



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**Dinâmica da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú, Nordeste do
Pará, Brasil**

SHISLENE RODRIGUES DE SOUZA

**BELÉM/PA
ABRIL - 2010**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**Dinâmica da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú, Nordeste do
Pará, Brasil**

SHISLENE RODRIGUES DE SOUZA

**Dissertação apresentada à Universidade Federal
Rural da Amazônia, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Ciências Florestais,
área de concentração Manejo Florestal, para
obtenção do título de mestre.**

**Orientador
Prof. Dra. Maria de Nazaré Martins Maciel**

**Co-orientador
Prof. Dra. Francisco de Assis Oliveira**

**BELÉM
ABRIL - 2010**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**Dinâmica da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú, Nordeste do
Pará, Brasil**

SHISLENE RODRIGUES DE SOUZA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, área de concentração Manejo Florestal, para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 27 de Abril de 2010

BANCA EXAMINADORA

Profa Dra Maria de Nazaré Martins Maciel - Presidente
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr Carlos Alexandre Bordalo Filho – 1º examinador
Universidade Federal do Pará – UFPA

Profº Dra Merilene do Socorro Silva Costa – 2º examinadora
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Profº Dr Francisco José de Oliveira Parise – 3º examinador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

A DEUS, por ser o meu maior companheiro de luta nos momentos de aflição,

Aos meus pais, Alda e Fernando pela compreensão, confiança, carinho e aprendizagem oferecida durante a jornada deste trabalho.

Ao Renato, meu irmão, pelo apoio e força nas adversidades e
Fábio, meu companheiro, pelo incentivo, paciência e solidariedade, principalmente nos momentos de ausência e renúncia.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Curso de Mestrado em Ciências Florestais, pela oportunidade de realizar este trabalho;

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa

A Professora Maria de Nazaré Martins Maciel Dra. da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela orientação, paciência, compreensão, persistência e pelas críticas construtivas ao longo do trabalho;

Ao co-orientador Professor Francisco de Assis Oliveira, Dr. da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela ajuda na realização desta dissertação.

Ao colega Stephan, pela imensa ajuda nos trabalhos de campo e ensinamentos dado na realização deste trabalho;

Ao amigo Raimundinho pelo apoio de campo oferecido na construção dos dados;

A Professora Merilene Costa, pelo apoio logístico;

A Coordenação do curso de Mestrado em Ciências Florestais, em especial ao coordenador Francisco de Assis e à secretária Mylena Rodrigues, por toda ajuda concedida na resolução dos problemas burocráticos.

RESUMO

Na análise histórica de desenvolvimento da região amazônica focando a inter-relação do homem com os recursos naturais, o nordeste paraense aparece como uma das regiões de fronteira agrícola mais antiga do Estado e seguramente a mais afetada por problemas ambientais. A favor de uma compreensão na história evolutiva da paisagem, a Bacia Hidrográfica torna-se uma unidade natural de planejamento dos recursos naturais que viabiliza identificar as transformações sofridas pelo ambiente e suas principais motivações. Assim sendo, este trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica da cobertura vegetal e do uso do solo na bacia hidrográfica do Rio Apeú, num espaço de tempo de sete anos. Para tanto foram utilizadas imagens Landsat5/TM referentes aos anos de 2001, 2004 e 2008, as quais foram processadas e classificadas pelo algoritmo de classificação supervisionada de máxima verossimilhança, através do programa ENVI. Através da análise dos mapas temáticos gerados para os três analisados, foi possível analisar a dinâmica de cobertura vegetal e uso do solo da bacia em questão, onde os resultados mostraram que a paisagem da bacia é fortemente marcada pela atividade da pecuária, sendo as pastagens o padrão dominante de uso da terra. A classe sucessão secundária apesar de sofrer progressiva redução ao longo dos sete anos analisados, ainda é a cobertura vegetal dominante na paisagem, atribuída à sustentabilidade do sistema de produção agrícola local como componente de pousio. No dinamismo da paisagem, a Floresta Ombrófila Densa é a classe de maior estabilidade na cobertura vegetal, estando concentrada principalmente às margens dos cursos d'águas, formando Áreas de Preservação Permanente. Apesar disso, ainda é preocupante a ocupação da terra em áreas próximas aos corpos de água na área da bacia hidrográfica do rio Apeú, uma vez que 22% das APP's conceituais não apresentam proteção condizente com a lei.

