjunto com métricas de tamanho, pode influenciar diversos processos ecológicos, principalmente inter fragmentos (MCGARIGAL; MARKS, op cit).

$$\text{Forma} = \frac{P_{ij}}{\min P_{ij}} , \text{ onde } P_{ij} \text{ é o perímetro do fragmento e } \min P_{ij} \text{ o perímetro mínimo.}$$

Por isso, nos mais diversos estudos que tem como base métricas de paisagem para a análise espacial, é utilizada a métrica de forma do fragmento (*patch shape*), para descrição do ambiente em relação ao fragmento (CUSHMAN et al., 2008; ECHEVERRÍA et al., 2007; ETHERIDGE et al., 2006).

Collinge (1996) demonstra que a forma geométrica do fragmento influencia o alcance que os efeitos de borda sobre a área interior, de floresta. Ou seja, tamanho e forma do fragmento interagem para influenciar na quantidade de área nuclear de um fragmento. A autora estabeleceu que um fragmento quadrado tem perímetro/área menor e consequentemente melhores condições que um fragmento retangular, conforme ilustra a Figura 07.

Figura 07 – Relação entre forma do fragmento e efeitos de borda.



Fonte: modificado a partir de Collinge (op cit).

Tomando-se como base o que os estudos de Murcia (1995) e Laurance et al. (1998) indicam sobre as consequências e alcance do efeito de borda é possível estimar a **área do nuclear do fragmento** (*core area*) efetivamente representativa da estrutura da vegetação nativa da paisagem.

A **área nuclear** é uma métrica que, em resumo, prediz a qualidade de um fragmento para abrigar populações, inclusive de uma melhor forma que a métrica de área, pois a primeira considera o efeito de borda no cálculo. Portanto, é considerada uma métrica de configuração e

também de composição, calculada nas três escalas de estudo (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

$$Núcleo = a_{ij}^c \frac{1}{10000}, \text{ onde } a_{ij}^c \text{ é a área central (m}^2\text{) baseada na medida de borda (m).}$$

Outro fator importante a se considerar é o *grau de isolamento dos fragmentos*, uma vez que a dinâmica biológica pode ser conservada através de fluxos entre populações remanescentes nos fragmentos de uma paisagem (TRUNER; CORLETT, 1996), mesmo quando os fragmentos podem ser considerados pequenos demais para manter populações, por facilitar esse fluxo (GALETTI et al., 2010).

Então, esse aspecto específico, também está presente na maioria dos estudos de análise espacial de paisagens (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, 2002; CUSHMAN et al., 2008; ECHEVERRÍA, 2007), sob a forma da métrica denominada “distância ao vizinho mais próximo” (*nearest neighbor distance*). A *distância ao vizinho mais próximo* é uma métrica que calcula a distância “borda-a-borda” de um fragmento para o fragmento de mesma classe mais próximo. Constitui uma métrica de configuração que pode influenciar muitos processos ecológicos, e pode ser calculada nos três níveis de escala de estudo (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

$$Distância Vizinho Mais Próximo = h_{ij}, \text{ onde } h_{ij} \text{ é a distância (m) ao vizinho mais próximo de mesma classe.}$$

Para Cushman et al. (2008), é desejável a utilização do menor número de métricas para a caracterização da estrutura da paisagem. Segundo Echeverría et al. (op cit), três atributos espaciais são importantes no estudo de fragmentação: área nuclear, forma e isolamento dos fragmentos de floresta.

Em um planejamento sustentável de paisagens, é importante ter como base o tripé abiótico, biótico e cultural (ABC), possibilitando o planejamento de variados temas como mineração, recursos hídricos, vegetação, agricultura, desenvolvimento urbano e recreação. Sendo que, para isso, um planejamento adequado deve seguir fases distintas como foco, análise de paisagem, diagnóstico de paisagem, prognóstico de paisagem, avaliação de cenários futuros e monitoramento da paisagem (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, op cit).

Segundo Cain et al. (1997), em uma abordagem de grande escala, em nível de bacia hidrográfica, uma análise multivariada permite quantificar os padrões da ecologia da paisagem, aliada a cálculos estatísticos para demonstrar a consistência dos dados obtidos.

3.7 CADASTRO AMBIENTAL RURAL E OUTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS

O Cadastro Ambiental Rural – CAR, foi consolidado no estado do Pará através do Decreto nº 1.148 de 17 de julho de 2008, como um instrumento da Política Estadual de Meio Ambiente, sendo um documento declaratório da situação do imóvel rural no momento do protocolo do cadastro (Decreto 1.148 de 17/07/08). Segundo o Decreto nº 7.029 de 10 de dezembro de 2009 Cadastro Ambiental Rural – CAR: representa um sistema eletrônico de identificação georreferenciada da propriedade rural ou posse rural, contendo a delimitação das áreas de preservação permanente, da reserva legal e remanescentes de vegetação nativa localizadas no interior do imóvel, para fins de controle e monitoramento.

O CAR consiste no registro de imóveis rurais na Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA, por meio eletrônico, compondo uma base de dados georeferenciada para fins de controle e monitoramento ambiental (Lei 8.961 de 18/08/08). Nesse cadastro constam todos os dados essenciais do imóvel rural, a saber: área total (APRT), áreas de preservação permanente (APP), área de reserva legal (ARL), áreas de uso alternativo do solo (AUAS), e todos os dados que qualificam os detentores da posse da propriedade, conforme a representação de um documento do CAR genérico apresentado na Figura 08.

Figura 08 – Documento representativo de um CAR genérico do estado do Pará, em frente e verso.

| GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE – SEMA/PA Diretoria de Meio Ambiente – DMA | |
|--|---|
| Cadastro Ambiental Rural | |
| CARIPA nº _____ | Título nº _____/200 |
| Protocolo nº 200 _____ | Data do Protocolo: ____/____/200 |
| DADOS DO PROPRIETÁRIO: | |
| Próprio: _____ RG/E: _____ | |
| DADOS DA PROPRIEDADE: | |
| Propriedade: _____ | |
| Endereço: _____ | |
| Coordenadas Geográficas | |
| Matrícula/Posse: _____ | |
| Área da propriedade Rural Total: _____ ha | Área para Uso Alternativo do Solo: _____ ha |
| Área de Preservação Permanente Total: _____ ha | Área de Reserva Legal Total: _____ ha |
| Área de Preservação Permanente a recompor: _____ ha | Área de Reserva Legal a recompor: _____ ha |
| Área de Reserva Legal a recompor: _____ ha | |
| DADOS DO RESPONSÁVEL TÉCNICO | |
| Engenheiro: _____ | Marca do GPS: _____ |
| CREA: _____ | Modelo do GPS: _____ |
| Número da ART: _____ | Precisão utilizada pelo GPS: _____ |
| LOCAL e DATA: _____, _____, Balém-PA, de _____ de 200 | |
| IMPORTANTE | |
| - A Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA não se responsabiliza por eventual uso indevido do presente CARIPA, advindo de glóbo ou má fé. | |
| - Todos os documentos apresentados, anexados ao Processo, especialmente os pessoais e dominiais, bem como as informações prestadas pelo (a) proprietário (a) do imóvel do imóvel são de sua inteira responsabilidade, respondendo legalmente pelas mesmas de acordo com o art. 259 do Código Penal (Decreto Lei 2848 de 07 de dezembro de 1940). | |
| Da mesma forma, todos os documentos apresentados, anexados ao Processo, bem como as informações técnicas prestadas pelo(a) engenheiro (a) responsável, no projeto técnico, são de sua inteira responsabilidade, respondendo legalmente pelas mesmas de acordo com o art. 259 do Código Penal (Decreto Lei 2848 de 07 de dezembro de 1940). | |
| - Este CARIPA poderá ter sua validade e direito de execução, suspensas ou canceladas, a qualquer tempo, por motivo de irregularidades constatadas, ou em virtude da lei. | |
| - Este CARIPA, não contém emendas ou cancelamentos. | |
| - Cópia autenticada deste CARIPA deve ser mantida na propriedade para efeito de fiscalização. | |
| Este documento pode ser consultado no site do SIMAM Público/PA no endereço www.sema.pa.gov.br | |
| ATENÇÃO: | |
| - O CARIPA não autoriza qualquer alteração ou concessão no imóvel rural, bem como, não autoriza qualquer transação, nem a venda em preço de baixo no mercado por fins de especulação, fundada, não autoriza desmatamentos ou alteração de características físicas a propriedades de crédito público ou privadas, ou que violem o art. 171 da Constituição Nacional e o art. 225 da Constituição de 1988. | |

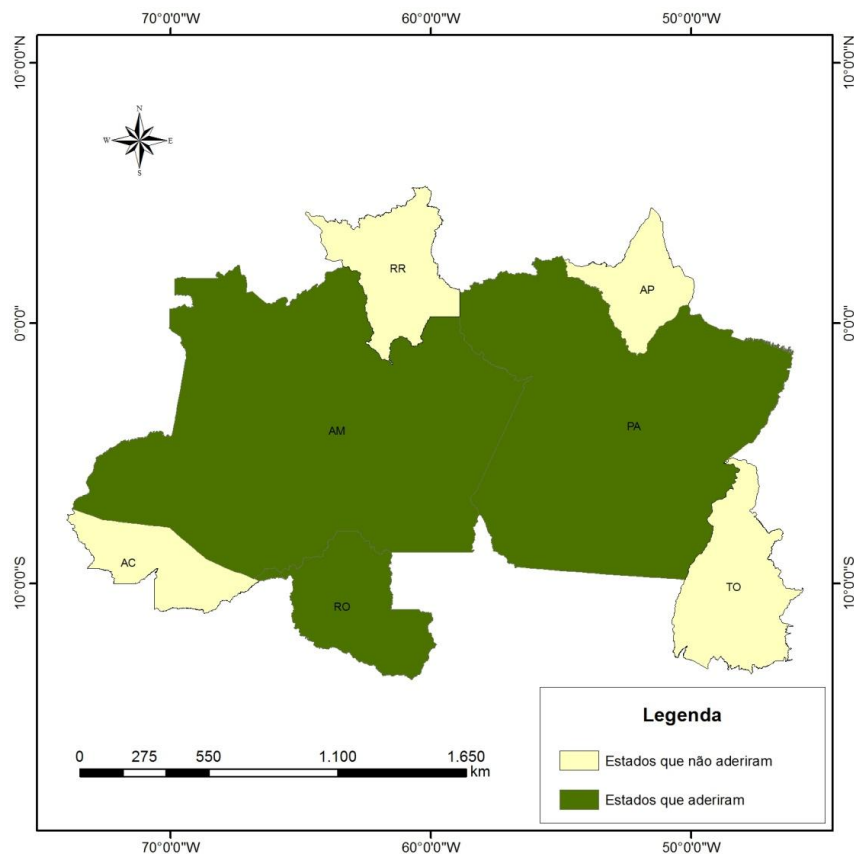
Fonte: Manual orientativo do CAR, SEMA/PA. disponível em www.sema.pa.gov.br.

O cadastramento é obrigatório para todas as propriedades rurais do estado do Pará, não isentando as mesmas do processo de licenciamento ambiental, em caso de atividade produtiva, e também não permite o desmatamento dentro dos imóveis. Uma vez protocolado, o CAR só se torna definitivo após a avaliação técnica da SEMA/PA das propostas de ARL, recomposição de APP (se for o caso), AUAS e demais áreas importantes da propriedade (Instrução Normativa nº 39 de 04/02/10).

Os dados provenientes do cadastramento dos imóveis rurais alimenta um sistema de banco de dados denominado Sistema Integrado de Licenciamento e Monitoramento – SIMLAM, o qual pode ser acessado pela rede mundial de computadores.

Atualmente, outros estados que integram a Amazônia Legal já têm implantado o sistema do CAR ou estão em fase de implantação (Figura 09). Os pioneiros foram os estados do Pará (através do decreto nº 1.148 de 2008) e o estado do Mato Grosso (através da lei nº 8.961 de 2008). Posteriormente, aderiram ao CAR os estados de Rondônia (através da portaria nº 93/GAB/SEDAM de 2009) e do Amazonas (através da Lei 3.635/11). O processo no estado do Acre encontra-se em fase de consolidação do programa juntamente com o Ministério do Meio Ambiente.

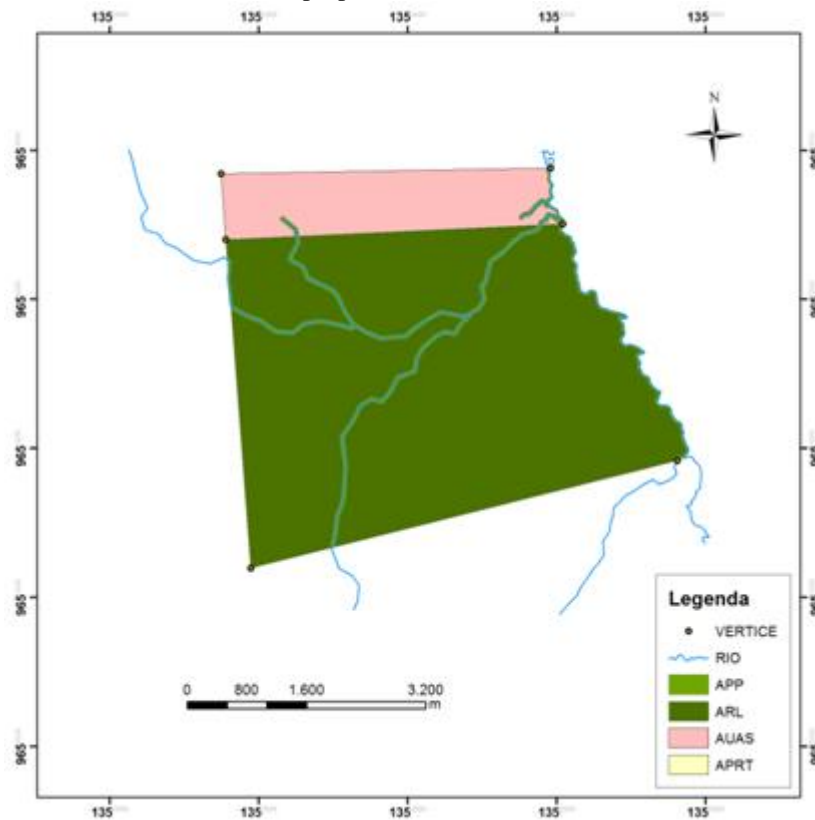
Figura 09 – Estados da região norte do Brasil que aderiram ao CAR.



A partir do Decreto n° 7.029 de 10 de dezembro de 2009, foi instituído o programa federal de apoio à regularização ambiental de imóveis rurais, denominado “Programa Mais Ambiente”, de responsabilidade do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Nesse programa foi instituído o CAR no âmbito da União, como um instrumento no apoio à regularização e monitoramento ambiental rural.

Conforme descrito anteriormente, o CAR constitui uma representação vetorial da propriedade rural, referenciada geograficamente, que reflete um mapeamento com nível de detalhamento bastante elevado, como exemplificado na Figura 10. O polígono representa os limites da propriedade rural, no que é denominado APRT. A área de reserva legal (ARL), que segundo o Código Florestal (Lei n° 5.771) para a região amazônica deve ocupar 80% da área total do imóvel, é representada na cor verde, juntamente com as áreas de proteção permanente (APP). As demais áreas, denominadas de uso alternativo do solo (AUAS) é representada na cor magenta.

Figura 10 – Exemplo de CAR vetorizado mostrando área de preservação permanente (APP), área de reserva legal (ARL), área de uso alternativo do solo (AUAS) e área da propriedade (APRT).



Fonte: SIMLAM SEMA/PA.

Dessa forma, uma vez com o banco de dados carregado com cadastros rurais é possível ter informações suficientes para se realizar uma caracterização da paisagem, em diversas escalas, desde microbacias até um mapeamento do bioma inteiro quando aliado a outras fontes de dados. Esse tipo de mapeamento é um dos objetivos do projeto TerraClass do Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental (INPE, 2009).

Os órgãos de pesquisa e da própria administração governamental adotam padrões de escala espacial para a apresentação de estudos, muitas vezes em escala em nível regional, dado o alto custo e tempo necessários para realizar estudos em níveis mais locais. Assim, a utilização desses dados necessita de alterações quando se trata de estudos mais específicos (BUYANTUYEV; WU, 2007). Nesse sentido, o banco de dados formado pelo CAR soluciona em parte o problema da demanda orçamentária, visto que é um documento autodeclaratório, porém, possibilita a estruturação para apoiar projetos com níveis de detalhamento maior (Portal SEMA/PA, 2012).

Mesmo que os dados apresentados inicialmente no CAR não condigam às características da propriedade rural, quando da análise realizada pela SEMA/PA e posterior emissão do título do CAR definitivo, o proprietário do imóvel rural fica condicionado a recuperar a parcela desmatada da reserva legal, de acordo com o que dispõe a legislação florestal vigente (BRASIL, 1965). Essa medida se faz necessária para o atendimento em parte do que a legislação denomina de “função social da propriedade”, no que diz respeito ao bem estar dos trabalhadores rurais e conservação ambiental.

Nesse contexto cita-se a prática de sistemas agroflorestais que representa formas de cultivos múltiplos em uma mesma área rural, em que há a integração de culturas arbóreas perenes com culturas temporárias ou criação de animais, obtendo maior aproveitamento dos recursos naturais do sistema produtivo (MCADAM et al., 2008). Assim, o apoio a sistemas agroflorestais ganha grande importância no sentido de viabilizar a recomposição florestal das áreas de reserva legal, considerando a necessidade de não imobilizar a economia da região, mas sim aliar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos ambientais.

Ressalta-se que a prática de sistemas agroflorestais constitui um exemplo de como pode-se aumentar a produção agrícola e recuperar as áreas de floresta que devem permanecer em regime de manejo florestal no interior das propriedades rurais, não excluindo outras opções que talvez possam contribuir com maximização de lucros ao produtor como a pecuária extensiva.

Diversos estudos demonstram a viabilidade econômica da utilização de técnicas agroflorestais em propriedades rurais (RODRIGUES et al., 2007, BROWDER; PEDLOWSKI, 2000, BROWDER et al., 2005) haja vista que a sustentabilidade socioeconômica é a abordagem de maior peso, em se considerando agroecossistemas, tendo porém os sistemas agroflorestais um maior equilíbrio entre os fatores social, econômico e ambiental.

Avaliando o quantitativo de áreas já desmatadas na região amazônica, a qual equiparase ao tamanho de diversos estados brasileiros, acredita-se ser possível manter a produção atual sem a necessidade de desmatar mais áreas de floresta e alcançar os princípios sustentáveis propostos na legislação, conforme os dados apresentados pelo projeto de Desmatamento Zero, proposto pelo Museu Paraense Emílio Goeldi e Conservação Internacional.

Dados apresentados pelo censo agropecuário desenvolvido pelo IBGE, demonstram que os municípios paraenses que compreendem as regiões noroeste e sudeste do estado, tem vocação para o desenvolvimento agropecuário. Dentre estes figuram os municípios de Rurópolis e Placas onde está localizada a bacia do rio Cupari.

A maior dificuldade para a aplicação destas técnicas diz respeito ao fator sociocultural relacionado a questão. De acordo com estudos desenvolvidos no nordeste do estado do Pará por Henkel; Amaral (2008) demonstram que os agricultores tendem a optar por métodos produtivos historicamente agregados a cultura da região. Assim, esses colonos em sua maioria por desconhecimento das práticas agrosilvipastoris preferem incentivos a mecanização em detrimento ao reflorestamento, bem como outros fatores como desinteresse, falta de retorno imediato do investimento ou mesmo consideram a área pequena ou possuindo terra inadequada ao cultivo de sistemas agroflorestais.

Mesmo assim, considerando os obstáculos observados no estudo de Henkel; Amaral (op cit), outro estudo desenvolvido no estado de Rondônia (BROWDER et al., op cit), demonstra que a aplicação de técnicas agroflorestais podem ser bem aceitas por agricultores que valoram o desenvolvimento florestal no interior de suas propriedades, fazendo com que ocorra difusão das técnicas agroflorestais pelas propriedades da vizinhança, o que dificilmente ocorre em comunidades rurais onde não há incentivos a esse tipo de produção.