Palavras-chaves: Dinâmica da Paisagem; bacia hidrográfica do rio Apeú; cobertura vegetal, uso do solo

ABSTRACT

In the historical analysis of the development of the Amazon Region, focusing the relation between man and natural resources, the Northeast of Pará shows itself as one of the oldest agricultural frontiers of the State and, surely, the most affected by the environmental problems. For an understanding of the evolutionary history of the Landscape, the Hydrographical Basin becomes one natural planning unit of the natural resources which makes possible to identify the transformations through which the environment has undergone and its main motivations. Therefore, this paper aimed to analyze the dynamics of the natural coverage and of the use of soil in the Hydrographical Basin of the Apeú River in 7 years. For this purpose, there were used Landsat5/TM images referring to 2001, 2004 and 2008, which were classified by the maximum verisimilitude supervised classification algorithm, using the ENVI program. Through the analysis of the thematic maps generated for the three periods that were analysed, it was possible to notice the dynamics of the natural coverage and of the use of soil. The results have shown that the Landscape of the Basin is strongly marked by livestock and the pastures are the most predominant use of the soil. The “Secondary System” class, although suffers progressive reduction along the seven years that were analysed, still is the predominant cover in the landscape, which is attributed to the sustainability of the local agricultural production system as a component of fallow. In the landscape’s dynamism, the tropical rain forest is the class which has greatest stability in the natural coverage, being mainly concentrated on the banks of watercourses, being Permanent Preservation Areas. However, it is still worrying the occupation of the land in areas near the water bodies near the area of the Hydrographical Basin of the Apeu river, since 22% of the conceptual PPAs are not protected by the law.

Keywords: Dynamic of the Landscape; Hydrographical Basin; GIS

SUMÁRIO

Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
Lista de Quadro	xi
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	4
2.1 Geral.....	4
2.2 Específico.....	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 PREMISSAS DO DESENVOLVIMENTO INSUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA.....	5
3.2 O PROCESSO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NO NORDESTE PARAENSE.....	7
3.3 BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO.....	10
3.4 SUSTENTABILIDADE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	14
3.5 ECOLOGIA DE PAISAGEM.....	16
3.6 DINÂMICA DE PAISAGEM.....	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
4.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
4.1.1 Localização.....	22
4.1.2 Clima.....	23
4.1.3 Vegetação	23
4.1.4- Geologia	24
4.1.5 Geomorfologia	24
4.1.6 Solos.....	25
4.1.7 Drenagem.....	25
4.1.8 Declividade	25
4.2 MATERIAL.....	26
4.2.1 Sistematização de dados georreferenciados.....	26
4.2.2 Softwares Utilizados.....	26
4.2.3 Instrumentos Complementares de Campo.....	27

4.3 METODOLOGIA APLICADA.....	28
4.3.1 Procedimento de Campo.....	29
4.3.2 Procedimento de Laboratório.....	29
4.3.2.1 Delimitação da Bacia do Rio Apeú.....	29
4.3.2.2 Pré- Processamento de Imagens.....	29
4.3.2.2.1 Registro de imagens.....	29
4.3.2.2.2 Conversão dos Números Digitais (DN) para Reflectância.....	30
4.3.2.3 Processamento de Imagens.....	32
4.3.2.3.1 Geração de Imagem Textural.....	32
4.3.2.4 Classificação Supervisionada.....	33
4.3.2.5 Pós-classificação.....	34
4.3.2.5.1 Reclassificação.....	34
4.3.2.5.2 Homogeneização das classes.....	34
4.3.2.6 Análise Espaço-Temporal.....	35
4.3.2.7 Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP's).....	35
4.3.2.8 Mapa de conflito de uso nas APP's.....	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
5.1 REGISTRO DAS IMAGENS.....	37
5.2 DEFINIÇÃO DA LEGENDA TEMÁTICA NA BACIA DO RIO APEÚ.....	37
5.3 DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES MAPEADAS NA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APEÚ.....	41
5.4 DINÂMICA DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APEÚ.....	50
5.5 ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP's).....	54
5.5.1- Mapeamento de conflitos de uso nas APP's.....	56
6- CONCLUSÃO.....	59
7-REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	61
ANEXOS.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Bacia Hidrográfica	11
Figura 2- Localização da área de estudo.....	22
Figura 3 - Fluxograma da Metodologia adotada.....	28
Figura 4- Ecossistema Floresta ripária ao longo do rio Macapazinho.....	38
Figura 5-Ecossistema de Floresta Ombrófila Densa encontrada no horto florestal de Castanhal.....	38
Figura 6-Ecossistema de Sucessão Intermediária localizada próxima ao Distrito do Apeú.....	38
Figura 7- Ecossistema de Sucessão Inicial em fase de recolonização por espécies invasoras. Destaque para espécie lacre (<i>Vismia guianensis</i> Pers).....	39
Figura 8- Ecossistema de gramínea com cultivo de quicuío (<i>Brachiara humidicola</i> L) cultivado para pasto.....	39
Figura 9- Ecossistema agrícola com cultivo de mandioca (<i>Manihot esculanta</i> L. var bragantina).....	39
Figura 10- Ecossistema florestal com cultivo de teca (<i>Tectona grandis</i> L.f).....	40
Figura 11-Ecossistema de sistema sucessional alterado com a extração de areia.....	40
Figura 12 -Ecossistema urbano (cidade de Castanhal).....	40
Figura 13-Área em preparo para plantio.....	41
Figura 14- Segunda nascente do Rio Apeú (ecossistema aquático) na propriedade da REICOM.....	41
Figura 15 - Quantificação das áreas ocupadas por classe de cobertura vegetal e uso do solo na Área da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú, nos anos de 2001, 2004 e 2008.....	42
Figura 16- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2001.....	47
Figura 17- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2004.....	48
Figura 18- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2008.....	49
Figura 19- Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Apeú no período de 2001 a 2004 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal.....	53
Figura 20- Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográficado rio apeú no período de 2004 a 2008 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal.....	53
Figura 21- Mapa das áreas de preservação permanente, relativas às margens de cursos d'água e nascentes, da bacia hidrográfica do rio Apeú.....	55
Figura 22- Aspecto do processo erosivo evidenciado na nascente do rio Apeú.....	58
Figura 23- Aspecto do solo exposto em torno da nascente do rio Apeú.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores de $L_{máx}$ e $L_{mín}$ ($mw \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot mm^{-1}$) utilizados na conversão para radiância.....	31
Tabela 2- Valores de irradiância ($mw \cdot cm^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot mm^{-1}$) utilizados na conversão para reflectância.....	32
Tabela 3- Quantificação de áreas definidas pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo na área da bacia do rio Apeú, nos anos de 2001, 2004 e 2008.....	42
Tabela 4- Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 2001 e 2004, para a área da bacia hidrográfica do rio Apeú.....	52
Tabela 5- Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 2004 e 2008, para a área da bacia hidrográfica do rio apeú.....	52
Tabela 6- Área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio apeú.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Descrição das classes de cobertura e uso do solo identificados na área da bacia hidrográfica do rio Apeú.....	38
---	----