Nesse sentido, salienta-se a importância das políticas públicas e incentivos que facilitem o acesso dos produtores rurais as técnicas agroflorestais, com o intuito de recompor a médio e longo prazo as reservas legais das propriedades rurais. Atualmente a SEMA/PA apenas promove o cadastro dos imóveis, indicando quanto de reserva legal deve ser recuperado. Ou seja, até então apenas mapeando as áreas de produção do estado.

Sabe-se que a configuração da paisagem atual não apenas no estado do Pará, mas na região norte do Brasil como um todo, reflete as diversas políticas de colonização e incentivos à produção promovidos pelo governo brasileiro. Então, a mudança na composição dessas paisagens é um processo que demanda tempo e novas políticas públicas que possibilitem a mudança gradativa nas práticas agrícolas não sustentáveis, conscientizando os colonos da importância do reflorestamento para a manutenção da biodiversidade da região, bem como as possibilidades de incremento na produção com a exploração de manejo florestal.

Um exemplo de uma tentativa de implantação de uma política de reflorestamento no estado do Pará, desenvolvida pela própria Secretaria de Meio Ambiente, consiste no programa “Um bilhão de árvores para a Amazônia”, que pretende reflorestar 20 milhões de hectares com espécies nativas da Amazônia até 2013. Nesse programa, milhares de mudas e sementes de essências florestais foram distribuídos a produtores rurais com o intuito de estimular o plantio e reflorestamento nas propriedades.

A política desenvolvida para a implantação do CAR no estado do Pará contribuiu como a iniciativa para o conhecimento do passivo ambiental no estado. No entanto, a união de programas como o “Um bilhão de árvores para a Amazônia” com o CAR poderia desenvolver resultados ainda mais satisfatórios, a partir da entrega de sementes ao produtor rural no momento da concessão do título do CAR, conjuntamente com um manual de práticas agroflorestais. Esse é um exemplo que poderia auxiliar os agricultores e reduzir os obstáculos sociais para a adoção dessas práticas sustentáveis, ampliando a efetividade do CAR na conservação de recursos naturais no estado do Pará e na Amazônia.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi desenvolvido em escala local, tendo como unidade de gestão a bacia hidrográfica e todas as suas características bióticas e abióticas, segundo metodologia utilizada por diversos autores e órgãos (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, 2002; KERR, 2001; CAIN et al., 1997).

Segundo Kerr (op cit), as bacias hidrográficas podem cobrir vastas áreas, de diferentes tamanhos, porém muitos projetos são desenvolvidos em relação a microbacia. Assim, tomando como base uma bacia como área de estudo, uma análise multivariada permite quantificar os padrões da ecologia da paisagem, aliados a cálculos estatísticos que demonstrem a consistência dos dados obtidos (CAIN et al., op cit).

Duas bacias hidrográficas fizeram parte da análise deste estudo, sendo elas localizadas na bacia hidrográfica do Amazonas e na bacia hidrográfica do Atlântico Norte, segundo a classificação da Agência Nacional de Águas – ANA (Resolução CNRH nº 32, de 15 de outubro de 2003). As bacias onde se desenvolveu o presente estudo foram, respectivamente, a bacia do rio Cupari e a bacia do rio Itinga.

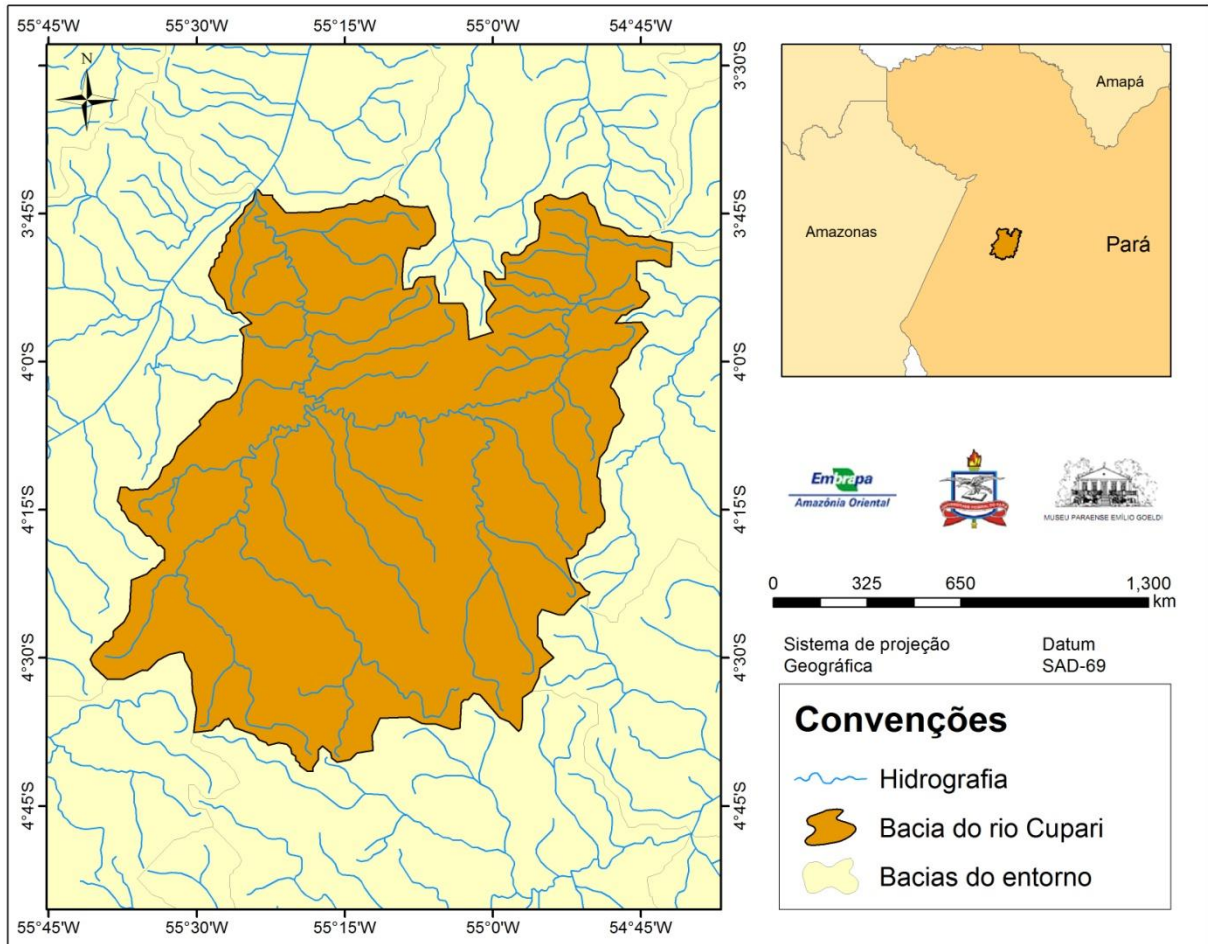
A metodologia de delimitação da área de estudo (bacia hidrográfica) obedeceu o modelo proposto por Otto Pfafstetter, publicada em Verdin; Verdin (1999). Esse modelo utiliza uma série de dez dígitos numéricos para compor uma nomenclatura de toda rede de drenagem do globo, baseada em dados topográficos, introduzindo conceitos de bacia e interbacia. Assim, as redes de drenagem são caracterizadas de sua foz para suas nascentes, sendo que o rio principal recebe algarismos ímpares (interbacias³) e os tributários recebem algarismos pares (bacias⁴).

Desta forma a bacia do rio Cupari tem a nomenclatura 4414, correspondendo a bacia formada por um tributário do rio Amazonas, com 726.862,30 hectares de área e perímetro 531.205,19 metros (Hidroweb/ANA). A localização da bacia do rio Cupari no estado do Pará e seus limites podem ser observados no mapa da Figura 11.

³ Interbacia é uma área que recebe fluxo de água de duas bacias a montante.

⁴ Bacia é uma área que não recebe drenagem de qualquer outra área de drenagem.

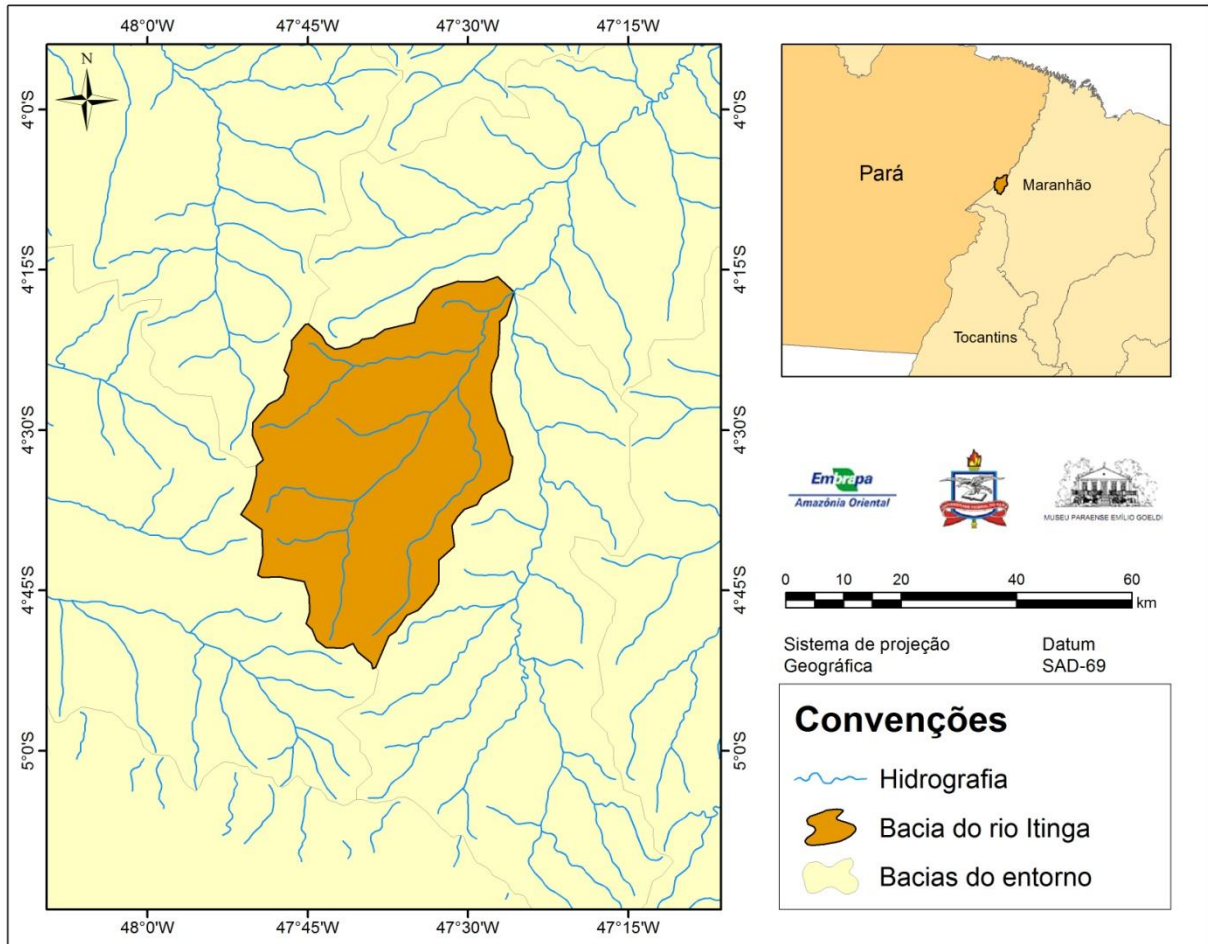
Figura 11 – Limites da bacia do rio Cupari.



A bacia do rio Itinga tem a nomenclatura 7148, correspondendo a bacia formada por um tributário do rio Gurupi, com 194.562,95 hectares de área e perímetro de 203.890,10 metros. Esses dados foram obtidos do banco de dados da ANA, Hidroweb, versão atualizada para o ano de 2006, em formato vetorial (shapefile). A localização da bacia do rio Itinga no estado do Pará e seus limites podem ser observados no mapa da Figura 12.

De acordo com suas localizações, as áreas em estudo localizam-se, em grande parte, na denominada zona de consolidação e expansão. No entanto, a bacia do rio Cupari possui parte de sua área composta por uma unidade de conservação, de responsabilidade federal, a Floresta Nacional do Tapajós, que compõe neste caso zona de uso sustentável.

Figura 12 – Limites da bacia do rio Itinga.

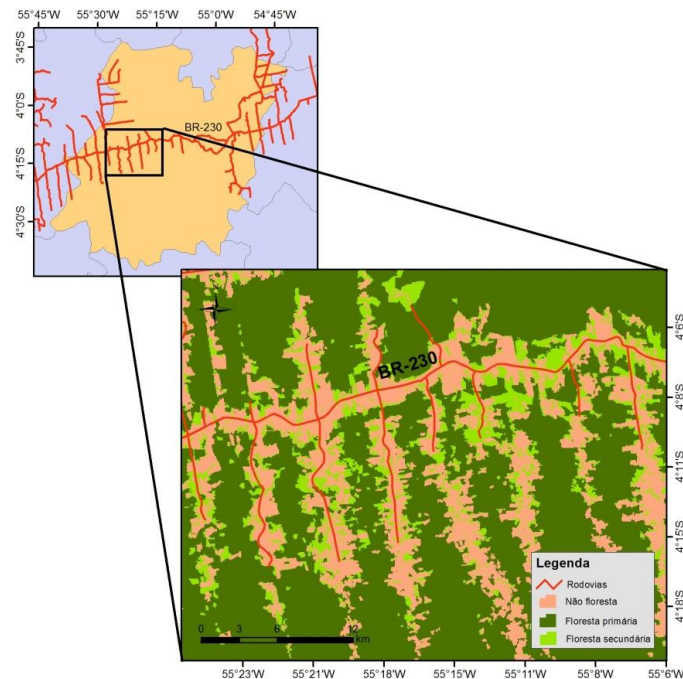


Conforme o mapa integrado apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA com a proposta de zoneamento da Amazônia Legal, a bacia do rio Itinga encontra-se parcialmente localizada em zonas consolidada, consolidada/a recuperar e usos controlados/áreas frágeis.

Apesar de sua localização, foi possível observar que atualmente a área da bacia do Cupari ainda possui potencial florestal, diferentemente da bacia do Itinga, que pouco possui de vegetação primária remanescente, e por conta disso encontra-se parcialmente inserida em área consolidada/a recuperar.

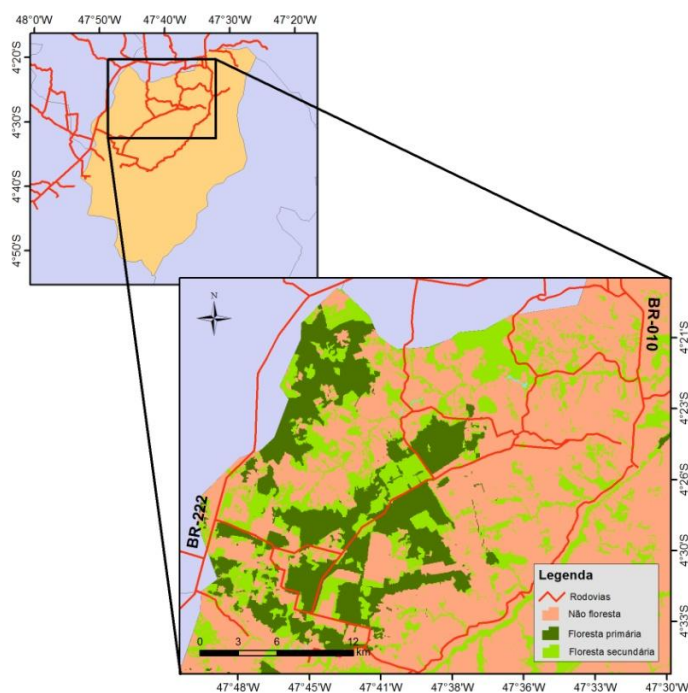
As áreas em estudo, tanto a bacia do rio Cupari, quanto a bacia do rio Itinga, são cortadas por importantes rodovias que integram o estado do Pará às demais regiões do país. Conforme é possível observar na Figura 13, na bacia do Cupari estão presentes a BR-230 (Transamazônica) e um pequeno trecho da BR-163, que possui traçado coincidente à Transamazônica por alguns quilômetros, além de muitos ramais, sendo alguns não oficiais que têm grande importância no processo de desflorestamento, segundo Lameira et al. (2010).

Figura 13 – Rodovias que atravessam a bacia do rio Cupari, com destaque para a Transamazônica (BR-230) e seus ramais.



A bacia do rio Itinga também é atravessada por rodovias importantes como pode ser observado na Figura 14, com destaque para a BR-010 (Belém-Brasília) que conforme encontrado nos estudos de Alves (2001), Laurance et al. (2004) e Lameira et al. (2010) exerceu papel importante no processo de ocupação da região.

Figura 14 – Rodovias que atravessam a bacia do rio Itinga, destacando-se a BR-010 e BR-222.



4.2 BASE DE DADOS

Além dos arquivos digitais obtidos da Agência Nacional de Águas, foram consultadas diversas outras bases de dados oficiais, de onde foram obtidos os arquivos vetoriais e raster necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

Para os dados referentes às propriedades rurais do estado do Pará, a base de dados oficial consultada foi da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA, através do acesso ao banco de todos os cadastros de imóveis rurais oficializados até o início do desenvolvimento da pesquisa, em 2010. Esse banco de dados CAR é acessível através do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental – SIMLAM. Esse sistema, a partir de seu módulo público, permite aos usuários, técnicos, e qualquer cidadão buscar a situação ambiental de qualquer imóvel rural que tenha seu cadastro oficializado à SEMA/PA.

Quando da seleção dos cadastros para o estudo, seguiu-se algumas condições que tornem viáveis a conservação dos recursos naturais, bióticos e abióticos, que sejam visíveis à resolução do imageamento utilizado, além de serem compatíveis com as demais bases de dados. Essas condições foram sugeridas com base em diversas referências bibliográficas de estudos relacionados a fragmentação e perda de habitats, biogeografia de ilhas e suas conseqüências (ECHEVERRÍA et al., 2007; ETHERIDGE et al., 2006; LAURANCE et al., 1998; SAUNDERS et al., 1991).

A seguir são listadas as condições utilizadas como base para seleção das unidades amostrais de propriedades rurais:

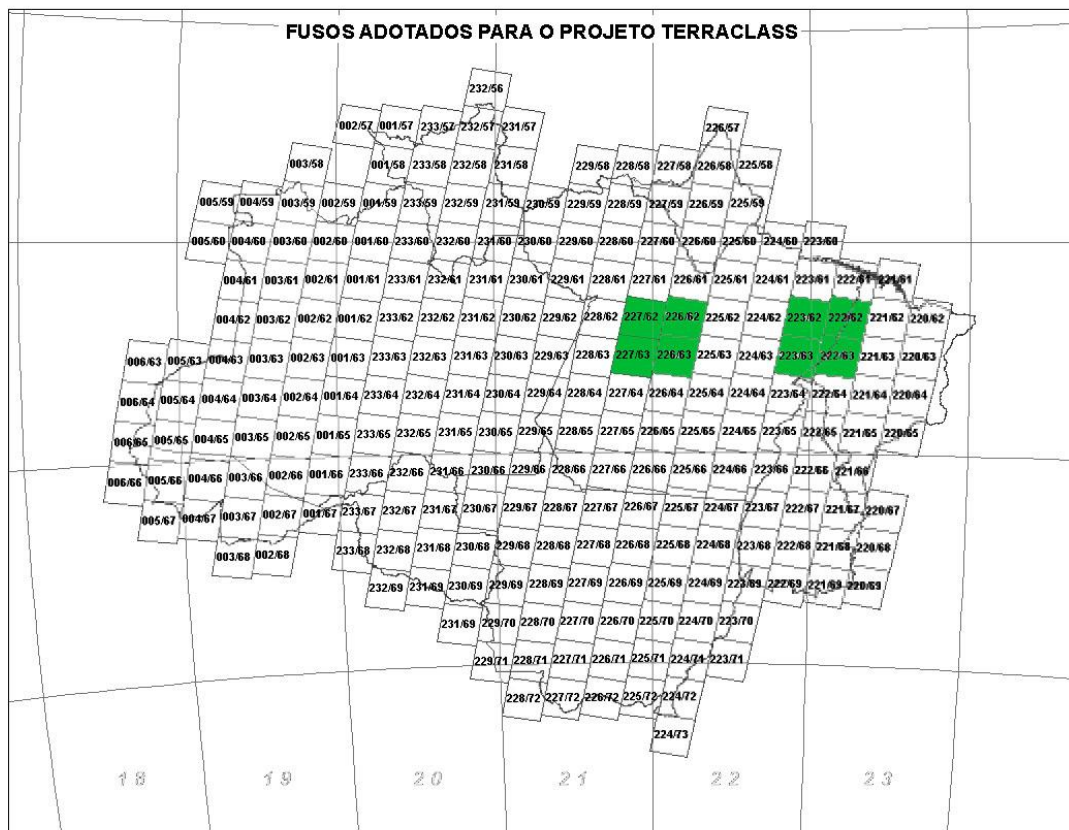
- Localização dentro dos limites do estado do Pará e dentro dos limites da área de drenagem das bacias hidrográficas amostradas;
- Tamanho da área superior a 50ha;
- Cadastro realizado entre os anos de 2008 e 2009, para compatibilização com as demais fontes de dados.