1-INTRODUÇÃO

A Amazônia, área constituída de extensas coberturas vegetais tem registrado em sua história problemas característicos de ocupação tais como desequilíbrios dos recursos naturais e problemas sociais. Para Kampel et al. (2001), o contexto político e econômico ao longo do tempo foi determinante no processo de ocupação humana e urbanização da Amazônia, reconhecidas por Pereira (1997) em fenômenos que desencadearam prejuízos econômicos, sociais e ambientais para a região.

A evolução induzida inicialmente por projetos integrados de colonização e posteriormente transferidos para o sistema de incentivos fiscais desenfreou problemas que convergiram na releitura dos fatores que levaram as interferências impactantes do homem no espaço. Nesse entendimento, é importante destacar a incoerência das políticas públicas na vida da população local evidenciadas pelas distorções nos níveis sociais que repercutiram na concentração fundiária e renda, grilagem de terras, formação de fluxos migratórios e saturação de cidades. O resultado disso foi a geração de sistemas econômico-sociais comprometedores da sustentabilidade do meio ambiente, substanciada na Amazônia em regimes de interesses por terra vinculada com o desmatamento descontrolado para a validação da produtividade.

A formação de pastagens, agricultura e exploração madeireira (WATRIN et al., 1996) foram algumas das atividades propulsoras de desestabilização ambiental de áreas significativas ecologicamente. Isso remete atualmente à questões relevantes no que concerne a distribuição e apropriação dos recursos naturais. Principalmente quando expressa mudanças diferenciadas no espaço que agridem o efeito natural da retroalimentação de ecossistemas. O desconhecimento e uso de estratégias inadequadas de manejo de solo, das águas e das florestas foram e ainda são os maiores responsáveis pela degradação dos recursos naturais (BONZAN e LOCH, 2006)

O nordeste do Estado do Pará é exemplo desse processo de ocupação, pois constitui uma das mais antigas áreas de colonização da Amazônia. Processo este que se desenvolveu com maior intensidade com a consolidação da estrada de ferro Belém-Bragança, a partir do final do século XIX (ÉGLER, 1961; WATRIN et al, 2009). De acordo com Watrin et.al. (1998), hoje a paisagem da região encontra-se com níveis altos de interferência humana, resultando em áreas de vegetação secundária produzido pela agricultura tradicional.

As implicações da agricultura aos recursos naturais, particularmente ao solo, já foi tema de discussão de Carvalho (2002). Sua referência ao assunto revela que o uso do solo envolve uma série de questões ligadas não só às características químicas e físicas do mesmo, mas também ao tipo de manejo adotado para sua preparação ao plantio. O que leva uma maior ou menor susceptibilidade do solo à degradação ao longo do tempo aferidas pelas condições de estabilidade contra desagregação e transporte de materiais.

O estudo dos problemas ambientais torna clara a compreensão de que eles não podem ser entendidos ou tratados de forma isolada. Isto decorre do fato de serem problemas sistêmicos, isto é, estão interligados e são interdependentes (CAPRA, 2001; RAMOS et al., 2004).