A segunda base de dados utilizada no estudo é um dos produtos proveniente do projeto do INPE/EMBRAPA denominado TerraClass. Esse projeto teve como objetivo realizar a qualificação, a partir de imagens orbitais Landsat/TM5 de 2008, das áreas já desflorestadas da Amazônia Legal. Assim, os dados referentes ao projeto TerraClass resultaram na elaboração de um mapa que descreve a situação do uso e da cobertura da terra no ano de 2008 (INPE, 2009).

Considerando as características dos dados referentes ao mapeamento gerado pelo projeto TerraClass, foram obtidos os dados referentes ao CAR para o mesmo período temporal, ou seja, também para o ano de 2008, para que não houvesse inconsistência entre os mesmos, como indicado anteriormente.

De acordo com a seleção das áreas de estudo foram extraídas as zonas de mapeamento produzidas pelo TerraClass, as quais são similares às órbitas/pontos de imageamento do satélite Landsat5. Neste caso, foram selecionadas as zonas 226/62, 227/62, 226/63 e 227/63 para a bacia hidrográfica do rio Cupari e as zonas 222/62, 223/62, 222/63 e 223/63 para a bacia hidrográfica do rio Itinga, de acordo com a figura 11.

Figura 15 – Zonas de mapeamento do projeto TerraClass (Amazônia Legal), destacando as zonas utilizadas no presente estudo.



Fonte: modificado a partir de INPE (2012).

4.3 ANÁLISE DOS DADOS

Cada órgão de onde foram obtidos todos os dados espaciais utilizados na pesquisa utiliza um padrão de projeção cartográfica, de acordo com seus objetivos. Por esse motivo, foi necessário realizar primeiramente uma reprojeção desses dados a fim de atender os objetivos

específicos do estudo, sendo adotada a projeção cônica equivalente de Albers, pois permite estudos de grande extensão territorial com representação de superfícies com pequena distorção de área (LIMA, 2008). Essa reprojeção foi realizada em ambiente específico de geoprocessamento e Sistema de Informações Geográficas – SIG.

Também em ambiente SIG foi realizada a sobreposição dos dados vetoriais referentes ao CAR das propriedades rurais e os dados oriundos mapeamento de uso e cobertura da terra de 2008, gerados pelo projeto TerraClass, no formato de mapa temático. Devido ao grande número de classes mapeadas pelo projeto TerraClass, neste trabalho foram consideradas as áreas de floresta primária, áreas de floresta secundária e as demais classes foram agrupadas em área de uso alternativo, compondo três classes.

A partir desta etapa foi feito o cálculo do total de pixels das classes referentes a floresta para cada propriedade rural. O produto dessa fase foi uma tabela, a qual foi exportada para uma planilha eletrônica onde foi possível realizar a conversão do total de pixels em área (ha), para efetuar os cálculos necessários.

Ainda em ambiente SIG, com o auxílio do software V-LATE 2.0, foi possível realizar o cálculo das métricas de paisagem. De acordo com vários estudos de ecologia de paisagem (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, 2002; CUSHMAN et al., 2008; ETHERIDGE et al., 2006; FRY et al., 2009, VENTURELLI; GALLI, 2006), foram utilizadas métricas como indicadores estruturais de composição e configuração da paisagem e com um número relativamente pequeno de métricas, tal como indicado em estudo realizado por Cushman et al. (op cit). Assim, as métricas utilizadas neste estudo foram métricas de área, de forma, de área nuclear e de isolamento (distância do vizinho mais próximo).

As métricas de paisagem utilizadas para descrever a composição e configuração das bacias do rio Cupari e rio Itinga foram de área, forma, borda e de isolamento. Para a métrica de área foi calculada a MPS (*Mean Patch Size*, tamanho médio de fragmento) e Número de fragmentos (ou densidade de fragmentos). Para a métrica de forma foi calculada a MSI (*Mean Shape Index*, índice de forma médio). Para a métrica de borda, calculou-se a MPE (média de borda/fragmento, ou *Mean Patch Edge*) e a TE (borda total, ou *total edge*).

Para a caracterização dos fragmentos foram calculadas as métricas de Índice de Forma (*shape index*) e a distância para o vizinho mais próximo (*distance to nearest neighbour*).

As métricas selecionadas correspondem as principais utilizadas para o planejamento e monitoramento de paisagens (BOTEQUILHA-LEITÃO; AHERN, op cit). Isto deve-se ao fato de que tais métricas correspondem a indicadores, mais universais e consistentes que formam um diagnóstico da área (CUSHMAN et al., op cit), sendo capazes de mostrar possíveis

mudanças que podem ocorrer em face a medidas de planejamento (VENTURELLI; GALLI, 2006).

A análise das paisagens das bacias hidrográficas em estudo considerou alguns princípios de biologia da conservação resumidos por Noss (1996), para a caracterização das bacias no presente estudo. Essas premissas básicas são:

- Os maiores fragmentos de vegetação têm maior capacidade de suporte a populações de fauna e flora que os pequenos;
- Fragmentos conectados a outros são mais adequados a conservação de manutenção de espécies que os fragmentos isolados;
- Fragmentos com formato regular têm melhores condições de hábitat que fragmentos de formato mais irregular, em virtude do efeito de borda.

Foram aplicados para o cálculo estatístico o coeficiente de correlação de Pearson, com nível de decisão 0.05 para o teste da associação entre o percentual de área remanescente e o tamanho da propriedade rural. Todos os cálculos e transformações estatísticas foram conduzidos em software estatístico específico (Biostat 5.0).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS BACIAS

O resultado do mapeamento da cobertura e uso do solo nas bacias do rio Cupari e do rio Itinga indica uma paisagem mais conservada e menos conservada, respectivamente, considerando as áreas de floresta presentes no interior dos limites de cada bacia.

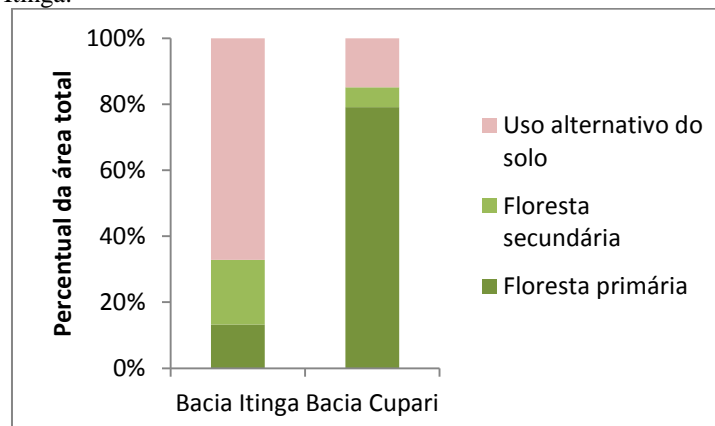
As áreas de floresta secundária constituem todas as áreas de floresta que já sofreram algum tipo de intervenção antrópica e quando da realização do mapeamento do projeto TerraClass encontravam-se em estágio de regeneração, ou ainda áreas onde desenvolvem-se projetos de reflorestamento, considerando que o mapeamento não distinguiu essas classes, agrupando-as em floresta secundária, apenas.

A quantificação das classes mapeadas no estudo pode ser observada na Tabela 01 e na Figura 16 a seguir.

Tabela 01 – Quantificação de classes mapeadas para as áreas de estudo.

| Bacia | Área total | Floresta primária | | Floresta secundária | | Outros Usos | |
|------------|------------|-------------------|-------|---------------------|-------|-------------|-------|
| | | ha | % | ha | % | ha | % |
| Rio Cupari | 726.862,30 | 574.891,18 | 79,09 | 44.038,73 | 6,06 | 107.932,39 | 14,85 |
| Rio Itinga | 194.562,95 | 25.735,73 | 13,23 | 38.107,44 | 19,59 | 130.719,78 | 67,18 |

Figura 16 – Percentual de classes para as bacias do rio Cupari e rio Itinga.

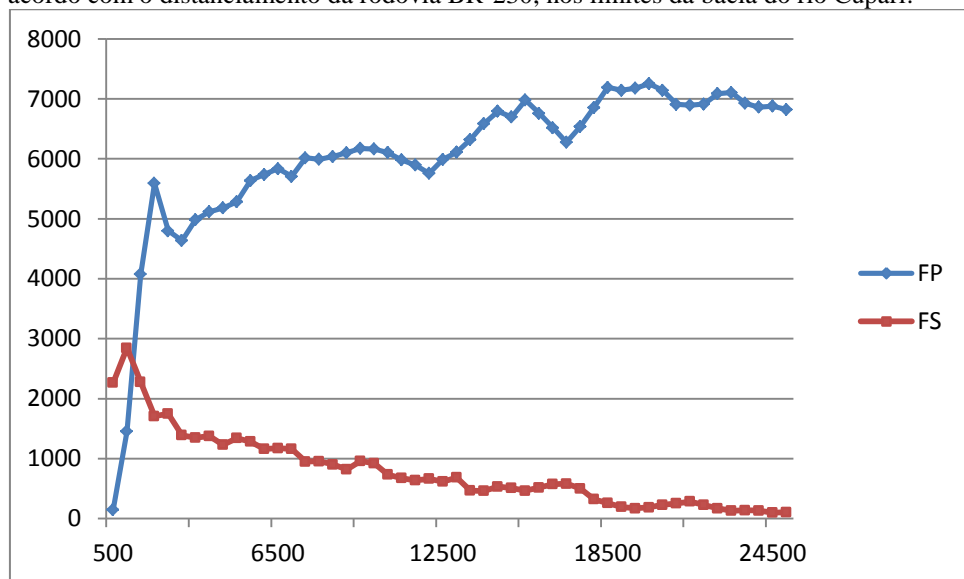


Pode ser observado em ambas as paisagens das áreas de estudo perda líquida das áreas de floresta primária, provavelmente ocasionadas pelo processo histórico de ocupação as margens dessas rodovias que atravessam as bacias. Becker (2001) descreveu em seu estudo esse processo que se desenvolve na região amazônica.

Santos; Tabarelli (2002) observaram perda de aproximadamente 95% dos remanescentes florestais no primeiro km mais próximo de rodovias situadas na mesma região, como a BR-163. Alguns estudos realizados na região da Transamazônica por Alves (2003) e Venturieri (2003), indicaram que na mesma vem ocorrendo um processo de intensificação do uso da terra.

Assim como observado por Venturieri (op cit), em estudo realizado no município de Uruará próximo a faixa da rodovia BR-230 (Transamazônica) as áreas de floresta primária apresentam as menores taxas quanto mais próximo a rodovia como pode ser observado na Figura 17, referente a análise realizada para a bacia do rio Cupari.

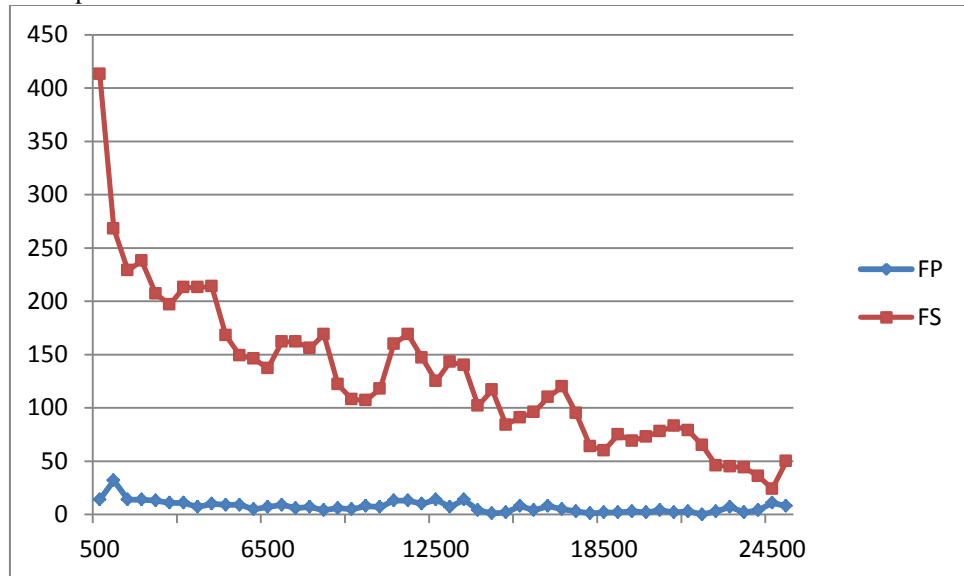
Figura 17 – Distribuição espacial das áreas de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari.



Com relação ao número de fragmentos as proximidades da rodovia Transamazônica o comportamento estatístico observado é inversamente ao projetado anteriormente, de acordo com a Figura 17. O número de fragmentos de floresta secundária é bastante elevado próximo a faixa (2,5km de cada lado da rodovia) decrescendo conforme o distanciamento aumenta. Os fragmentos de floresta primária mantêm-se quase sem alterações em número, apenas em área conforme mostrado no gráfico anterior.

Essa tendência pode ser explicada pela intensificação de atividades produtivas nas proximidades do eixo de rodovias na região amazônica, assim como observado no município de Uruará por Venturieri (2003) que realizou o estudo baseando-se o eixo da rodovia BR-230 (Transamazônica).

Figura 18 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari.



Na bacia do rio Itinga a dinâmica de ocupação do solo próximo à rodovia BR-222 mostra-se semelhante a observada para a bacia do rio Cupari. Inicialmente próximo ao eixo dessa rodovia há uma área bastante reduzida de floresta primária e uma área um pouco superior de floresta secundária.

Para a floresta primária, a área total não apresenta alteração significativa conforme o distanciamento da rodovia, visto que os remanescentes florestais de vegetação primária na bacia do rio Itinga são escassos. Com relação às áreas de vegetação secundária, há um aumento gradual dessa área a partir do distanciamento da BR-222 e, decrescendo, conforme há a aproximação de outra rodovia importante para a região, a BR-010.

A Figura 18 demonstra essa tendência de aumento inicial da área de cobertura de vegetação secundária com relação a BR-222 e gradual decréscimo de acordo com a proximidade da BR-010.

Com relação ao número de fragmentos observados na bacia do rio Itinga, conforme o afastamento do eixo da rodovia BR-222, observa-se um padrão diferente quando comparado com a bacia do rio Cupari. Neste caso o número de fragmentos apresenta uma configuração

semelhante a área ocupada pelas classes de vegetação primária e secundária, elevando-se conforme aumenta a distância do eixo da BR-222, conforme ilustra a Figura 19.

Figura 19 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-222, nos limites da bacia do rio Itinga.

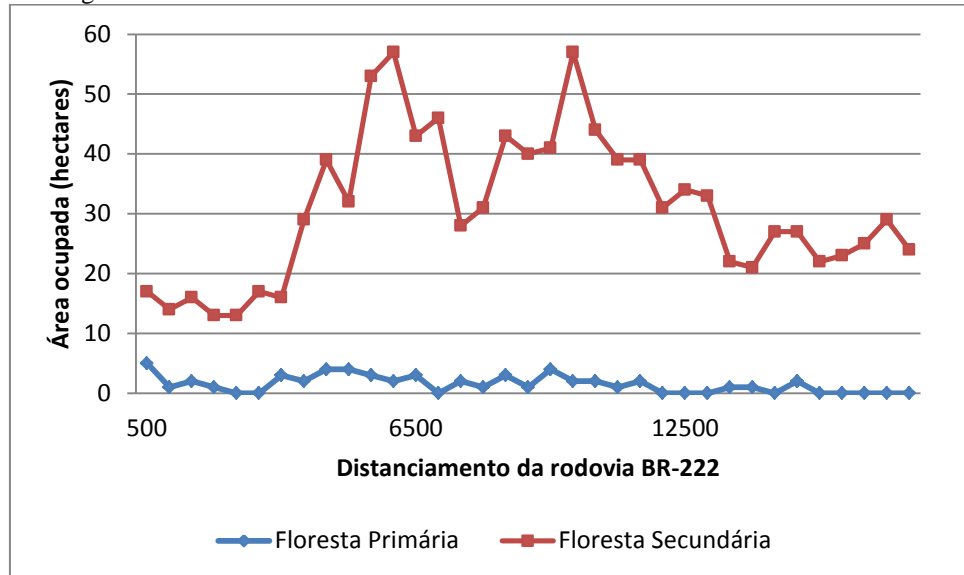
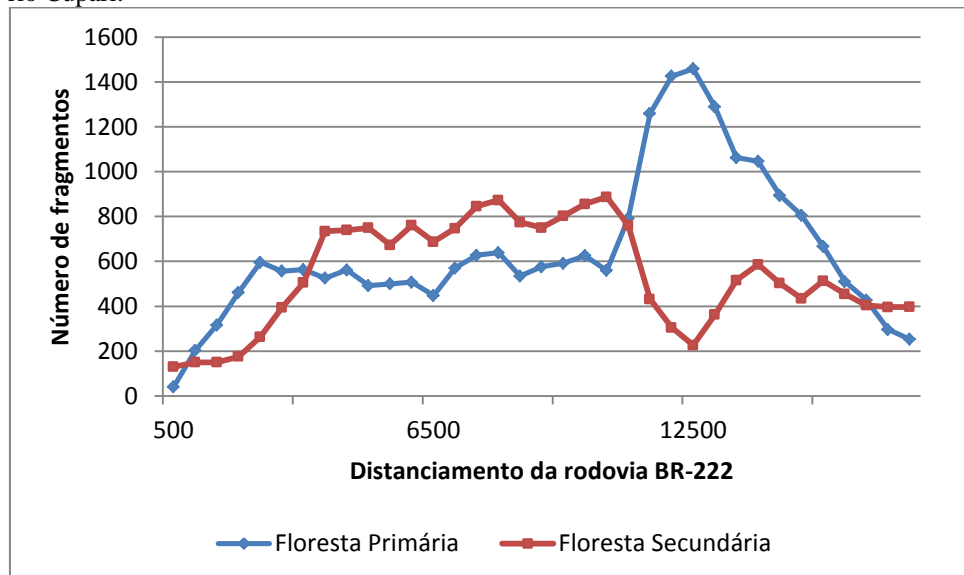


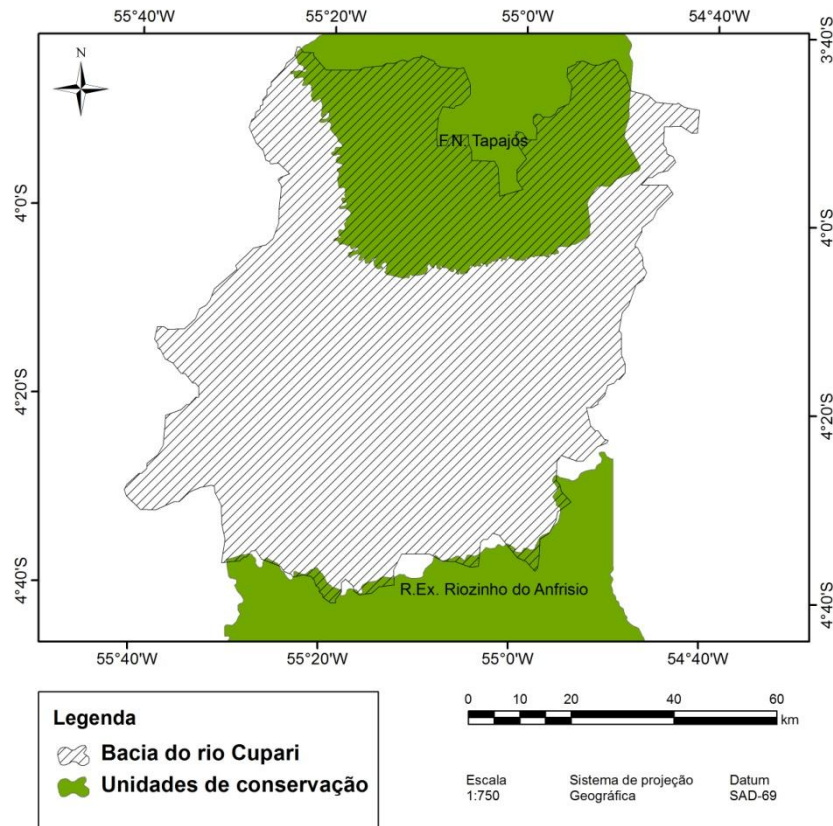
Figura 20 – Distribuição espacial dos fragmentos de floresta primária e floresta secundária de acordo com o distanciamento da rodovia BR-230, nos limites da bacia do rio Cupari.



Por outro lado, é possível observar na Figura 21 que a bacia do Cupari encontra-se cercada por unidades de conservação tanto de proteção integral, como o Parque Nacional da Amazônia e a Estação Ecológica Iriri Xingu, quanto de uso sustentável, como as Florestas Nacionais do Tapajós e Altamira, segundo a base de dados oficial do SISCOM/IBAMA.

Além disso, a área da Floresta Nacional do Tapajós encontra-se parcialmente sobreposta a área da bacia do Cupari, ocupando aproximadamente 25% da área total ao norte da bacia, e, contíguo ao limite ao sul da bacia está inserida a Reserva Extrativista Riozinho do Anfrísio.

Figura 21 – Localização da bacia do Cupari em relação a unidades de conservação.



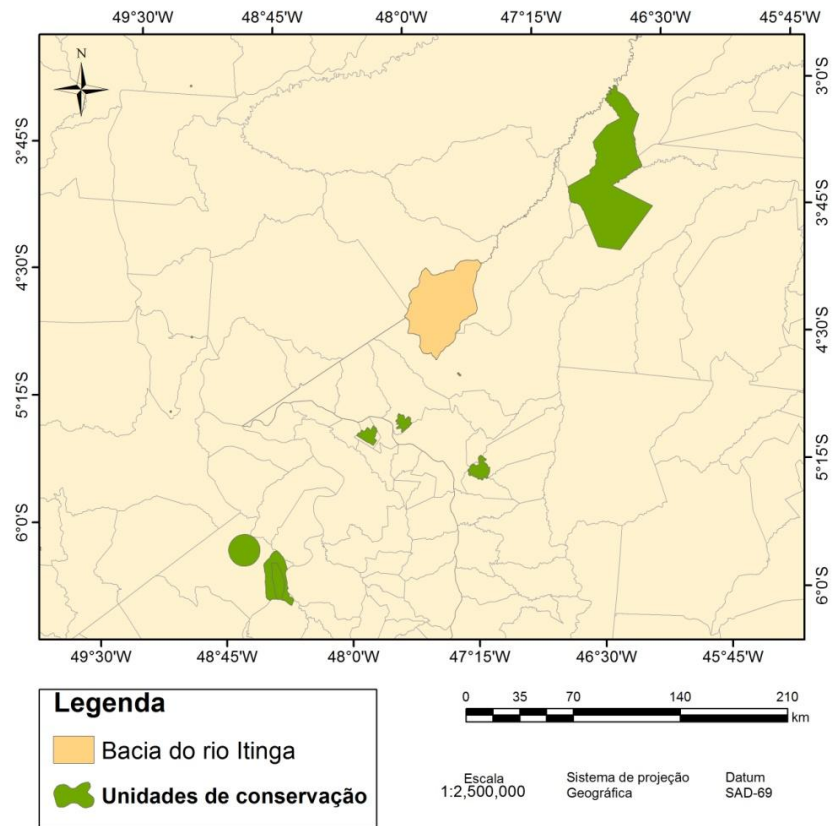
São, portanto, fatores que influenciam no estado de conservação da vegetação na área da bacia do Cupari, tal como observado em estudo sobre o tema realizado por Ferreira et al, 2005 em unidades de conservação de quatro estados da Amazônia Legal, e também conforme resultados obtidos por Nunes, 2010 também para as principais unidades de conservação localizadas nos limites da Amazônia Legal.

Na região do estado do Pará onde encontra-se localizada a bacia do rio Itinga a quantidade de unidades de conservação é menor, possuindo também áreas mais reduzidas do que as unidades de conservação próximas a bacia do rio Itinga.

Assim, nesse contexto, as unidades mais próximas aos limites da bacia do Itinga são a R.B. do Gurupi a aproximadamente 79km de distância, as Resex do Ciriáco e Mata Grande a

cerca de 72km de distância e a APA São Geraldo do Araguaia 162km de distância, conforme pode ser observado na Figura 22.

Figura 22 – Localização da bacia do Itinga em relação a unidades de conservação.



5.2 ANÁLISE DA PAISAGEM NAS BACIAS

Os resultados da análise espacial executada em ambiente SIG, referente a paisagem das bacias em estudo é mostrada na Tabela 02 a seguir:

Tabela 02 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem para os fragmentos florestais das bacias de estudo.

| MÉTRICAS | BACIA CUPARI | BACIA ITINGA |
|--|--------------|--------------|
| Área total | 726.862,30ha | 194.562,95ha |
| Área de vegetação remanescente | 611.104,54ha | 62.047,79ha |
| Número de fragmentos floresta primária | 406 | 104 |
| Número de fragmentos floresta primária | 7726 | 1682 |
| Densidade de borda | 27,9 | 91,79 |
| Borda total | 17.160,56km | 5.695,46km |
| Média de borda/fragmento | 2109,73m | 3188,95m |
| Índice de forma médio | 1,762 | 2,006 |
| Tamanho médio de fragmentos | 135.812,29ha | 34,74ha |
| Razão perímetro/área média | 0,058 | 0,064 |

A bacia do rio Cupari possui uma área quase dez vezes maior que a bacia do rio Itinga e apresenta duas áreas formadas por floresta primária contínua, sendo uma ao norte da rodovia BR-230 que corresponde a mais de 200.000 hectares da área da bacia e uma área ao sul da rodovia, compreendendo mais de 300.000 hectares da bacia. Assim, foram verificados 8.132 fragmentos florestais, sendo 406 deles de floresta primária.

O tamanho dos fragmentos na bacia do Cupari variou de pequenos fragmentos de vegetação secundária menores que 1 hectare até 3.004 hectares. A maioria dos fragmentos, aproximadamente 88% do total têm área menor ou igual a 10 hectares. Dos fragmentos analisados, 82 têm área superior a 100 hectares (ou seja, cerca de 1%), e desse número, apenas 12 fragmentos tem área superior a 500 hectares como mostra a Tabela 03.

Esse cenário observado indica o que Rutledge (2003) definiu como implicações de um processo de fragmentação, marcado pela divisão de um ecossistema natural em fragmentos menores resultantes de atividades antrópicas. Os efeitos históricos provocados pela perda de habitats florestais são frequentemente indicados na literatura como as grandes ameaças para espécies em risco de extinção (EWERS et al., 2006).

Tabela 03 – Número e proporção do total de fragmentos de acordo com o tamanho, da paisagem da bacia do rio Cupari.

| CLASSE DE TAMANHO DE FRAGMENTOS (ha) | NÚMERO DE FRAGMENTOS | % TOTAL DE FRAGMENTOS |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| 0 - 10 | 7190 | 87 |
| 10 - 20 | 739 | 8 |
| 20 - 30 | 154 | 1 |
| 30 - 40 | 97 | 1 |
| 40 - 50 | 53 | 0,5 |
| 50 - 60 | 41 | 0,5 |
| 60 - 70 | 29 | 0,3 |
| 70 - 80 | 21 | 0,2 |
| 80 - 90 | 18 | 0,2 |
| 90 - 100 | 8 | 0,09 |
| 100 - 200 | 41 | 0,5 |
| 200 - 300 | 14 | 0,1 |
| 300 - 400 | 9 | 0,1 |
| 400 - 500 | 6 | 0,07 |
| 500 - 3000 | 12 | 0,1 |
| Total | 8132 | 100 |

Com relação à bacia do Itinga, o tamanho dos fragmentos variou de pequenos fragmentos de vegetação secundária menores que 1 hectare até 7.409 hectares. A maioria dos fragmentos, aproximadamente 79% do total têm área menor ou igual a 10 hectares. Dos fragmentos analisados, 77 têm área superior a 100 hectares (ou seja, cerca de 4%), e desse número, apenas 17 fragmentos tem área superior a 500 hectares. Esses dados podem ser observados na Tabela 04 a seguir.

Tabela 04 – Número e proporção do total de fragmentos de acordo com o tamanho, da paisagem da bacia do rio Itinga.

| TAMANHO DE FRAGMENTOS (ha) | NÚMERO DE FRAGMENTOS | % TOTAL DE FRAGMENTOS |
|----------------------------|----------------------|-----------------------|
| 0 - 10 | 1414 | 79 |
| 10 - 20 | 132 | 7 |
| 20 - 30 | 48 | 3 |
| 30 - 40 | 37 | 2 |
| 40 - 50 | 21 | 1 |
| 50 - 60 | 19 | 1 |
| 60 - 70 | 11 | 1 |
| 70 - 80 | 12 | 1 |
| 80 - 90 | 10 | 1 |
| 90 - 100 | 5 | 0.3 |
| 100 - 200 | 29 | 2 |
| 200 - 300 | 19 | 1 |
| 300 - 400 | 7 | 0,4 |
| 400 - 500 | 5 | 0,3 |
| 500 - 7400 | 17 | 1 |
| Total | 1786 | 100 |

Como é possível observar nos dados das Tabelas 03 e 04 no mapa de uso e cobertura do solo das paisagens nas Figuras 23 e 24, a bacia do rio Cupari é formada por uma matriz florestal, considerando que mais de 75% da área da bacia é composta por floresta primária, com um processo de fragmentação desenvolvido próximo ao eixo das estradas e rodovias presentes na região. Na bacia do rio Itinga, a matriz da paisagem é composta de outros usos do solo, em maior parte pastagens, sendo a área de floresta primária inferior a 15% da área total da bacia.

Figura 23 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Cupari.

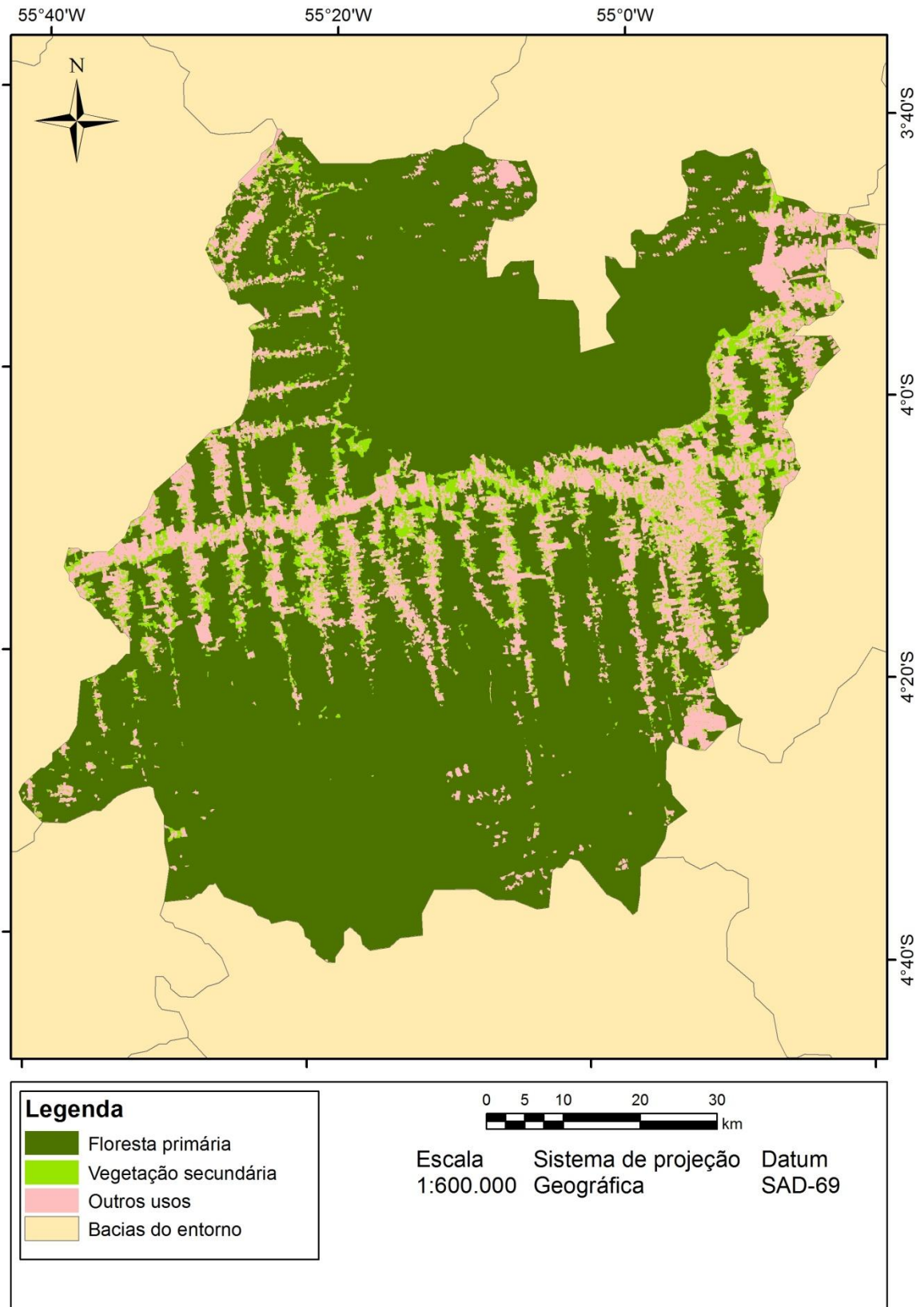
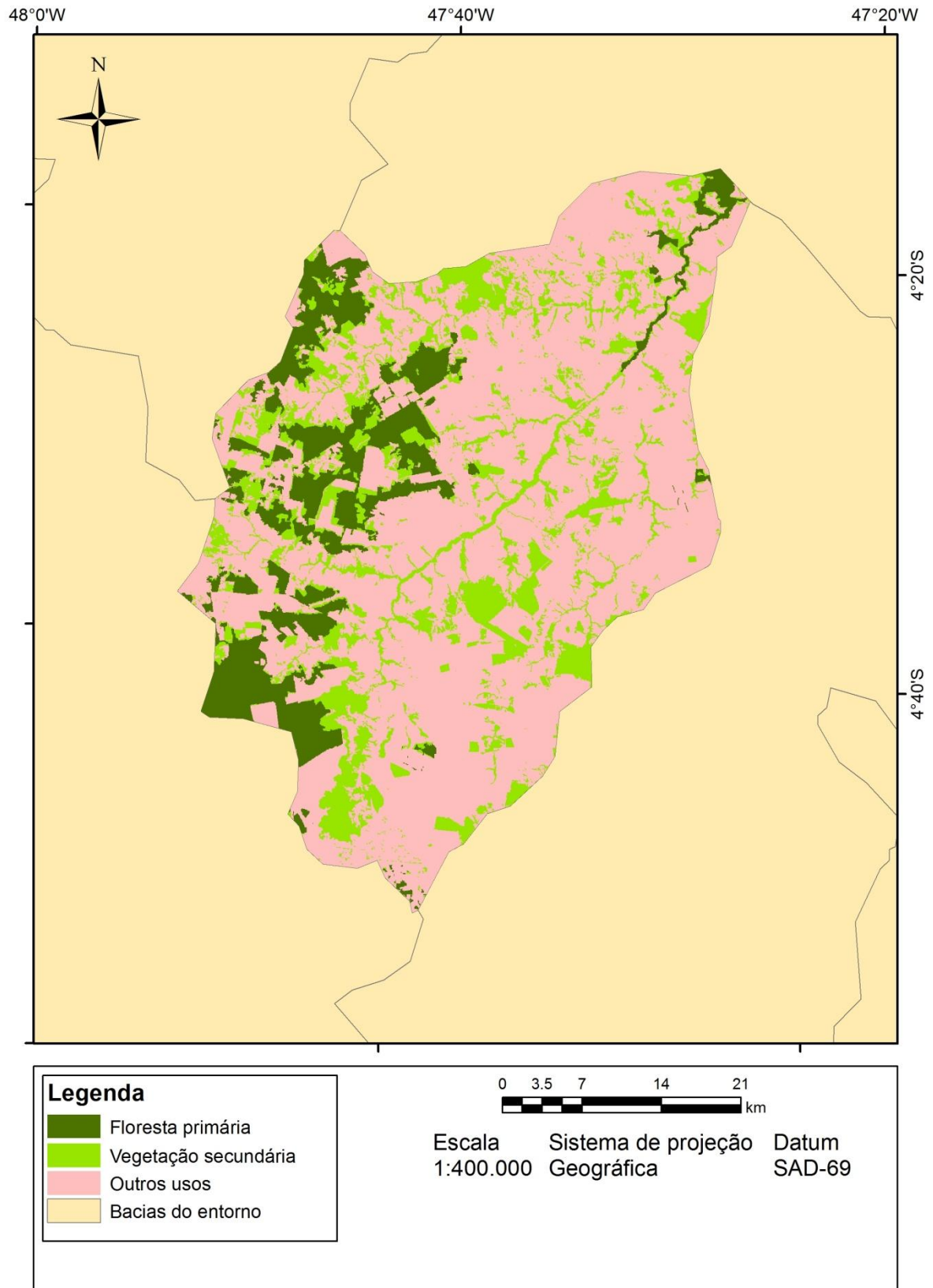


Figura 24 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Itinga.



Considerando o desempenho obtido na métrica número de fragmentos, ou densidade de fragmentos, as duas bacias em análise possuem uma condição semelhante de fragmentação da paisagem. Isso ocorre porque ambas as paisagens apresentam grande densidade de fragmentos.

A densidade ou número de fragmentos é a métrica mais simples utilizada para quantificar a fragmentação de uma paisagem, refletindo a composição da mesma, podendo ser utilizada para comparação entre paisagens. No entanto, a densidade de fragmentos corresponde a uma análise inicial para o cálculo de outras métricas capazes de caracterizar melhor a fragmentação (MCGARIGAL; MARKS, 1995; RUTLEDGE, 2003).

Nesse sentido, a utilização unicamente dessa métrica não possibilita uma avaliação do estado de conservação das bacias, demonstrando a necessidade da utilização de outros índices para melhor descrição e comparação entre essas paisagens. No entanto, a densidade de fragmentos pode ser útil quando analisada em conjunto com a métrica “tamanho médio de fragmentos” pois essas métricas estão relacionadas ao número de fragmentos e a área total da paisagem (TURNER, 2005).

Assim, apesar da paisagem da bacia do Cupari apresentar maior densidade de fragmentos e a distribuição desses fragmentos por tamanho se assemelhar a paisagem da bacia do Itinga, o tamanho médio dos fragmentos da bacia do Cupari é 135.812,29 hectares, ou seja, muitas vezes maior que a média da bacia do Itinga que tem 34,74 hectares de tamanho médio.

Esse resultado demonstra a importância da manutenção de grande área de floresta remanescente na bacia do Cupari, pois estas reservas florestais são responsáveis pela elevada média no tamanho dos fragmentos, o que é ainda mais enfatizado pelo desvio padrão de 19.355,69 hectares nesse resultado. Em contraste, a bacia do Itinga apesar de possuir grandes fragmentos florestais, não possui reserva tão expressiva para equiparar-se ao desempenho, possuindo um desvio padrão de 1.001,11 hectares.

Ou seja, pode-se considerar o processo de fragmentação da paisagem na bacia do rio Cupari com menor intensidade quando comparado com a realidade apresentada para a bacia do rio Itinga, por representar a fragmentação de áreas de floresta contínua preservada, o que não ocorre mais na bacia do Itinga. Rutledge (2003) destacou em seu estudo essa diferença entre a fragmentação de habitats que preservam grande extensão de áreas conservadas e a fragmentação de áreas unicamente em fragmentos descontínuos, de maior impacto para a ecologia da paisagem.