Associado a esta concepção de interdependência, tem-se a paisagem sendo vista como uma parte do espaço que condiciona unidades formadas em geral por ecossistemas, estágios sucessionais de vegetação ou ainda por áreas de uso e ocupação das terras, onde, partindo de uma contínua interação, ocorre a evolução perpétua de integração dos seus elementos (CEMIM et al., 2007 e ALMEIDA, 2000). Cemim et al. (2007) evidencia a quantificação da estrutura da paisagem como parâmetro validador de estudos ambientais no funcionamento de ecossistemas, o que pode ser aplicado às redes hidrográficas, entendida como unidade natural da paisagem. Estas são frequentemente associadas a definição de ecossistemas, onde as áreas são extremamente sensíveis a pequenas mudanças, sejam elas oriundas de processos naturais ou ações antrópicas (PEDRÃO, 2003; LIMA e ZAKIA, 1996)

Dentro desse contexto, a bacia hidrográfica é vista como um instrumento aferidor das implicações produzidas no uso dos recursos naturais dentro e fora dos seus limites de estabelecimento natural. Já que os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação do solo de sua respectiva bacia de drenagem (GOULART e CALLISTO, 2003). Entre as peculiaridades tem-se a vegetação, a qual influencia diretamente no processo de erosão, na qualidade da água, na dinâmica de nutrientes, na proteção de mananciais e na produção de água (LINHARES et al., 2005)

Na avaliação espacial de tal problemática nos estudos ambientais, muitos pesquisadores sugerem o uso de técnicas de sensoriamento remoto e o geoprocessamento na aplicação de avaliações de sistemas de ocupação, entre eles: Vasconcelos e Novo (2004), Carrão (2001) e Lorena (2001). Advindo da possibilidade de conciliar uma série de informações sobre os ecossistemas que vêm sofrendo rápidas mudanças, o emprego da geotecnologia contribui decisivamente para o planejamento regional e o combate a distúrbios

ecológicos da paisagem que podem se dar ao longo do tempo (WATRIN et al., 2007). Em particular, tomando como partida o expressivo desmatamento ocorrente na área de pesquisa já evidenciada por Vieira et al.(1994), os recursos oferecidos pela geotecnologia são considerados relevantes na análise visando o controle no avanço de impactos ambientais daquela região.

2-OBJETIVO

2.1 GERAL

Analisar espacialmente a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Apeú e identificar o conflito de uso do solo de suas áreas de preservação permanente, a partir do uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, num período de sete anos, visando oferecer subsídios ao planejamento de sua ocupação territorial.

2.2- ESPECÍFICO

- Mapear, quantificar e caracterizar, em escala de semi detalhe, a área das classes de cobertura vegetal e uso da terra no período de 2001 a 2008, utilizando imagens Landsat 5;
- Avaliar a dinâmica de alterações da cobertura vegetal e uso do solo sobre a paisagem da Bacia hidrográfica do rio Apeú;
- Mapear e identificar o conflito de uso nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Apeú de acordo com o Código Florestal (Lei nº 4.771/65) e a Resolução CONAMA nº 303 de 2002.

3- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1- PREMISSAS DO DESENVOLVIMENTO INSUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA

A interação que existe entre o homem e a natureza é alvo constante de grandes questionamentos no que diz respeito a resistência perante a um processo de degradação, cujo efeito é sentido por ambos os lados. Referindo-se à Amazônia, o problema ganha destaque no mundo todo, haja vista a representatividade biológica composta em seus ecossistemas.

Dentre alguns problemas já trabalhados por pesquisadores, Ramos et al. (2004) cita: o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio, a extinção de espécies, a destruição da biodiversidade e ecossistemas naturais, o crescimento da população mundial vinculada ao consumismo desenfreado, a poluição configurada na produção de resíduos não degradáveis e a disponibilidade de água potável, como temas intensamente abordados.

Em uma análise histórica de desenvolvimento da região amazônica focando a inter-relação do homem com os recursos naturais, Becker (2004) reporta-se, a princípio, se ao padrão econômico voltado para a exportação que, desde a era da colonização, fundamentou-se em surtos devassadores ligados à valorização momentânea de produtos no mercado internacional, seguidos de longos períodos de estagnação. Posteriormente, tem-se a questão de um desenvolvimento incipiente, que em síntese, estimulou políticas públicas de colonização com características institucionais de autoritarismo e elitismo convertida em distribuições de terras mal planejadas e evidentes perdas ambientais na produção de benefícios irrisórios no crescimento da região (PEREIRA, 1997)