Por outro lado, a variação no tamanho dos fragmentos como mostrado nas Tabelas 03 e 04 tem a capacidade de demonstrar a heterogeneidade observada para as bacias, o que não é

possível determinar utilizando-se apenas da métrica de tamanho médio dos fragmentos (UUEMAA et al., 2009). Assim, a bacia do Itinga tem maior variabilidade e conseqüentemente maior heterogeneidade de fragmentos em relação a paisagem da bacia do Cupari.

Ecologicamente, esses resultados referentes a métricas de área (densidade e tamanho de fragmentos) podem refletir em processos fundamentais que afetam a paisagem, por indicarem uma maior ou menor uniformidade na conjuntura da paisagem, sendo o distúrbio e a sucessão os principais fatores relacionados a heterogeneidade (TURNER, 1989).

Neste contexto, as formas como o homem faz uso do solo em suas propriedades rurais são as questões principais relacionadas aos padrões observados nessas paisagens. Essa interação tem sido bem descrita por alguns autores como Abdullah; Hezri (2008) em diferentes paisagens.

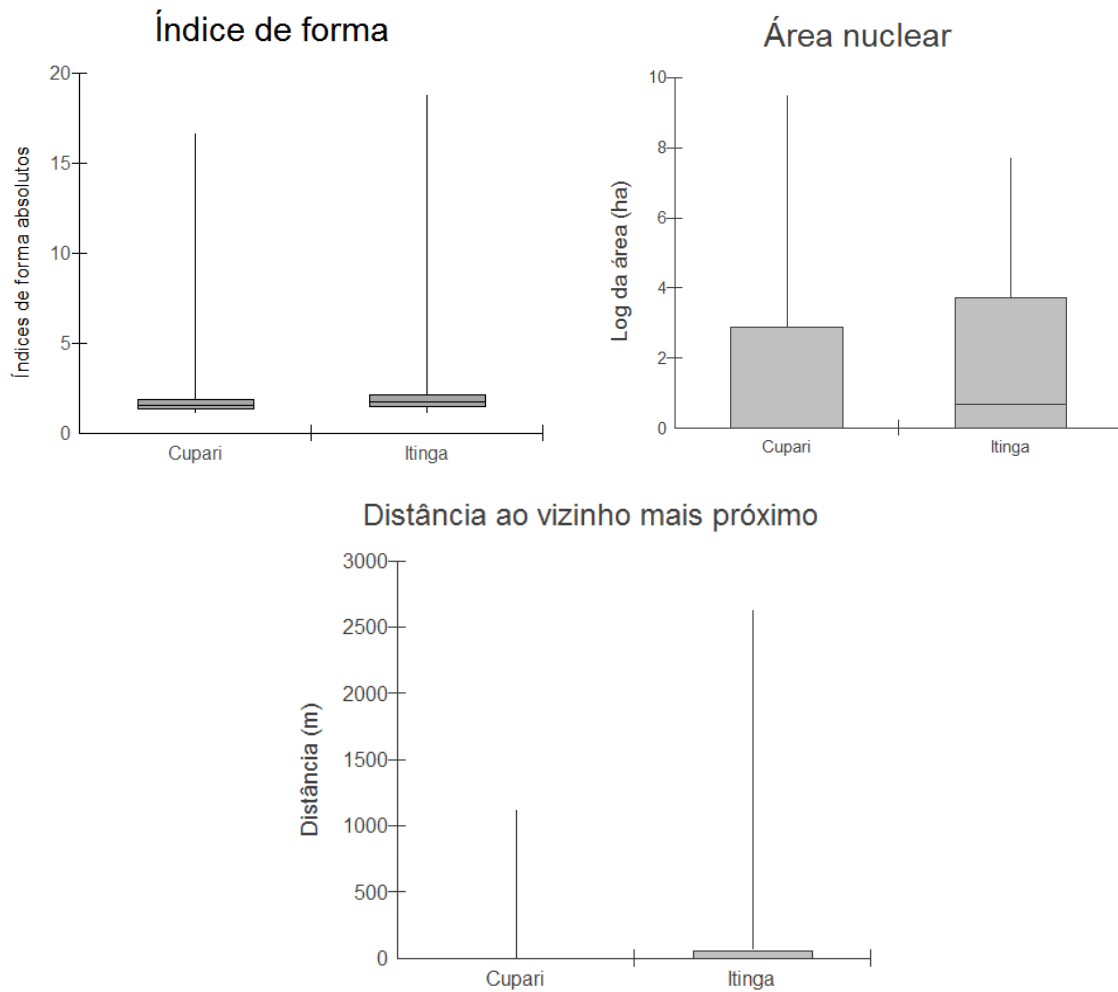
Vários estudos relativos a fragmentação de hábitat (FAUTH et al., 2000; ETHERIDGE et al., 2006; HOLZKAMPER et al., 2006) demonstram que o tamanho da área dos fragmentos é um fator importante para a manutenção de populações de espécies de fauna e flora nativos. Neste caso, a bacia do rio Cupari possui grande quantidade de fragmentos que possuem área muito reduzida, o que poderia ocasionar interferências na conservação dos recursos naturais e biodiversidade em longo prazo, caso o processo de fragmentação se intensifique, de acordo com os princípios discutidos por Noss (1996).

Considerando ainda o tamanho de fragmentos remanescentes, diversos autores indicam que fragmentos menores que 1000 hectares restringem a capacidade de manutenção de populações da fauna e flora a longo prazo por constituírem áreas de tamanho reduzido demais (HONNAY et al., 2003; NG et al., 2004; LAURANCE et al., 2011). No entanto, conforme Turner; Corlett (1996) tais fragmentos são importantes especialmente próximos a unidades de conservação e grandes áreas de floresta contínua como no caso das florestas ao norte e ao sul da bacia do rio Cupari. Assim, no caso da bacia do rio Cupari os pequenos fragmentos apresentam papel importante na configuração da paisagem local por permitir a conectividade entre as grandes manchas de florestas primárias existentes.

Em contrapartida, a região da bacia do rio Itinga não apresenta mais áreas de floresta primária contínua tão grandes quanto da bacia do rio Cupari, sendo as maiores reservas florestais remanescentes de propriedades privadas. Neste caso, dos 1.786 fragmentos da bacia do rio Itinga apenas 103 são formados por vegetação primária. Conforme HONNAY et al. (op cit), NG et al. (op cit) e LAURANCE et al. (op cit), a conservação da biodiversidade é bastante prejudicada a longo prazo e restrita a alguns poucos fragmentos florestais.

A seguir na Figura 25 são analisados os resultados para as demais métricas de configuração (distância ao vizinho mais próximo), de área (área nuclear) e forma (índice de forma).

Figura 25 – Representação dos valores de três métricas selecionadas para análise das paisagens, sendo a distância ao vizinho mais próximo (NNDist), índice de forma (Shape) e área nuclear (Core), considerando as bacias do rio Cupari e Itinga.



Cada gráfico é estruturado considerando as linhas de amplitude, bem como a mediana e os quartis observados. Nestes gráficos é possível observar a diferença nos resultados obtidos em cada uma das métricas utilizadas no estudo dentro dos limites de cada bacia, assim como permite também avaliar a diferença na variabilidade dos resultados entre as bacias estudadas.

Com relação à forma dos fragmentos, a bacia do Cupari apresenta variação menor entre os valores obtidos para o índice de forma “Shape” quando comparado com a bacia do Itinga. Esse resultado, em conjunto com os resultados da razão perímetro/área média (Tabela 02) indica que os fragmentos da bacia do rio Cupari têm formato um pouco mais simples,

aproximando-se de formatos geométricos mais simples, enquanto que os fragmentos da bacia do Itinga tendem a ter formatos um pouco mais complexos.

Este parâmetro influencia em alguns processos ecológicos, pois fragmentos que têm formatos mais compactos possuem menor percentual de borda e, potencialmente, maior área nuclear. Ou seja, o resultado da métrica índice de forma (Shape) influencia na métrica relativa a área nuclear “Core”, e esta interferência pode ser observada na Figura 25.

Apesar de apresentar média aritmética aproximada à média da bacia do rio Cupari, a área nuclear dos fragmentos florestais da bacia do Itinga tem maior variação na amplitude. Este resultado pode indicar maior homogeneidade com relação a característica de área nuclear da bacia do Cupari em relação a bacia do Itinga. No entanto, unicamente essa métrica não tem capacidade de diferenciar as bacias, uma vez que os resultados apresentam grandes semelhanças, sendo necessário subsídio de outras métricas para se avaliar as paisagens.

Os resultados até aqui discutidos acerca do índice de forma médio e área nuclear dos fragmentos refletem nos resultados referentes especificamente a borda, sejam eles a borda total da paisagem e a média de borda por fragmento listadas na Tabela 02. O formato médio de fragmentos mais regular proporciona potencialmente maior área nuclear e conseqüentemente menor efeito de borda na bacia do Cupari. Resultados ligeiramente superiores no índice de forma da bacia do Itinga, indicam menor área nuclear por possuir formatos mais complexos e conseqüentemente maior borda, apesar de apresentarem áreas totais maiores, em média.

Neste sentido, a bacia do Cupari que possui em média 2.109,73m de borda por fragmento, potencialmente tem maior capacidade de conservação de recursos naturais do que a bacia do Itinga que possui 3.188,95m de borda por fragmento, em decorrência dos efeitos abióticos e bióticos provocados pela borda, discutidos por Murcia (1995).

O cenário ideal para a conservação dos processos e recursos naturais de uma paisagem seria constituído de fragmentos com tamanhos grandes, baixo índice de forma e também baixo índice de isolamento (LIMA, 2008).

Considerando a métrica distância ao vizinho mais próximo, foram observadas maiores diferenças entre as bacias, conforme ilustrada na Figura 25. A bacia do rio Cupari apresentou grande maioria das distâncias próximo a zero, com alguns valores que se distanciam da média, enquanto que, por outro lado, a bacia do rio Itinga apresentou valores também desde muito próximos a zero mas com grande quantidade que se distancia da média.

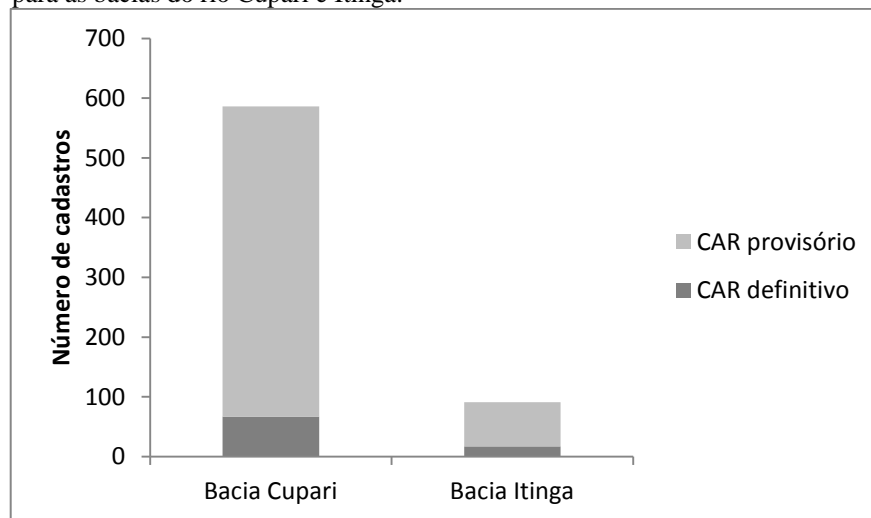
Esse resultado demonstra que a bacia do rio Cupari, apesar de apresentar um processo de fragmentação acentuado em alguns pontos, ainda não alcançou índices de isolamento tão

elevados quanto os apresentados pela bacia do rio Itinga, com distância de até 2.500m entre fragmentos.

5.3 CADASTRO AMBIENTAL RURAL NAS BACIAS

O levantamento do banco de dados do Cadastro Ambiental Rural teve como resultado 84 cadastros definitivos para ambas as áreas, sendo que destes 67 estão presentes na área da bacia do rio Cupari e 17 estão inseridos na área da bacia do rio Itinga. Os cadastros provisórios somaram 593 propriedades em ambas as bacias, neste caso, 519 estão inseridas na bacia do Cupari e 74 estão dentro da área de contribuição da bacia do Itinga, conforme pode ser observado na Figura 26.

Figura 26 – Quantidade de cadastros definitivos e provisórios de propriedades para as bacias do rio Cupari e Itinga.



Na Tabela 05 a seguir apresenta-se um resumo da quantificação dos CAR presentes em cada bacia, listando-se os cadastros definitivos e provisórios, área ocupada pelos mesmos e a proporção da área ocupada em relação a bacia.

Tabela 05 – Dados referentes ao CAR para as bacias do rio Cupari e rio Itinga.

| Bacia | CAR definitivo | Área ocupada (hectares) | % da área da bacia | CAR provisório | Área ocupada (hectares) | % da área da bacia |
|------------|----------------|-------------------------|--------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| Rio Cupari | 67 | 6371,87 | 0,88% | 519 | 119.293,45 | 16,41% |
| Rio Itinga | 17 | 13.867,61 | 7,13% | 74 | 28.559,56 | 14,68% |

Segundo Martins; Souza Junior (2011), até o ano de 2010, apenas um município do estado do Pará apresentou 80% ou mais de sua área inserida no CAR, excetuando-se as áreas que compreendem unidades de conservação. Dos municípios do Pará que têm economia baseada no sistema florestal, em 2010, apenas 12 têm 50% ou mais de sua área inserida no CAR. Os municípios que possuem maior cobertura florestal remanescente, ou seja, mais de 60% de sua área total, nenhum tem mais de 50% de suas propriedades rurais inseridas no CAR (MARTINS; SOUZA JUNIOR, op cit; BRITO et al., 2011).

A bacia do Cupari está inserida nos municípios de Rurópolis e Placas, de economia extrativista florestal, onde pode-se observar que ainda há um percentual bastante baixo da área inserida no CAR definitivo. Para a bacia do Itinga, apesar de maior percentual de área inserida no CAR, tal participação é também proporcionalmente baixa em relação aos resultados observados por Martins; Souza Junior (op cit). Vale ressaltar porém, que neste caso, quase metade da área da bacia pertence ao estado do Maranhão e portanto, não há dados referentes ao cadastro em questão.

A distribuição dos cadastros nas áreas de estudo pode ser observada nas Figuras 27 e 28 a seguir.

Figura 27 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Cupari, destacando as propriedades rurais com os Cadastros Ambientais Rurais – CAR.

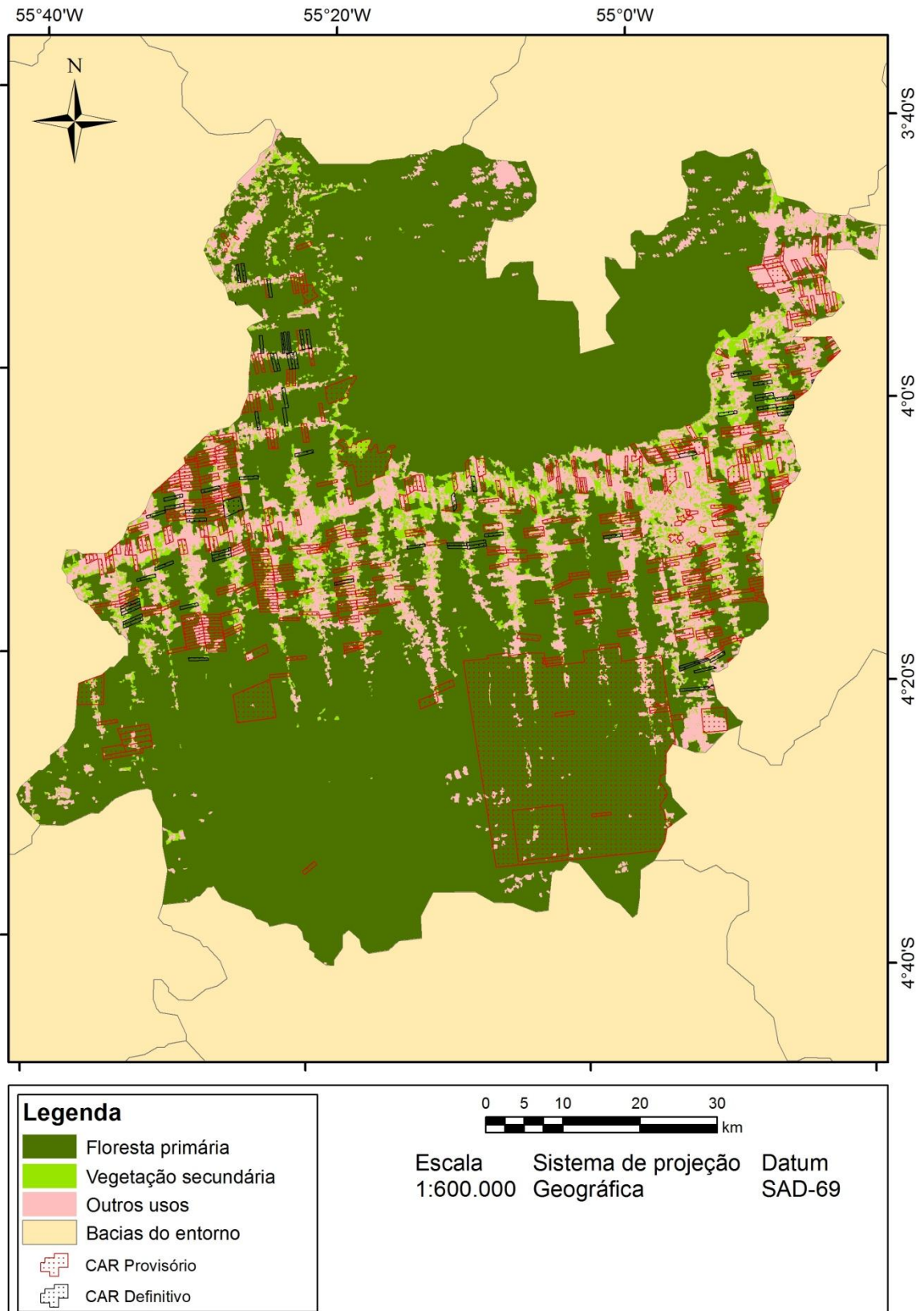
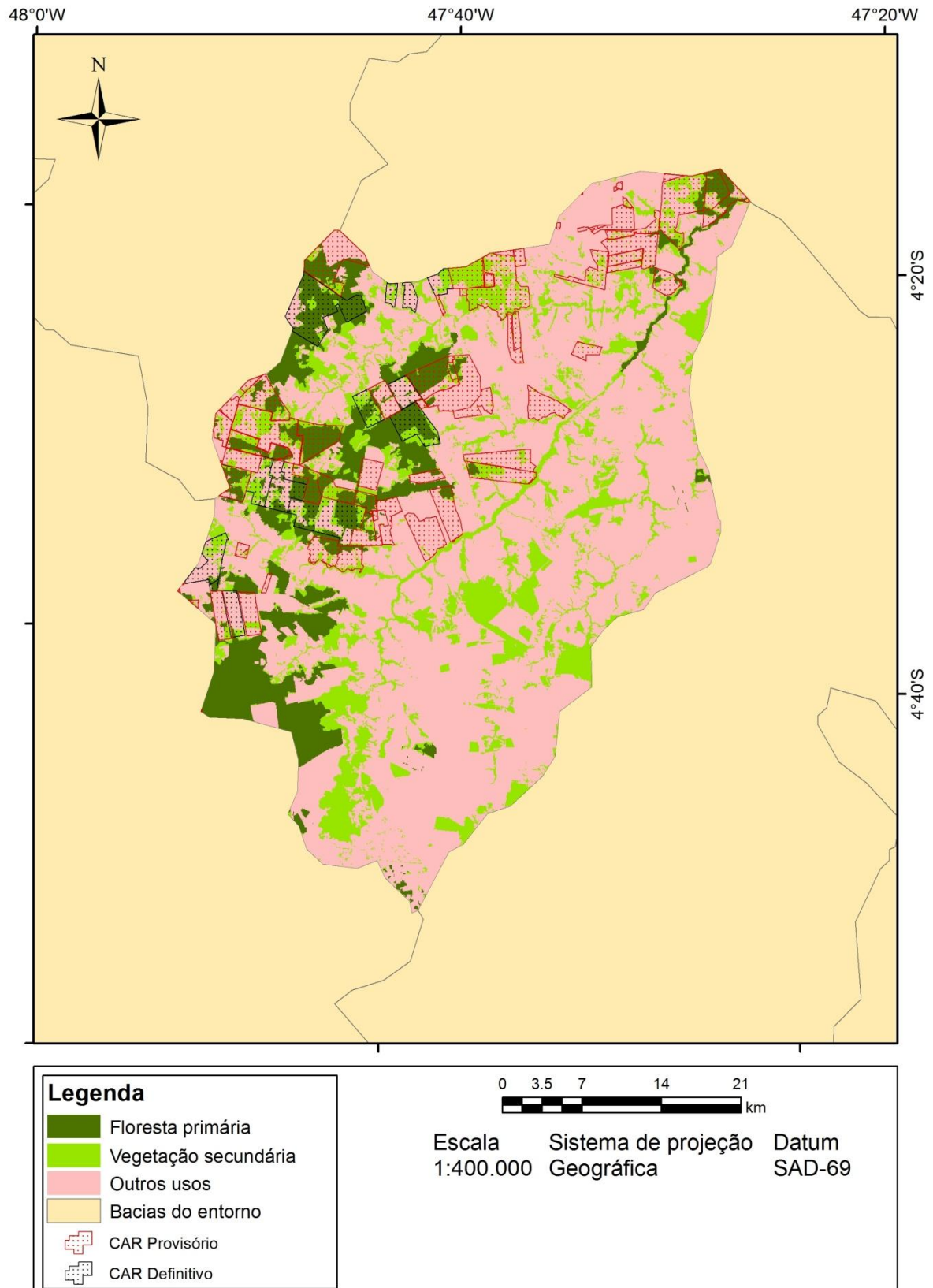


Figura 28 – Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Itinga, destacando as propriedades rurais com os Cadastros Ambientais Rurais – CAR.