Tais características estão atreladas ao paradigma sociedade-natureza, a qual é denominada por Becker (2001) de “economia de fronteira”, idéia reconhecida na região até hoje. Em meio a um âmbito de estrutura dinâmica, formou-se uma série de atividades incompatíveis com a realidade local de muitos municípios da Amazônia. Neste sentido, Pereira (1997) destaca o papel do Programa de Integração Nacional (PIN) criado pelo Estado brasileiro no sentido inicial de conduzir e disciplinar o assentamento de camponeses na Amazônia. Mais tarde, o regime econômico-social trazido por grandes redes de projetos instalado nas áreas foco sinalizava para um novo modelo estratégico de ocupação acelerada, onde segundo Becker (2001), impõe sobre o território uma malha de duplo controle – técnico e político – resumido em tipos de conexões e redes, capaz de controlar fluxos e estoques, e tendo as cidades como base logística para a ação. Para Bastitella e Moran (2005), os

incentivos políticos dados por programas de desenvolvimento, foram associados a implementação de assentamentos com base em infra-estrutura precária, desprezando características biofísicas e provendo pouco apoio à organização social.

No meio rural, vê-se nos sistemas de produção implantados a reprodução de uma exploração agropecuária importada de outras regiões, onde a remoção da cobertura vegetal natural e a não-valorização dos recursos florestais são pontos característicos desse modelo (PASQUIS et al., 2005). O efeito da falta de reforma agrária e assistência social adequada revestem-se em problemas nas grandes cidades como foi assim referenciado por Pasquis et. al (2005,p.89): “Colonos, fracassados em termos produtivos, decidem entrar cada vez mais na floresta e abrir novas áreas, ou engrossar as estatísticas dos bairros marginais das cidades”. Paralelo a isso, observa-se uma evolução quanto a atenção ao meio ambiente. De acordo com Goulart e Callisto (2003), os problemas vieram não só pela forte pressão do sistema produtivo sobre os recursos naturais através do uso de matéria prima para o crescimento econômico, como também devido a demanda gradual de uma população de baixo nível, que culminou o efeito para maiores proporções, decorrente da total desinformação, falta de recursos, aliada às péssimas condições de vida.

A adoção de medidas ambientais corretas, segundo Pereira (1997) passa a ser uma das prioridades dos países (tanto os desenvolvidos como os não desenvolvidos) em resposta a uma nova concepção da sociedade perante o desenvolvimento. Um exemplo disso é a Agenda 21 (documento aprovado durante a Conferência para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, estabelecendo um plano internacional de ações a serem desenvolvidas pelos países signatários em todas as áreas relacionadas com o desenvolvimento sustentável do Planeta) que sinaliza para uma conscientização na postura tomada diante das devastações ambientais deflagradas pelo homem, como a que aconteceu no processo de ocupação da Amazônia. Buscando-se então, o entendimento e preocupação moral com o meio ambiente e não mais se concentrando somente no crescimento econômico, especialmente para geração de empregos e produção de bens e serviços.

Dentro do princípio da sustentabilidade deve-se considerar um crescimento econômico que beneficie a maioria do povo ao mesmo tempo em que promova proteção do ambiente. Isso somente será possível com a busca de um equilíbrio entre atividade econômica e a sustentação ambiental. Partindo desse raciocínio Becker (2001) afirma que o capital natural é o novo viés de transformação de base efetiva para o desenvolvimento sustentável da Amazônia.

3.2- O PROCESSO DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NO NORDESTE PARAENSE

O avanço do desmatamento da Amazônia torna evidente uma preocupação em torno dos recursos naturais. A repercussão que ganha níveis internacionais representa ameaça à diversidade biológica, gerando grandes alterações na cobertura, comprometendo inúmeros sistemas originais (SAMPAIO et al., 1999)

Watrin et.al.(1998) discrimina dentro da região amazônica, a parte leste do Estado do Pará sendo seguramente a mais afetada por problemas ambientais. A peculiaridade se resguarda quando estas são reconhecidas como as áreas de colonização mais antigas do Estado, onde muito se deve a sua posição geográfica e a construção da estrada de ferro Belém-Bragança a partir do século XIX (SAMPAIO et al., 1999). A estrada localizada precisamente na região bragantina, de acordo com Coelho et al. (2004), detinha naquele momento a posição da região agrícola mais importante do nordeste paraense, dentre outros processos econômicos associados com a colonização (VIEIRA et al., 2007)

Denich (1991) reforça o valor da linha ferroviária Belém-Bragança na ocupação da área, enveredada para dar apoio a uma produção efetiva associada à colonização orientada. No entanto, o que foi visto resumia-se em uma série de contratos não cumpridos e o retardamento de obras com a suspensão dos serviços de colonização (ÉGLER,1961).

A ferrovia que foi construída entre 1883 e 1908, com algumas interrupções, detinha a responsabilidade de promover a colonização da área e a vinda de suprimentos e gêneros alimentícios à Belém e garantir o transporte dos produtos agrícolas para a capital. No mais, indícios retratam uma colonização que aconteceria antes mesmo da implantação da ferrovia, mais especificamente em 1848, ano no qual então se falaria de projetos de colonização para a região. Porém, segundo Denich (1991), somente em 1875 foram constatados os primeiros colonos na região, ocorrido na área de Benevides. Os primeiros visitantes a colonizarem foram espanhóis, franceses, portugueses originários dos açores e italianos em número mais reduzido.

Em meio aos fracassos da colonização por imigrantes estrangeiros e ao auge do ciclo da borracha, Penteadó (1967), remete a política de colonização associada aos acontecimentos provenientes do extrativismo da matéria prima. Os surtos de colonização, doravante a exploração do látex dos seringais implicava em contradições socio-econômicas no cenário da região, relatada muito bem por Souza (2004, p.12), ao comentar que “Com a utilização do

“aviamento”, houve uma concentração da riqueza na exploração do látex nos seringais, deixando os seringueiros cada vez mais miseráveis e descontentes com esta situação”.

A decadência da borracha, deixada pelo sistema de aviamento em 1910, acabaria por forçar o governo a tomar novas medidas de acolhimento de uma população excedente, agora essencialmente nordestina, distribuída em torno da já existente estrada de ferro Belém – Bragança (SOUZA, 2004).

Denisch (1991) relembra o papel dos nordestinos, assim como os dos estrangeiros, no processo de colonização. Estes personagens que na história da região, acabavam por abandonar os locais após pouco tempo de permanência se devem a motivos, de acordo com relatórios oficiais, como o não funcionamento da administração, à falta de organização e a escassez de recursos. Diante das circunstâncias de insucesso, o que foi notado posteriormente entre idas e vindas de imigrantes nacionais e internacionais, foi a inconstante ação do governo em reativar o propósito de funcionalidade da ferrovia, a então geração de tráfego de produtos das colônias (ÉGLER, 1961).

Já nos esboços das últimas levadas de imigrantes (predominantemente nordestinos), de acordo com relatos de Égler (1961), conclui-se que a colonização não surtia efeito benéfico a nenhum dos atores sociais envolvidos neste processo. De um lado, os imigrantes que não encontravam a melhoria de vida esperada, de outro o governo que não conseguia converter os inúmeros contratos de capital aplicado em uma colonização planejada. Este último se valeria de um incremento da produção agrícola dotada de novas técnicas de cultivo trazidas pelos europeus, para suprir as necessidades dos moradores da Província e os trabalhadores dos seringais (SOUZA, 2004 e ÉGLER, 1961).

A valorização efetiva da estrada de ferro Belém-Bragança até 1915, não existia. Porém, a ocorrência de áreas devolutas continuava a atrair intrusos, sob a base de uma agricultura das mais primitivas em detrimento da cobertura vegetal que continuava a ser destruída e transformada em capoeiras improdutivas (ÉGLER, 1961).

Segundo Denich (1991), a depredação das florestas primárias que começou nas proximidades da então ferrovia construída e dos pólos de colonização, posteriormente, se estabeleceu ao longo das estradas vicinais que penetravam com maior profundidade no interior da região. A expressão demográfica de ocupação, dada como significativa às condições amazônicas, deixa em contrapartida uma intensa atividade de desmatamento, que, em poucos decênios, atinge até mesmo a vegetação secundária.

A ocupação da zona bragantina teve como fator relevante a facilidade dada à apropriação de terras, muitas vezes revestida no não pagamento que acabaria por criar um fluxo de pessoas para os locais destinados à ocupação. A demanda de pessoas sem a devida conscientização em poupar as áreas de florestas primárias remanescentes, produziu intensos problemas ambientais (DENICH, 1991)

Denich (1991) avalia que os efeitos negativos tanto para a política de colonização, como para a ecologia da paisagem, dentre outros fatores, deve-se ao fato do tipo de colono introduzido na região. Os colonos da Europa e mesmo os nordestinos, não detinham condições para sobreviver na Amazônia. A inexperiência na profissão de agricultor, juntamente com as diferentes características ecológicas encontradas nas colônias, foram fatores decisivos para o fracasso dos implementos sociais. Calcula ainda na falta de assistencialismo no método adequado de cultivo.

No período compreendido, entre os anos de 1960 e meados de 1980, ocorre uma extensa substituição de áreas de vegetação por pasto e o conseqüente êxodo rural marcado no início da década de 80 (SOUZA, 2004). Souza (2004) atribui o fato em detrimento à falta de transporte, crédito, educação ineficiente e a pressão dos grandes projetos agropecuários.

A trajetória histórica do nordeste paraense, assim como em outras áreas, perde a importância com a rede rodoviária implementada para dar suporte aos projetos de desenvolvimento de toda a Amazônia, contribuindo sobremaneira para o êxodo rural.

Denich (1999) afirma que a ocorrência de transportes rodoviários se fortaleceu de tal forma que viria a contribuir para o encerramento do funcionamento definitivo da ferrovia, em 1966. Acabando aí, a expectativa de uma real valorização da ferrovia que sustentou por algum tempo a economia da região.