5.4 CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE RESERVA LEGAL

De acordo com os resultados obtidos para a conservação das bacias estudadas, observou-se que a bacia do rio Cupari, a qual possui área com aproximadamente 80% de floresta primária remanescente e 14% de área de uso alternativo do solo, também tem reservas legais mais conservadas, quando comparada com a bacia do rio Itinga. No caso da bacia do rio Itinga, que possui apenas 13% de remanescentes florestais, sendo mais de 67% da área total da bacia ocupada com outros usos do solo (Tabela 06).

Tabela 06 – Percentual médio de reserva legal em imóveis rurais nas bacias do rio Cupari e Itinga.

| Bacia | RL > 80% | | RL entre 50 e 80% | | RL < 50% | | Total |
|------------|----------|-----|-------------------|-----|----------|-----|-------|
| Rio Cupari | 22 | 32% | 39 | 58% | 6 | 10% | 67 |
| Rio Itinga | 0 | 0% | 3 | 17% | 14 | 83% | 17 |

Observou-se que mais de 32% (22) das propriedades presentes na bacia do Cupari cumprem o que dispõe o Código Florestal, com mais de 80% da reserva legal composta de floresta primária, além de mais de 58% (39) das propriedades com mais de 50% de reserva legal na propriedade, ou seja, em consonância também com o Zoneamento Ecológico-Econômico do Oeste do estado do Pará.

Com relação à bacia do Itinga, nenhuma propriedade possui reserva legal conservada tal como dispõe a legislação aplicável, conforme a Tabela 06. Das propriedades dessa bacia, 17% (apenas 3 imóveis) cumprem com a conservação de pelo menos metade da área com reserva legal, enquanto que 83% do total não mantêm nem 50% da propriedade com floresta conservada em reserva legal.

Para o Brasil como um todo, a realidade com relação a conservação de reservas legais no interior das propriedades é bem diferente do que é estabelecido na legislação. Esse fato indica que a ação coercitiva do Estado não tem sido eficiente para assegurar o cumprimento do que é disposto em lei (RODRIGUES et al., 2007; DÉSTRO; CAMPOS, 2010; DÉLALIBERA et al., 2008).

Assim, pode-se afirmar que a bacia do rio Itinga reflete a situação da conservação florestal da maior parte das regiões brasileiras. Porém, há que se considerar também a diferenciação no tamanho das propriedades da região amazônica, das áreas de cerrado e demais biomas do país, pois se para a primeira correspondem a 150 hectares, este valor

decrece para 50 hectares no polígono das secas e 30 hectares nas demais regiões do país (BRASIL, 1965).

O estado real de conservação das reservas legais das bacias é resultado dos diferentes usos do solo que os proprietários dos imóveis rurais definem no interior dos mesmos. Segundo Abdullah; Hezri (2008) é necessário buscar o histórico de políticas públicas da região que possibilitaram a propriedade alcançar o estado de conservação que se tem hoje. Nas Tabelas 07 e 08 são apresentados os resultados da composição das áreas de reserva legal nas áreas de estudo.

Tabela 07 – Composição média das áreas de reserva legal na bacia do Cupari em cada classe estudada.

| Característica de reserva legal | FLORESTA | VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA | OUTROS USOS |
|---------------------------------|----------|----------------------|-------------|
| >80% conservada | 88% | 5% | 7% |
| entre 50 e 80% conservada | 68% | 12% | 20% |
| <50% conservada | 17% | 24% | 60% |

Tabela 08 – Composição média das áreas de reserva legal na bacia do Itinga em cada classe estudada.

| Característica de reserva legal | FLORESTA | VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA | OUTROS USOS |
|---------------------------------|----------|----------------------|-------------|
| >80% conservada | - | - | - |
| entre 50 e 80% conservada | 69% | 23% | 8% |
| <50% conservada | 20% | 29% | 52% |

Esses dados sinalizam que as propriedades que efetivamente mantêm uma reserva legal condizente com o que preconiza a legislação ambiental, restringem-se à bacia do rio Cupari, que tem quase a totalidade de reserva legal de suas propriedades (88%) composta por floresta primária. Esse fato é importante por justificar alguns resultados obtidos das análises das métricas de paisagem discutidos anteriormente.

Também é evidenciado na Tabela 08 a ausência de um padrão mais elevado de conservação da vegetação nativa em reservas legais da bacia do rio Itinga, apresentando maiores proporções de vegetação secundária e outros usos do solo. De acordo com Turner (2005) tal comportamento pode proporcionar a maior heterogeneidade e diversidade nos padrões observados quando do cálculo das métricas de paisagem desta bacia.

Em estudo semelhante na bacia do rio Itinga, Fidalgo et al. (2003), observaram que nos municípios que compreendem a área de estudo, nenhum possui cobertura florestal

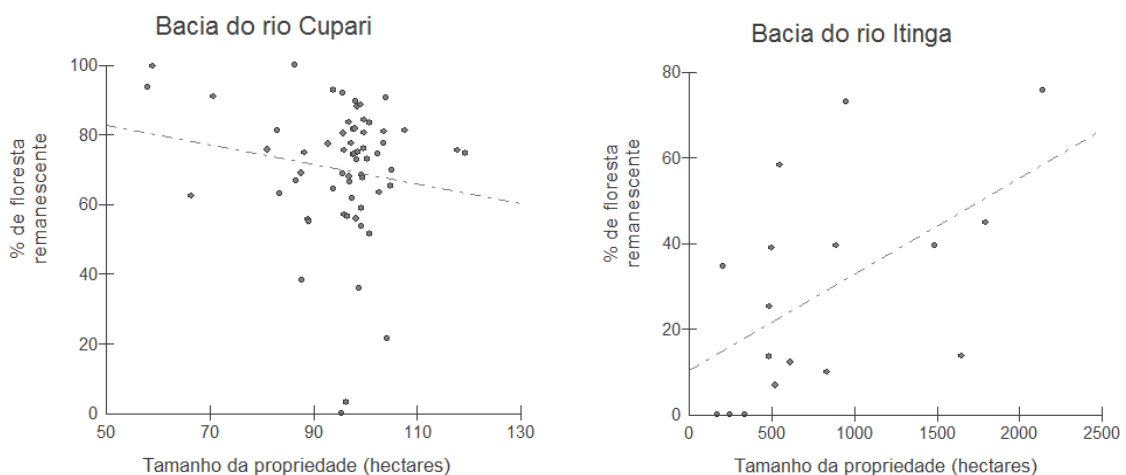
remanescente mínima para compatibilização com a legislação vigente. Porém, ressalta-se que no estudo conduzido por Fidalgo et al. (2003), não estavam disponíveis as informações acerca das propriedades rurais na bacia, nos moldes do CAR, sendo neste caso utilizadas todas as áreas produtivas que não compreendem unidades de conservação ou terras indígenas.

No presente estudo, considerando os dados das propriedades, confirma-se o observado neste estudo anterior, não observando-se nenhuma propriedade com mais de 80% de reserva legal, sendo observado apenas três propriedades que têm mais de 50% de área de reserva, dos quais aproximadamente 69% são compostos efetivamente de floresta primária (Tabela 08).

Em relação ao tamanho da propriedade e o percentual de floresta primária destinada a reserva legal, houve diferença significativa para a bacia do rio Cupari ($p= 0.2165$), enquanto que para a bacia do rio Itinga não houve diferença ($p= 0.0232$), conforme apresentado na Figura 29, plotado a partir da correlação calculada.

Esta análise indica que as propriedades que estão inseridas nos limites da bacia do rio Cupari tendem a ter uma correlação negativa, ou seja, quanto maior o tamanho das propriedades, menores percentuais de reserva legal estão mantidos no interior dessas propriedades. O contrário ocorre para a bacia do rio Itinga, onde as maiores propriedades tendem a ter áreas de reserva legal com maiores percentuais de floresta remanescente.

Figura 29 – Resultado da correlação demonstrando baixa relação entre percentual de floresta remanescente e o tamanho das propriedades da bacia do Cupari e a relação positiva entre percentual de floresta remanescente e o tamanho das propriedades da bacia do Itinga.



Segundo Pereira et al. (2007), em estudo realizado em pequenas, médias e grandes propriedades no estado de Rondônia não foi observada diferença significativa entre os padrões de desmatamento nos diferentes tamanhos de propriedades, observando associação entre o desmatamento e a proximidade a estradas e áreas já desflorestadas.

Mello; Alves (2005) observaram em propriedades localizadas em municípios de diferentes estados da região do Arco do Desmatamento uma tendência linear positiva de aumento do desmatamento das pequenas propriedades para as grandes propriedades.

Por outro lado, Pagnoncelli et al. (2008) evidenciou em estudo comparativo entre duas propriedades, sendo uma grande e uma pequena propriedade, a perda de produtividade para as menores propriedades e um aumento significativo da produtividade em áreas maiores com a manutenção da reserva legal em seu interior.

5.5 CONTRIBUIÇÃO DO CAR NA CONSERVAÇÃO DAS BACIAS

De acordo com a legislação aplicável para as áreas de reserva legal (lei nº 4.771/1965) as propriedades rurais localizadas no bioma amazônico, devem manter conservada 80% de sua área para reserva legal, sem considerar as áreas de preservação permanente (BRASIL, 1965).

Neste caso, a bacia do rio Cupari que soma 6.474 hectares de área de propriedades rurais privadas, deveria ter aproximadamente 5.179 hectares de floresta primária preservada no interior dessas propriedades. Porém, foi observado nesse estudo aproximadamente 4.543 hectares de floresta primária remanescente nas propriedades inseridas no CAR definitivo da bacia, ou seja, ao total somam 70,2% de área de reserva legal.

A bacia do rio Itinga, que abriga 13.828 hectares em propriedades rurais privadas deveria manter conservada cerca de 11.062 hectares de floresta primária, que no entanto, para o ano de aquisição dos dados somam aproximadamente 5.250 hectares. Tal área corresponde a aproximadamente 38% de área de reserva legal, o que não equivale nem a metade do que é previsto na legislação.

Considerando o CAR provisório, que apesar de ainda não possuir parecer da SEMA/PA deferindo seu uso, corresponde a uma previsão da configuração do uso do solo das propriedades, de modo a indicar como se encontra a situação dessas propriedades até o ano considerado no estudo. Essas características podem ser observadas na Tabela 09 a seguir.

Tabela 09 – Quantitativo absoluto de áreas de propriedades rurais presentes nas bacias do rio Cupari e do rio Itinga e seus correspondentes de floresta em reserva e áreas a recuperar conforme legislação vigente.

| | Área total de propriedades (hectares) | Área de floresta remanescente (hectares) | Percentual de área de floresta remanescente | Área de floresta segundo lei nº4.771/1965 (hectares) | Área a recuperar (hectares) | Percentual de área a recuperar |
|--------------|---------------------------------------|--|---|--|-----------------------------|--------------------------------|
| Bacia Cupari | 124.637 | 90.314 | 72,5% | 99.709 | 9.395 | 7,5% |
| Bacia Itinga | 33.393 | 5.964 | 17,9% | 26.714 | 20.750 | 62,1% |

A contribuição para a preservação de floresta primária das propriedades que estão inseridas no CAR definitivo, para a bacia do rio Cupari é de apenas aproximadamente 0,80% tomando-se por base o montante de áreas de floresta em reserva legal, haja vista o percentual de floresta contínua preservada na bacia. Porém, para a bacia do Itinga esse percentual é de 20,58%, considerando o baixo percentual de floresta remanescente na bacia.

Quando se considera o CAR provisório, da forma como este se apresenta quando da realização do estudo, o percentual de contribuição para o montante de floresta conservada na bacia do Cupari sobe para 16,73%, enquanto que para a bacia do Itinga aumenta para 43,96%.

Para cada bacia, estas propriedades possuem papéis diferenciados para a manutenção dos recursos naturais das regiões em que estão inseridas. Na bacia do Cupari, a mais conservada, muitas propriedades tem parte de seus limites inserida em áreas de floresta contínua, ou seja, a manutenção das reservas legais no interior dessas propriedades efetivamente contribui para reduzir a fragmentação desses contínuos florestais (Figura 30).

No caso da bacia do rio Itinga, em que não há mais maciços florestais na área limite da bacia, as propriedades rurais contribuem para a conservação dos fragmentos florestais remanescentes que ainda são considerados viáveis para a manutenção de populações. Tais remanescentes podem contribuir para minimizar o processo de “redução”, como uma das fases da fragmentação, tal como descrita por Jaeger (2000).

A exemplo citam-se as grandes propriedades rurais presentes nessa bacia, as quais mantêm conservadas reservas legais que se somam a áreas de floresta extra propriedade ou propriedades que ainda não tem cadastro efetuado na SEMA/PA (Figura 31).

Figura 30 – Exemplo de propriedades rurais em que as áreas de reserva legal compõe floresta primária contínua na bacia do rio Cupari.

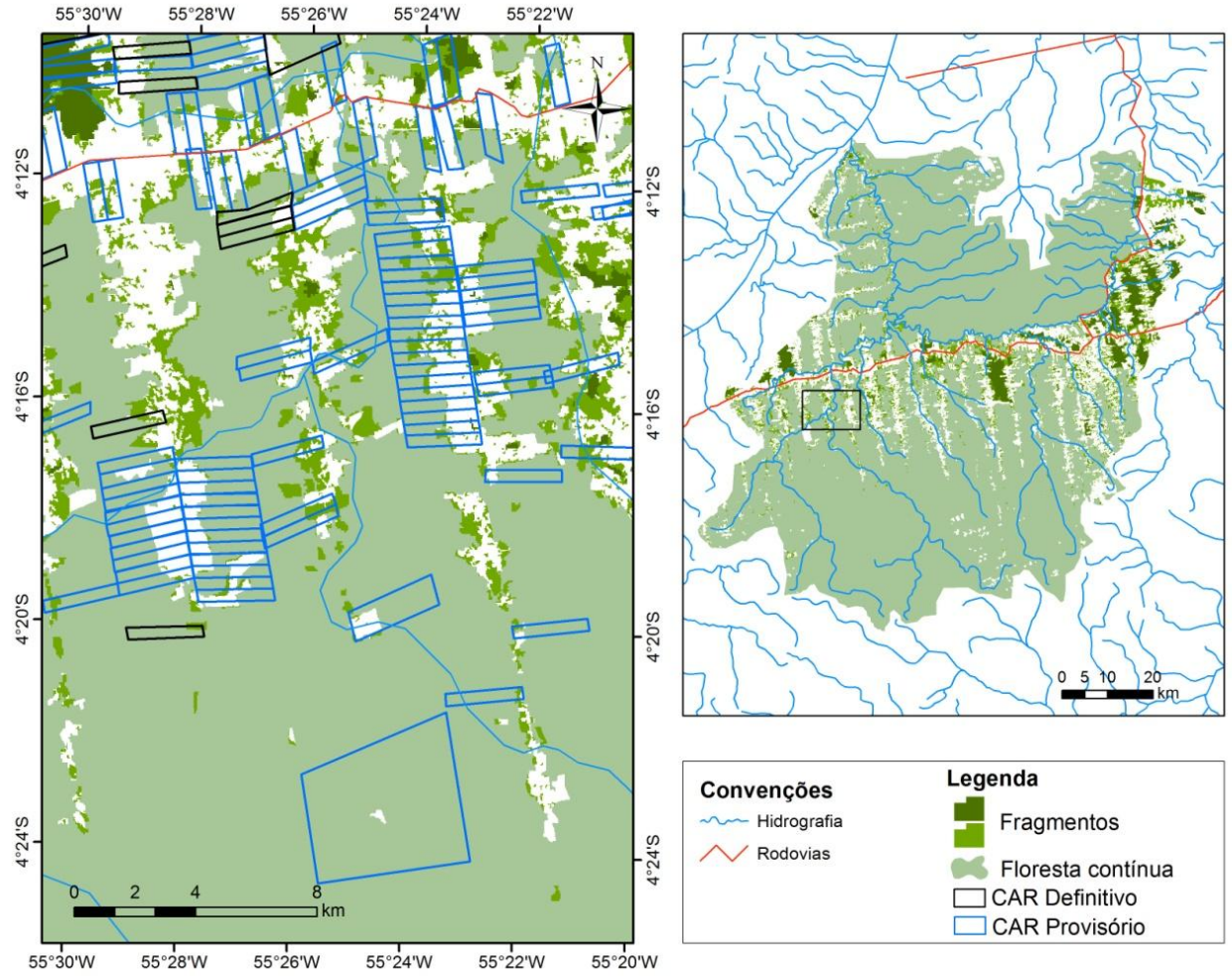
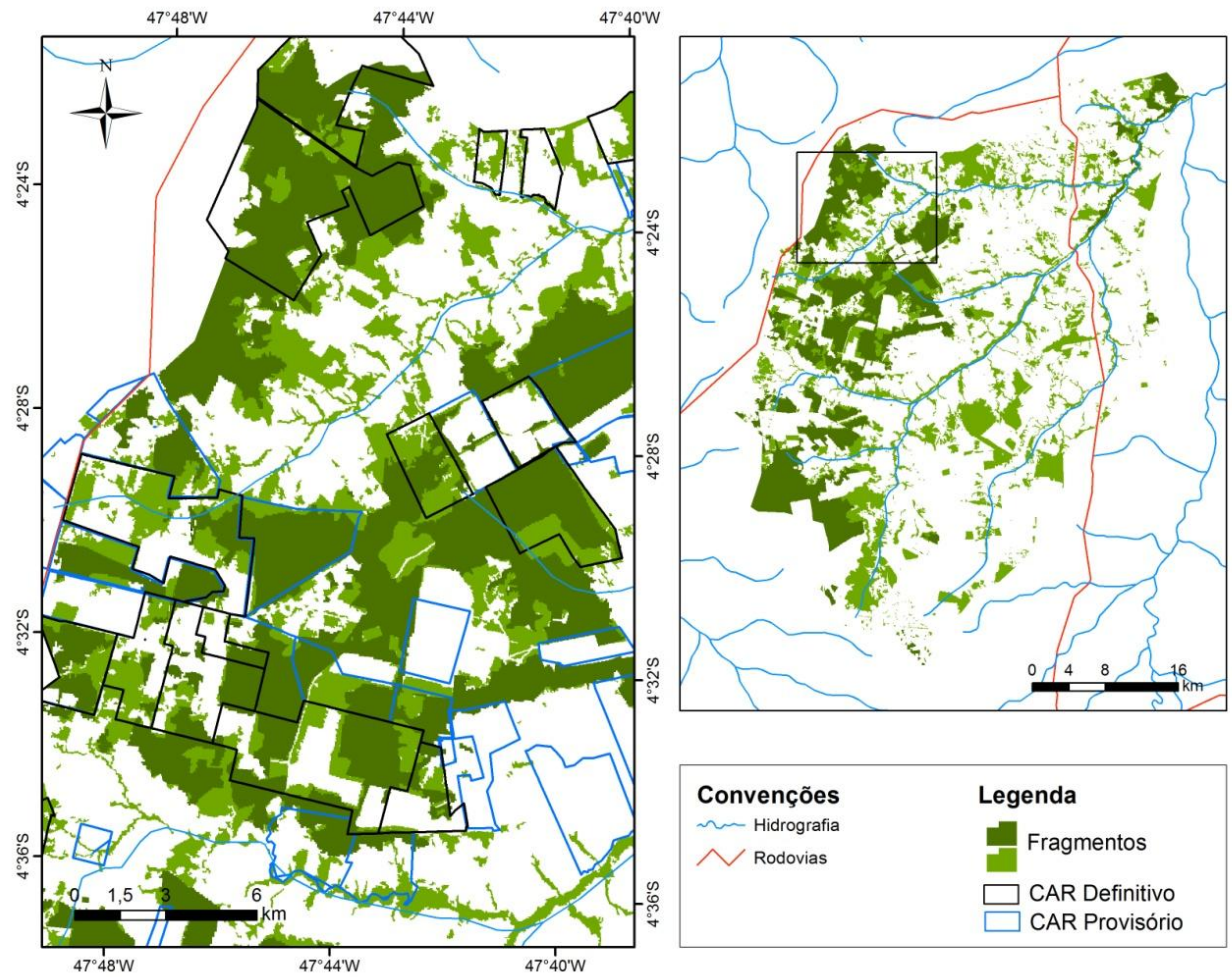


Figura 31 – Exemplo de propriedades rurais na bacia do rio Itinga em que as áreas de reserva legal são compostas de floresta primária.



5.6 MÉTRICAS DE PAISAGEM APLICADAS AS PROPRIEDADES RURAIS

Abordagens que compreendam o cálculo das métricas de paisagem unicamente para as propriedades rurais, excluindo-se os demais atributos da paisagem como um todo, não representam um valor significativo para a ecologia da paisagem propriamente dita, haja vista que os processos ecológicos e a consequente conservação dos recursos devem relacionar-se com todo o ecossistema do entorno, e nenhum parâmetro é restrito a uma área demarcada antropicamente. Neste caso, foi considerado para o cálculo das métricas apenas as áreas de reserva legal efetivamente compostas de floresta e as áreas de floresta contínua (caso da bacia do Cupari) presentes na área de estudo.

Assim, considerando o CAR definitivo há 186.642 hectares de floresta no interior das propriedades da bacia do Cupari, enquanto que na bacia do Itinga são encontrados 5.250 hectares de floresta nas propriedades. Quando a análise é feita para o acúmulo do CAR definitivo e do CAR provisório o quantitativo de áreas de floresta sobe para 276.957 hectares para a bacia do Cupari e 11.215 hectares para a bacia do Itinga.

Nesse sentido, o resultado observado para a conservação de reserva legal nas bacias considerando o CAR definitivo e considerando em conjunto o CAR definitivo e provisório há um aumento de até o dobro de área de floresta, como é o caso da bacia do Itinga. Este resultado indica que o incremento da adesão das propriedades rurais ao CAR proporciona de imediato o aumento na área total da classe de floresta da paisagem, que neste estudo é representada pela área de reserva legal mesmo considerando um percentual maior de propriedades que não atendem a legislação ambiental vigente, pois é resultado de maior quantidade de reservas e fragmentos remanescentes.

Os dados de área e métricas de paisagem consideradas na análise deste estudo são destacadas nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem nas propriedades rurais da bacia do Cupari.

| CLASSE | ÁREA DE RESERVA | MPS | TCA | MPE | MSI |
|----------------|-----------------|---------|-----------|---------|-------|
| CAR Definitivo | 5.342ha | 4.802ha | 516.460ha | 20.724m | 1,934 |
| CAR Provisório | 101.401ha | 626ha | 598.482ha | 3.325m | 2,299 |

Onde: MPS=média do tamanho dos fragmentos; TCA= área nuclear total; CAI= índice de área nuclear em %; MPE= média de borda de fragmentos; e MSI= índice de forma médio.

Tabela 11 – Resultados obtidos a partir do cálculo das métricas de paisagem nas propriedades da bacia do Itinga.

| CLASSE | ÁREA DE RESERVA | MPS | TCA | MPE | MSI |
|----------------|-----------------|------|----------|--------|-------|
| CAR Definitivo | 8.487ha | 35ha | 5.294ha | 3.206m | 2,053 |
| CAR Provisório | 22.196ha | 25ha | 13.308ha | 2.615m | 3,646 |

Onde: MPS=média do tamanho dos fragmentos; TCA= área nuclear total; CAI= índice de área nuclear em %; MPE= média de borda de fragmentos; e MSI= índice de forma médio.

A métrica média do tamanho dos fragmentos (MPS), que corresponde ao tamanho médio dos fragmentos, teve desempenho bem maior quando comparado ao MPS da paisagem para a bacia do Cupari. Considerando a paisagem como um todo, a métrica apontou 135.812,29 ha (Tabela 02), enquanto que foi registrado 626 ha quando calculada para as reservas legais apenas. Tal comportamento pode ser explicado pelo levantamento da paisagem considerar todos os fragmentos, inclusive os fragmentos florestais que constituem a reserva legal. Além disso, este resultado se deve à presença das áreas de floresta primária contínua presentes nesta bacia.

Por outro lado, quando se restringe o cálculo das métricas às propriedades o resultado mostra-se com valor inferior, no entanto, ainda assim alto haja vista que a maioria dos imóveis rurais nesta bacia têm tamanho semelhante. Este resultado demonstra o cenário da bacia do Cupari, com muitas propriedades com fragmentos florestais reduzidos e grandes áreas de floresta primária preservada.

Ao contrário, a bacia do Itinga obteve resultados bastante inferiores para a métrica MPS, decrescendo de 34,74 ha (Tabela 02) observados na paisagem como um todo, para 25 ha, pois neste caso a bacia que é composta por um pequeno número de fragmentos florestais teve a área dos fragmentos reduzida unicamente as reservas legais. Neste caso, o resultado reflete o que é esperado que ocorra com a fragmentação do hábitat, por definição, a diminuição no tamanho médio dos fragmentos, além de outros aspectos importantes (JAEGER, 2000; RUTLEDGE, 2003).

Para a bacia do rio Cupari, a exemplo do que ocorre com o MPS, todas as demais métricas tem seu resultado influenciado pela extensa área de floresta primária. Neste caso, o índice de forma médio (MSI) apresenta valor maior do que o calculado para a paisagem em decorrência do grande número de reservas legais consideradas com diferentes formatos, os quais ainda devem ser homologadas pela SEMA/PA.

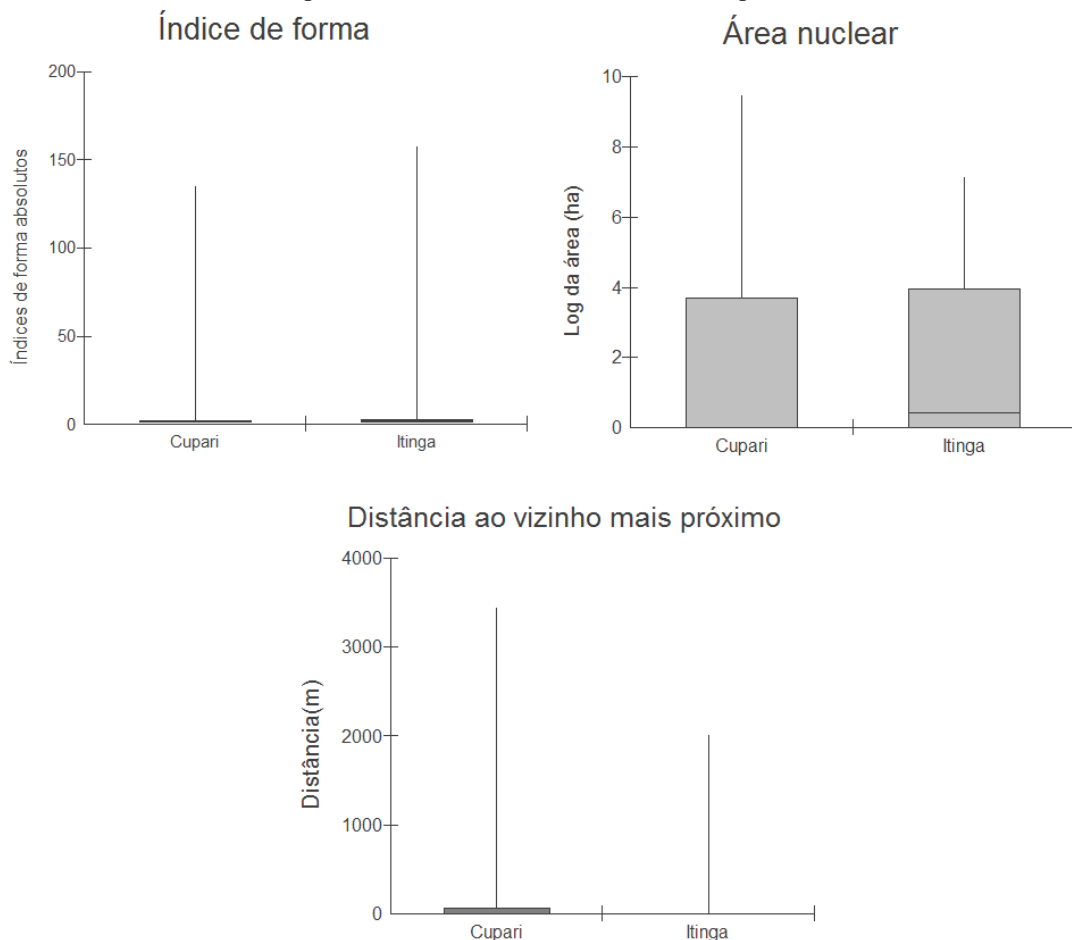
O índice de borda por fragmento (MPE) tem um valor discrepante das demais métricas justamente por considerar no cálculo a ampla área de borda estabelecida ao longo da unidade

de conservação mantida preservada ao norte da bacia do Cupari. No entanto, o efeito esperado na paisagem a partir do aumento do número de fragmentos e a diminuição do tamanho médio dos mesmos é, por conseguinte, o aumento no total de borda e também na média de borda por fragmento (MURCIA, 1995; RUTLEDGE, 2003).

Observa-se que teoricamente o aumento no valor de algumas métricas (MPE e MSI) consiste em um impacto negativo a conservação de recursos no interior da bacia do Cupari. No entanto, a partir da comparação do desempenho das métricas entre o CAR definitivo e o desempenho considerando também o CAR provisório, há uma gradual melhoria nos valores, indicando que, em um cenário otimizado para a produção agropecuária da região, a manutenção de mais reservas contribui para configuração e composição de uma paisagem mais sustentável.

A seguir, na Figura 32, são apresentadas as variações obtidas no cálculo das métricas para a classe de floresta primária da paisagem, destacando os quartis menor e maior, a mediana e a amplitude dos valores observados.

Figura 32 – Valores de três métricas selecionadas para análise das paisagens das bacias do rio Cupari e Itinga, sendo a distância ao vizinho mais próximo (NNDist), índice de forma (Shape) e área nuclear (Core area).



Considerando as propriedades para o cálculo da métrica de vizinho mais próximo (NNDist), observou-se um relativo aumento na distância entre os fragmentos florestais tanto da bacia do Cupari quanto da bacia do Itinga, uma vez que neste caso correspondem as reservas legais intrapropriedades.

Isso indica que quando consideradas apenas as propriedades rurais a distância entre os fragmentos florestais tende a aumentar, possivelmente por ainda haver baixa adesão ao cadastro ambiental rural dos imóveis dessas bacias. Tal comportamento pode ainda indicar que em propriedades de grande extensão e com menor percentual de floresta mantida, essas distâncias tornem-se mais aparentes.

Entretanto, esse resultado demonstra que para o cenário de uma paisagem contendo apenas as reservas legais como remanescentes florestais, a capacidade de conservação de recursos naturais decresce, por constituir claramente um processo acentuado de fragmentação, tal como foi observado por Noss (1996), Turner (1989) e Mcgarigal; Marks (1995).

O índice de forma “Shape” observado, neste caso, corresponde a métrica que mais apresentou diferenciação entre as bacias. Isso porque para a bacia do Itinga quase não houve diferença entre este cálculo e o cálculo realizado anteriormente (Figura 25), enquanto que para a bacia do rio Cupari a variabilidade foi mais evidente.

O aumento do número de propriedades computadas e a redução de fragmentos com formas mais compactas, proporcionou a elevação no índice de forma médio (MSI) dos fragmentos florestais das bacias. Consequentemente, isto provoca a variabilidade menor observada na Figura 32 para a métrica índice de forma (Shape), que corresponde a distribuição estatística dos índices de forma, de todos os fragmentos presentes em reserva legal da bacia.

O resultado observado para o índice de forma, cujos valores foram bastante elevados, indica que no caso de um cenário formado apenas pelas propriedades rurais presentes nas bacias, haveria uma redução na qualidade ambiental das mesmas, pois estaria comprometida a manutenção de populações de espécies, na medida em que se distancia dos valores ideais (LIMA, 2008).

A métrica de área nuclear (Core), considerando esse cenário de análise, demonstra uma variabilidade maior para a bacia do Itinga, enquanto que na bacia do Cupari essa variabilidade é reduzida, porém, apresentando valores médios bastante superiores quando comparados com a paisagem da própria bacia e com a da bacia do rio Itinga. Conforme apresentado anteriormente, esse comportamento está associado ao fato que as propriedades presentes na bacia do rio Itinga tem reserva legal menos conservada do que a bacia do rio

Cupari, inclusive com propriedades em que a reserva legal permanece ausente. Ou seja, esses imóveis desprovidos de reserva são responsáveis por aumentar a variação da métrica. Para a bacia do Cupari a métrica sofre alteração em virtude da extensa área nuclear proporcionada pela floresta mantida pela unidade de conservação da bacia, sustentando os resultados observados por Ferreira et al. (2005) e Nunes (2010), acerca do potencial de conservação de recursos naturais próximo de unidades de conservação.

Diversos estudos (KRUMMEL et al., 1987; TURNER et al., 2012) sugerem que padrões mais simples e retilíneos na forma dos fragmentos florestais indicam a exploração acentuada dos recursos naturais por ação antrópica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desmatamento é um dos principais problemas observados na região amazônica, principalmente na área do denominado “arco do desmatamento”, onde se concentra os maiores focos de derrubada da floresta.

O desenvolvimento sustentável da região deve necessariamente seguir um planejamento adequado, considerando quando da análise pelo menos a bacia hidrográfica como forma de limitação do espaço geográfico. Este planejamento precisa seguir fases diversas como foco, análise, diagnóstico e prognóstico da paisagem, avaliação de cenários futuros e por fim o monitoramento de paisagem.

Nesse sentido, as métricas de paisagem aplicam-se inclusive em todas estas fases. Como existem dezenas de métricas distintas, muitas análises são possíveis, permitindo a tomada de decisões para um planejamento sustentável de atividades de mineração, recursos hídricos, vegetação, vida animal, floresta e agricultura, desenvolvimento urbano, transporte, recursos culturais e recreação.

A iniciativa de projetos de mapeamento do uso do solo, como é o caso do projeto TerraClass do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e da EMBRAPA Amazônia Oriental possibilita o reconhecimento de toda a região de forma integrada, possibilitando a indicação das alterações no uso e ocupação do solo amazônico, e também o monitoramento da área, uma vez que periodicamente essa espacialização seja regularmente realizada.

Entretanto, a escala de observação desse tipo de estudo não permite uma avaliação da paisagem local, restringindo-se a avaliações em escala regional, em virtude principalmente do sensor utilizado, que neste caso é o TM da plataforma orbital Landsat 5, além da grande quantidade de dados gerada pelo estudo. Mesmo assim, pode ser considerado um nível de detalhamento mais refinado até então realizado para a Amazônia.

Assim, o Cadastro Ambiental Rural – CAR que surgiu como um instrumento da política ambiental do estado do Mato Grosso, posteriormente do Pará e outros estados que compõe a região e mais recentemente ainda tornou-se um cadastro nacional obrigatório representa uma forma de ordenamento do espaço intraestadual, que quando finalizado, possibilitará o levantamento de um importante banco de dados da situação ambiental das zonas rurais do país e principalmente da região amazônica, pioneira na inserção do CAR.

O CAR representa também um refinamento da escala de trabalho do Zoneamento da Amazônia Legal, bem como do Macrozoneamento do estado do Pará e também, de forma complementar, aos demais mapeamentos obtidos por projetos diversos, como é o caso do

TerraClass. Isso se deve pelo CAR apresentar dados geograficamente referenciados em escala local, mostrando além dos limites das propriedades rurais o mapeamento interno às mesmas. Ou seja, toda a quantificação dos espaços de reserva legal, de uso alternativo do solo, APP, corpos hídricos e outros dados relevantes dos imóveis rurais.

Este estudo apresenta a importância do CAR no planejamento sustentável de paisagens aliado a outras pesquisas desenvolvidas por instituições de pesquisa não ligadas ao eixo legal, de licenciamento ambiental do governo. A partir desta pesquisa, demonstrou-se a potencialidade do uso dos dados relativos ao CAR para o desenvolvimento efetivo de análises espaciais da configuração e composição das paisagens. E, uma vez que no documento final do CAR é definida a área que deve ser restabelecida com vegetação, apresenta-se também a possibilidade de monitoramento dos padrões no uso e ocupação do solo, ganhando um objetivo a mais, além de cadastro propriamente dito.

Com relação ao estudo de caso apresentado, o CAR aliado ao mapeamento do uso do solo demonstrou as características listada acima, proporcionando a obtenção dos resultados da análise das paisagens. O diagnóstico das bacias do rio Cupari e do rio Itinga revela paisagens possuem características contrastantes. A primeira, apesar de apresentar alguns atributos que refletem a fragmentação de habitats, mostra-se muito mais ambientalmente conservada do que a segunda, que possui vegetação original restrita a poucos fragmentos viáveis para a conservação de recursos naturais.

Uma vez que essas bacias encontram-se localizadas em regiões distintas do estado do Pará, sendo uma na região oeste do estado (Cupari) e outra na região sudeste (Itinga), essas características divergentes foram provocadas provavelmente por diferentes políticas públicas adotadas ao longo da ocupação dessas regiões, seja pela conservação através da implantação de unidades de conservação ou pelo incentivo a atividade agropecuária.

Diversas pesquisas demonstram que é possível aliar a conservação ou recuperação das áreas indicadas após a análise do CAR através por exemplo do investimento em sistemas agroflorestais, o que proporciona a manutenção da atividade produtiva da propriedade aliada a preservação das reservas legais, as quais também constituem possibilidade de ganho econômico através do manejo ambientalmente adequado. A problemática contrária para o êxito dessa ou mesmo de outras formas de uso sustentável do espaço interno das propriedades é o desconhecimento da técnica, ou por motivações culturais contrárias dos colonos que dificultam a adequação a essas práticas.

Assim, apresentam-se a partir deste estudo formas específicas para o atendimento ao que dispõe a legislação ambiental brasileira para o planejamento, monitoramento e

fiscalização das paisagens amazônicas, aliando instrumentos legais criados pelo governo a produtos de pesquisa desenvolvidas por instituições de ensino e pesquisa.

7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

A relação entre os processos desenvolvidos localmente pelos produtores rurais, os quais provocam padrões na paisagem, não são diretamente aparentes em estudos como este. Portanto, estudos posteriores devem ser desenvolvidos para melhor entendimento dos processos que ocorrem nessas regiões.

O estudo espaço-temporal proporciona uma análise do comportamento da composição e configuração da paisagem nas bacias estudadas, que pode tornar-se uma opção mais adequada para o objetivo primário estabelecido neste trabalho de pesquisa.

Novas campanhas do projeto TerraClass, em curso e futuramente, bem como a maior adesão ao CAR tanto nas regiões estudadas como em regiões diversas do estado do Pará contribuem para o monitoramento da paisagem utilizando-se a metodologia desta pesquisa.