As rodovias acompanharam iniciativas estatais e privadas momentâneas provenientes de uma ação conjunta do governo com empresas interessadas nas terras da Amazônia e na captação de recursos livres (PEREIRA, 1997). Isso leva, para muitas regiões, à colonização acelerada proveniente do estabelecimento de empresas privadas em grandes glebas de terras no campo e conseqüentemente desestabilização de ecossistemas locais.

O processo que evidencia a expulsão da maioria da população das áreas interioranas para as cidades, tendeu a modificar o sistema de desenvolvimento das atividades agrícolas e extrativistas, causando sérios danos ao meio ambiente natural (TOBIAS, 2003). Assim, a destruição ambiental não está correlacionada somente ao meio rural, mas também devido às

modificações expansivas das cidades que não detinham suporte o suficiente para atender a população gerada das fronteiras agrícolas.

Em meio a essa problemática de ocupação, muitos municípios não escaparam dos impactos negativos. Isso pode estar associado, dentre outros fatores, as políticas públicas desenvolvidas no Estado do Pará, que eminentemente foram sutis perante aos problemas ambientais no seu conjunto (SANTOS, 2006).

Em relação à região nordeste do Pará, particularmente à zona bragantina, a expectativa remete a implicações ambientais sérias, que vão desde a perda da fertilização do solo até o assoreamento dos rios. Já que, segundo Vieira et al. (2007), a região após intenso uso da terra, por mais de 150 anos, hoje, resume-se a uma paisagem fragmentada e com grande parte de sua fauna e flora extinta.

No âmbito da necessidade da formação de novas políticas de ocupação da terra, Vieira et al. (2007), perante o cenário desanimador da região, sinaliza a necessidade de criação intensiva de programas de recuperação da paisagem, conjuntamente, à recuperação da capacidade produtiva da terra. Estando envolvido a análise tanto da dinâmica evolutiva da área, quanto das modificações naturais e antrópicas que desencadearam a formação atual da paisagem daquela região.

Partindo-se dessa premissa, evidenciam-se as redes hidrográficas como elemento peculiar de avaliação das mudanças ocorrentes na paisagem, justificada por Botelho (1999) no sentido de permitir “reconhecer e estudar as inter-relações existentes entre os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação”, além de ser a “unidade ideal de planejamento de uso das terras”, favorecendo o melhor controle sobre as forças que atuam no ambiente local.

3.3- BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE ESTUDO

Para entender melhor a relação dos recursos hídricos, com relação aos processos ecológicos, vale inicialmente abordar alguns conceitos no que concernem às bacias hidrográficas.

De uma forma genérica e funcional, Lima (2008) trata uma bacia hidrográfica como sendo toda a área de captação natural da água da chuva que proporciona escoamento superficial para o canal principal e seus tributários.

Já numa outra vertente de caracterização de forma mais detalhada, Dill (2007), diz que Bacia hidrográfica pode ser entendida como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, aonde sua formação inclui naturalmente a presença de cabeceiras ou nascentes, divisores de águas, cursos d'água principais, afluentes, sub-afluentes, etc.

Referência de Tonello (2005), diz que a bacia hidrográfica pode ser definida como a área que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago (Figura 1)



Figura 1- Bacia Hidrográfica

Fonte: REIS, E. Fialho dos; CECÍLIO, R. Avelino (2006)¹.

Abordando a questão morfométrica da bacia hidrográfica no propósito de integrar informações produzidas na identificação e compreensão dos fatores e fenômenos naturais que intervêm no armazenamento de água no ambiente, Carvalho (2002) menciona que a área da drenagem (espaço de divisores de água sob influência dos canais), o sistema de drenagem (canais hidrográficos ordenados e hierarquizados) e o padrão de drenagem (densidade, geologia, relevo, fatores climáticos e solo) são informações significativas no caráter territorial e ecológico de bacias hidrográficas.

¹ REIS, E. Fialho dos; CECÍLIO, R. Avelino. Apostila Didática : Manejo de Bacias Hidrográficas. Universidade Federal do Espírito Santo. 2006. p.5

Pedrão (2003, p.461) por outro lado, numa discussão mais econômica – social, atribui ao recurso hídrico um caráter de sistema ambiental dinâmico, onde se identificam quantidades e qualidades de recursos, que pela extensão, tornam-se críticos em relação à reprodução dos demais componentes.

No que tange as subdivisões das bacias hidrográficas, Teodoro et al. (2007) chamam atenção para os variados conceitos aplicados à sub-bacia e microbacia na literatura técnica – científica.

Para Teodoro et al. (2007), as sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, que segundo alguns autores, vão ser diferenciados pela sua unidade de medida. Um exemplo dado é o de Faustino (1996) que adotando um espaço de abrangência desta drenagem, associa esta área ao tamanho que varia de 100 Km² à 700 Km².