Além disso, a pesquisa em campo pode ser utilizada para validar observações realizadas remotamente, considerando ainda a inclusão de espécies da fauna e flora que podem indicar a conservação da biodiversidade da região nos estudos, a fim de se testar efetivamente a contribuição avaliada nesses estudos.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, S.; HEZRI, A. From forest landscape to agricultural landscape in the developing tropical country of Malasia: pattern, process, and their significance on policy. **Environmental Management**. v.42. p. 907-917. 2008.

ALVES, D.S. O processo de desmatamento na Amazônia. **Parcerias estratégicas**. n.12. 2001.

ALVES, D.S.; ESCADA, M.I.; PEREIRA, J.L.G.; LINHARES, C.A. Land use intensification and abandonment in Rondônia, Brazilian Amazonia. **International Journal of Remote Sensing**. v.24, n. 4. p.899-903. 2003.

AMAZONAS. Lei Ordinária nº 3.635 de 6 de julho de 2011. Cria o programa de regularização ambiental dos imóveis rurais do estado do Amazonas, estabelece o cadastro ambiental rural - car e disciplina as etapas do processo de regularização, e dá outras providências. **Diário Oficial do estado do Amazonas**, Manaus, 06 jul. 2011. Caderno Poder Executivo, p.1.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA (ANA). **Hidroweb**: sistema de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: out. 2011.

BARBOSA, O.; MARQUET, P.A.; BACIGALUPE, L.D.; CHRISTIE, D.A.; DEL-VAL, E.; GUTIERREZ, A.G.; JONES, C.G.; WEATHERS, K.C.; ARMESTO, J.J. Interactions among pathc area, forest structure and water curses in a fog-inundated forest ecosystem in semi-arid Chile. **Functional ecology**. v.24, p.909-917. 2010.

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

BONAN, G.B. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. **Science** v.320, p.1444-1449. 2008.

BOTEQUILHA-LEITÃO, A.; AHERN, J. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. **Landscape and urban planning**. v.59, p.65-93. 2002.

BRASIL. Decreto nº 7.029 de 10 de dezembro de 2009. Institui o Programa Federal de Apoio à Regularização Ambiental de Imóveis Rurais, denominado “Programa Mais Ambiente”, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 11 dez. 2009. p. 14

BRASIL. Resolução CNRH nº 32 de 15 de outubro de 2003. Institui a divisão hidrográfica nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil** de 17 dez. 2003. Seção 1. p. 142

BRASIL. Leis e Decretos. Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo **Código Florestal Brasileiro**. Brasília: 2002.

BRITO, B.; CARDOSO JUNIOR, D.; PINTO, A.; ADAMS, M. **Análise de termos de ajustamento de conduta para a recomposição de passivo ambiental de imóveis rurais no Pará**. Belém: Imazon, 2011.

BROWDER, J.O.; PEDLOWSKI, M.A. Agroforestry performance on small farms in Amazonia: findings from the Rondonia Agroforestry Pilot Project. **Agroforestry Systems**. v.49. p. 63-83. 2000.

BROWDER, J.O.; WYNNE, R.H.; PEDLOWSKI, M.A. Agroforestry diffusion and secondary forest regeneration in the Brazilian Amazon: further findings from the Rondonia Agroforestry Pilot Project (1992-2002). **Agroforestry Systems**. v.65. p. 99-111. 2005.

BUYANTUYEV, A.; WU, J. Effects of thematic resolution on landscape pattern analysis. **Landscape Ecology**. v.22. p. 7-13. 2007.

CAIN, D.H.; RIITERS, K.; ORVIS, K. A multi-scale analysis of landscape statistics. **Landscape Ecology**. v.12. p. 199-212. 1997.

CANADELL, J.G.; RAUPACH, M.R. Managing forests for climate change mitigation. **Science**. v.320. p. 1456-1457. 2008.

CARRERO, G.C.; FEARNSIDE, P.M. Forest cleaning dynamics and the expansion of landholdings in Apuí, a deforestation hotspot in Brazil's Transamazon highway. **Ecology and Society**. v. 16, n. 2, p.01-18. 2011.

COLLI, G.R.; ACCACIO, G.M.; ANTONINI, Y.; CONSTANTINO, R.; FRANCESCHEINELLI, E.; LAPS, R.R.; SCARIOT, A.; VIEIRA, M.V.; WIDEDEHECKER, H.C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira. In: **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2003.

COLLINGE, S.K. Ecological consequences of habitat fragmentation: implications for landscape architecture and planning. **Landscape and urban Planning**. v.36. p. 59-77. 1996.

COSTA, M.H.; PIRES, G.F. Effects of Amazon and central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. **Int. Journal of Climatology**. v. 30. p. 1970-1979. 2010.

COSTA, F. **Ecologismo e questão agrária na Amazônia**. Belém: NAEA/UFPA, 1992.

CUSHMAN, S.A.; MCGARIGAL, K.; NEEL, M.C. Parsimony in landscape metrics: strength, universality, and consistency. **Ecological indicators**. v.8, p.691-703. 2008.

DELALIBERA, H.C.; NETO, P.H.W.; LOPES, A.R.C.; ROCHA, C.H. Alocação de reserva legal em propriedades rurais: do cartesiano ao holístico. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**. v. 12. n.3. p. 286-292. 2008.

DÉSTRO, G.F.; CAMPOS, S. Implantação de reservas legais: uma nova perspectiva na conservação dos recursos naturais em paisagem rural. **Rev. Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental**. v. 14. n.8, p.887-895. 2010.

ECHEVERRÍA, C.; NEWTON, A.C.; LARA, A.; BENAYAS, J.M.; COOMES, D.A. Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. **Global ecology and biogeography**. v.16, p.426-439. 2007.

ETHERIDGE, D.A.; MACLEAN, D.A.; WAGNER, R.G.; WILSON, J.S. Effects of intensive forest management on stand and landscape characteristics in northern New Brunswick, Canada. **Landscape ecology**. v. 21, p.509-524. 2006.

EWERS, R.M.; KLISKEY, A.D.; WALKER, S.; RUTLEDGE, D.; HARDING, J.S.; DIDHAM, R.K. Past and future trajectories of forest loss in New Zealand. **Biological Conservation**. v.133. p. 312-325. 2006.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** v. 34, p.487-515. 2003.

FAUTH, P.; GUSTAFSON, E.; RABENOLD, K. Using landscape metrics to model source habitat for Neotropical migrants in the midwestern U.S. **Landscape Ecology**. v.15. p. 621-631. 2000.

FEARNSIDE, P. Código Florestal: o perigo de abrir brechas. **Ciência hoje**. v.28 n.163, p.62-63. 2000.

FEARNSIDE, P. Quem desmata a Amazônia: os pobres ou os ricos?. **Ciência hoje**. v.19 n.113, p.27-33. 1995.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**. v. 1. n. 1. p.113-123. 2005.

FERREIRA, A.M.; SALATI, E. Forças de transformação do ecossistema amazônico. **Estudos Avançados**. v. 19. n.54, p.25-43. 2005.

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

FIDALGO, E.C.; CREPANI, E.; DUARTE, V.; SHIMABUKURO, Y.E.; PINTO, R.M.S.; DOUSSEAU, S.L. Mapeamento do uso e da cobertura atual da terra para indicação de áreas disponíveis para reservas legais: estudo em nove municípios da região amazônica. **Revista Árvore**. v. 27. n.6. p. 871-877. 2003.

FORMAN, R.T. **Land mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press. Cambridge, 1995.

FRY, G.; TVEIT, M.S.; ODE, A.; VELARDE, M.D. The ecology of visual landscapes: exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. **Ecological indicators**. v.9, p. 933-947. 2009.

FUTEMMA, C.; BRONDÍZIO, E.S. Land reform and land-use changes in the lower Amazon: implications for agricultural intensification. **Human ecology**. v. 31. n.3, p.369-402. 2003.

GALETTI, M.; PARDINI, R.; DUARTE, J.M.; SILVA, V.M.F.; ROSSI, A.; PERES, C.A. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotrop**. v.10. n.4, p.47-52. 2010.

GONZALEZ-ABRAHAM, C.E.; RADELOFF, V.C.; HAMMER, R.B.; HAWBAKER, T.J.; STEWART, S.I.; CLAYTON, M.K. Building patterns and landscape fragmentation in northern Wisconsin, USA. **Landscape ecology**. v.22, p.217-230. 2007.

HENKEL, K.; AMARAL, I. Análise agrosocial da percepção de agricultores familiares sobre sistemas agroflorestais no nordeste do estado do Pará, Brasil. **Bol. Mus. Pará Emílio Goeldi. Ciências Humanas**. v.3. n.3. p. 311-327. 2008.

HERRMANN, B.C.; RODRIGUES, E.; LIMA, A. A paisagem como condicionador de bordas de fragmentos florestais. **Floresta**. v. 35. n. 1, p.13-22. 2005.

HOLKAMPER, A.; LAUSCH, A.; SEPPELT, R. Optimizing landscape configuration to enhance habitat suitability for species with contrasting habitat requirements. **Ecological Modelling**. v.198. p. 277-292. 2006.

HONNAY, O.; PIESSENS, K.; LANDUYT, W.; HERMY, M.; GULINCK, H. Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity. **Landscape and Urban Planning**. v. 63. p. 241-250. 2003.

HURTIENNE, T. Agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável na Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**. v.8 n.1, p.019-071. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DE RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). SISCOM: **Sistema compartilhado de informações ambientais**. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/>>. Acesso em: out. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Taxas anuais de desmatamento – 1988 até 2010**. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2010.htm>. Acesso em: 10 jan. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites**. Sistemas PRODES, DETER, DEGRAD e Queimadas 2007-2008. Sumário Executivo. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Metodologia para mapeamento de vegetação secundária na Amazônia Legal**. Sumário Executivo. 2009.

JAEGER, J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. **Landscape ecology**. v.15, p.115-130. 2000.

KERR, J. Watershed Project performance in India: conservation, productivity, and equity. **Amer. J. Agr. Econ**. v.83. n.5. p. 1223-1230. 2001.

KRUMMEL, J.R.; GARDNER, R.H.; SUGIHARA, G.; O'NEILL, R.H.; COLEMAN, P.R. Landscape patterns in a disturbed environment. **Oikos**. v. 48. p. 321-324. 1987.

LAMEIRA, W.J.M.; ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G. Síntese de ocupação em estradas não-oficiais na Amazônia brasileira. **Rev. Bras. De Cartografia**. n.62 ed. Especial n.1, p.261-267. 2010.

LAURANCE, W.F.; CAMARGO, J.L.C.; LUIZÃO, R.C.C.; LAURANCE, S.G.; PIMM, S.L.; BRUNA, E.M.; STOUFFER, P.C.; WILLIAMSOM, B.; BENÍTEZ-MALVINO, J.; VASCONCELOS, H.L.; HOUTAN, K.S.V.; ZARTMAN, C.E.; BOYLE, S.A.; DIDHAM, R.K.; AMDRADE, A.; LOVEJOY, T.E. The fate of the Amazonian Forest fragments: A 32-year investigation. **Biological Conservation**. v.144. p. 56-67. 2011.

LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; MERONA, J.M.; LAURANCE, S.G.; HUTCHINGS, R.W.; LOVEJOY, T.E. Effects of forest fragmentation on recruitment patterns in Amazonian tree communities. **Conservation biology**. v.12 n.2, p.460-464. 1998.

LAURANCE, W.F.; FERREIRA, L.V.; MERONA, J.M.; LAURANCE, S.G. Rain Forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities. **Ecology**. v.79 n.6, p.2032-2040. 1998.

LAURANCE, W.F.; LOVEJOY, T.E.; VASCONCELOS, H.L.; BRUNA, E.M.; DIDHAM, R.K.; STOUFFER, P.C.; GASCON, C.; BIERREGAARD, R.O.; LAURANCE, S.G.; SAMPAIO, E. Ecosystem decay of amazonian Forest fragments: a 22-year investigation. **Conservation biology**. v. 16. n.3, p.605-618. 2002.

LAURANCE, W.F. Do edge effects occur over large spatial scales?. **TREE**. v. 15. n. 4, p.134-135. 2000.

LAURANCE, W.; ALBERNAZ, A.; FEARNSIDE, P.; VASCONCELOS, H.; FERREIRA, L. Deforestation in Amazonia. **Science**. v.304, p.1109-1111. 2004.

LIMA, C.J. **Efeito da fragmentação e isolamento da paisagem na riqueza e composição de espécies de lagartos no reservatório de Tucuruí, Pará**. 2008.88f. Dissertação (mestrado em ciências ambientais) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2008.

MALHI, Y.; ROBERTS, J.T.; BETTS, R.A.; KILLEEN, T.J.; LI, W.; NOBRE, C.A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**. v. 319, p.169-172. 2008.

MARGULIS, S. **Causas do desmatamento na Amazônia brasileira**. ed. 1. Brasília, DF: Banco Mundial. 2003.

MARTINS, H.; SOUZA-JR, C. **Avaliação do desmatamento e do cadastro ambiental rural (CAR) no Pará**: bases para o programa Municípios Verdes. O estado da Amazônia. n. 21. Belém: Imazon, 2011.

MATO GROSSO. Lei nº 8.961 de 18 de agosto de 2008. Cria o Programa Mato-grossense de Legalização Ambiental Rural – MT LEGAL, disciplina as etapas do Processo de Licenciamento Ambiental de Imóveis Rurais e dá outras providências. **Diário Oficial do estado de Mato Grosso** de 18 ago. 2008.

MCADAM, J.H.; BURGESS, P.J.; GRAVES, A.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M.R. Classifications and functions of agroforestry systems in Europe. **Advances in Agroforestry**. v. 6. ed. 1. p. 21-41. 2008.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. **FRAGSTATS**: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. 1995. Disponível em: <www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

MEDEIROS, R.; YOUNG, C.E.F.; PAVESE, H.B.; ARAÚJO, F.F.S. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**. Sumário executivo. Brasília: UNEPWCMC, 2011.

MELLO, A.J.; ALVES, D.S. Padrões de desflorestamento no regime fundiário de fronteira da Amazônia brasileira. In: SIM. BRAS. SENS. REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia. 2005. p. 3053-3060.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Ana. Acad. Bras. De Ciência**. v. 71, p.445-462. 1999.

METZGER, J.P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape and urban planning**. v. 37, p.29-35. 1997.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **TREE**. v.10 n.2, p.58-62. 1995.

NEPSTAD, D.; SHWARTZMAN, S.; BAMBERGER, B.; SANTILLI, M.; RAY, D.; SCHLESINGER, P.; LEFEBVRE, P.; ALENCAR, A.; PRINZ, E.; FISKE, G.; ROLLA, A. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous reserves. **Conservation Biology**. v.20. n.1. p. 65-73. 2006.

NEPSTAD, D.; SOARES-FILHO, B.S.; MERRY, F.; LIMA, A.; MOUTINHO, P.; CARTER, J.; BOWMAN, M.; CATTANEO, A.; RODRIGUES, H.; SHWARTZMAN, S.; MCGRAPH, D.; STICKLER, C.; LUBOWSKI, R.; PIRIS-CABEZAS, P.; RIVERO, S.; ALENCAR, A.; ALMEIDA, O.; STELLA, O. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**. v. 326, p.1350-1351. 2009.

NEUMANN, P.S.; LOCH, C. Legislação ambiental, desenvolvimento rural e práticas agrícolas. **Ciência Rural**. v. 32. n. 2, p.243-249. 2002.

NG, S.J.; DOLE, J.W.; SAUVAJOT, R.M.; RILEY, S.P.; VALONE, T.J. Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. **Biological conservation**. v.115, p.499-507. 2004.

NOSS, R.F. Ecosystems as conservation targets. **TREE**. v. 11. p. 351. 1996.

NUNES, T.S.S. **A efetividade das unidades de conservação e das terras indígenas na contenção do desflorestamento na Amazônia Legal**. 2010. 78f. Dissertação (mestrado em ciências ambientais) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2010.

PARÁ. Decreto nº 1.148 de 17 de julho de 2008. Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA, área de reserva legal e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará** de 17 jul. 2008.

PARÁ. Instrução Normativa nº 39 de 4 de fevereiro de 2010. Disciplina a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural - CAR nos imóveis rurais no Estado do Pará e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Pará** de 04fev. 2010.

PAGNONCELLI, A.; RAUBER, D.; REINER, G. Reserva Legal em pequenas e médias propriedades. **Revista TECAP**. n. 2. v. 2. ano. 02, p.58-64. 2008.

PEREIRA, L.M.; ESCADA, M.I.; RENNÓ, C.D. Análise da evolução do desmatamento em áreas de pequenas, médias e grandes propriedades na região centro-norte de Rondônia, entre 1985 e 2000. In: SIM. BRASIL. SENS. REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis, 2007. p. 6905-6912.

PÜTZ, S.; GROENEVELD, J.; ALVES, L.F.; METZGER, J.P.; HUTH, A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modeling study for brazilian atlantic forest. **Ecological Modelling**. v. 222. p. 1986-1997. 2011.

RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A. **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, DF: MMA/SBF, 2003.

RODRIGUES, E.R.; CULLEN-JR, L.; BELTRAME, T.P.; MOSCOGLIATO, A.V.; SILVA, I.C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**. v.31. n.5. p. 941-948. 2007.

RUTLEDGE, D. Landscapes indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process?. **DOC Science Publishing**. Department of Conservation, Nova Zelândia, 2003.

SANTOS, B.A.; ARROYO-RODRIGUEZ, V.; MORENO, C.E.; TABARELLI, M. Edge related loss of tree phylogenetic diversity in the severely fragmented Brazilian Atlantic Forest. **PLoS One**. v. 5. e12625 doi:10.1371/journal.pone.0012625. 2010.

SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation biology**. v.5. n.1. p.18-32 1991.

SOARES-FILHO, B.S.; MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; ANDERSON, A.; RODRIGUES, H.; GARCIA, R.; DIETZSCH, L.; MERRY, F.; BOWMAN, M.; HISSA, L.; SILVESTRINI, R.; MARETTI, C. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **PNAS**. v.107. n.24. p.10821-10826 2010.

SOARES-FILHO, B.S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.M.; CERQUEIRA, G.C.; GARCIA, R.A.; RAMOS, C.A.; VOLL, E.; MCDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**. v. 440. p.520-523. 2006.

TRANCOSO, R.; FILHO, A.C.; TOMASELLA, J.; SCHIETTI, J.; FORSBERG, B.R.; MILLER, R.P. Deforestation and conservation in major watersheds of the Brazilian Amazon. **Environmental conservation**. v. 36. n. 4. p.277-288. 2010.

TURNER, I.M.; CORLETT, R.T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **TREE**. v. 11. n. 8. p.330-333 1996.

TURNER, M.G. Landscape ecology: what is the state of the science? **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.** v. 36. p. 319-344. 2005.

TURNER, M.G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematics**. v.20. p. 171-197. 1989.

TURNER, M.G.; DONATO, D.C.; ROMME, W.H. Consequences of spatial heterogeneity for ecosystem services in changing forest landscapes: priorities for future research. **Landscape Ecol.** DOI 10.1007/s10980-012-9741-4. 2012.

UUEMAA, E.; ANTROP, M.; ROOSAARE, J.; MARJA, R.; MANDER, U. Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. **Living Rev. Landscape Res.** v.3. n.1. p. 01-28. 2009.

VENTURELLI, R.C.; GALLI, A. Integrated indicators in environmental planning: methodological considerations and applications. **Ecological indicators**. v.6. p.228-237. 2006.

VENTURIERI, A. A dinâmica da ocupação pioneira na rodovia Transamazônica: uma abordagem de modelos de paisagem 2003.167f. **Tese (Doutorado em Geografia)**. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.

VERDIN, K.L.; VERDIN, J.P. A topological system for delineation and codification of the Earth's river basins. **Journal of Hydrology**. v.218. n.1/2. p.1-12. 1999.

VERÍSSIMO, A.; ROLLA, A.; VEDOVETO, M.; FUTADA, S. **Áreas protegidas na Amazônia brasileira: avanços e desafios**. Belém: Imazon, 2011.

VERÍSSIMO, A.; SOUZA-JR, C.; CELENTANO, D.; SALOMÃO, R.; PEREIRA, D.; BALIEIRO, C. **Áreas para produção florestal manejada: detalhamento do Macrozoneamento Ecológico Econômico do estado do Pará**. Belém: Imazon, 2006.

VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.; SILVA, J.M.C.; HIGUCHI, H. Deforestation and threats to the biodiversity of Amazonia. **Braz. J. Biol.** v. 68. p. 949-956. 2008.