De uma forma mais genérica, mas não menos complexa, uma bacia seria contida de um conjunto de sub-bacias desmembradas pelo ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Neste sentido, cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à última, uma sub-bacia (TEODORO et al., 2007; SANTANA, 2003)

Quanto ao termo microbacia, Teodoro et al. (2007) enfatiza a influência dos critérios unidades de medida, a hidrologia e a visão ecológica na definição do seu conceito. Do ponto de vista hidrológico, por exemplo, a classificação de bacias hidrográficas em grandes e pequenas, deve considerar além da sua superfície total, também os efeitos de certos fatores dominantes na geração do deflúvio. A partir disso, as microbacias teriam como características distintas uma grande sensibilidade às chuvas de alta intensidade (curta duração) e ao uso do solo (cobertura vegetal). Sendo assim, as alterações na quantidade e qualidade da água do deflúvio, em função de chuvas intensas e ou em função de mudanças no solo, são detectadas com mais sensibilidade nas microbacias do que nas grandes bacias (TEODORO et al., 2007)

Por outro lado, agora atribuída à visão ecológica, as microbacias são consideradas como a menor unidade do ecossistema onde acontece delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos. Neste sentido, a ocorrência de perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento (TEODORO et al, 2007; MOSCA, 2003).

Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos e tem na sua envergadura o embasamento da lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 2008)

Esta lei, no Brasil, vem como um marco para a história do uso desse recurso natural, quando viabiliza juridicamente o sentido da bacia hidrográfica a nível nacional como

unidade de estudo e gestão (TEODORO et al., 2007) e quando prevê no seu Artigo 1º que a “Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos através da atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”.

Assim, a Bacia Hidrográfica, sendo vista como uma unidade natural de planejamento dos recursos naturais, designa fatores extrapoláveis do funcionamento ambiental (DIAS, 2003). Condicionada por um conjunto de elementos intrinsecamente ligados às condições dos locais inseridos, remete a um sistema aberto de contorno definido, mas que não está em equilíbrio (LIMA, 2008). Daí, a necessidade de estudos mais adequados na caracterização de seus serviços à sociedade e à própria natureza, a fim de alcançar a tão falada sustentabilidade.

A partir do monitoramento sistemático de bacias e outras formas de gestão deste recurso, pesquisadores como Teodoro (2007), Mendes e Lima (2007) e Faria (2000) constataam diversas respostas associadas a outras particularidades como a vegetação, a topografia e a geologia do seu entorno, comprovando assim a importância de se manter tais elementos no ecossistema, de modo a garantir os processos funcionais fundamentais à sobrevivência de muitos organismos.

Carrielo (2004), ainda enfatizando a representatividade da bacia hidrográfica, menciona que a topografia, o tipo de solo, a geologia, o clima e a cobertura vegetal são fatores determinantes na natureza do padrão dos canais de drenagem. Por exemplo, segundo este mesmo autor, a configuração da topografia integra o perímetro divisor da bacia e, na maioria das vezes, um limite impermeável. De acordo com Lima (2008), os limites podem ser superiores (partes mais altas da bacia – divisor topográfico) e inferiores (a saída da bacia - confluência). Já no que condiz à cobertura vegetal, Linhares et al. (2005), vêm a influência da vegetação nas bacias hidrográficas através de processos erosivos, na qualidade da água, na dinâmica de nutrientes, na proteção de mananciais e na produção de água.

Com isso, o caráter sistêmico da água ganha proporções imediatistas quanto à implantação de políticas mais adequadas ao seu uso, onde, dentro de uma roupagem sustentável, passa-se a dar uma nova idéia da importância como recurso natural precioso e exaurível.

3.4 -SUSTENTABILIDADE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A noção de uso sustentável dos recursos hídricos começou a surgir quando as conseqüências da sua utilização irresponsável começaram a repercutir em problemas de abastecimento urbano associado à qualidade da água (COLLISCHONN, 2004). Muitos desses problemas são provocados pela inadequada atividade humana ao uso da água que podem ser atribuídos por diversos interventores, como foi destacado por Borsoi e Torres (1997, p.2):

O abastecimento urbano e industrial provoca poluição orgânica e bacteriológica, despeja substâncias tóxicas e eleva a temperatura do corpo d'água; a irrigação carrega agrotóxicos e fertilizantes; a navegação lança óleos e combustíveis; o lançamento de esgotos provoca poluição orgânica, física, química e bacteriológica.

Nesse sentido, há evidências da falta de aptidão e da compreensão humana sobre o uso da terra e de seus recursos naturais. Para DILL (2007), a escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, exigem hoje o planejamento e manejo integrado desses recursos. Essa integração deve cobrir todos os tipos de massas inter-relacionadas de água doce, incluindo tanto águas de superfície como subterrâneas, assim como os aspectos quantitativos e qualitativos deste elemento.

No Brasil, os impactos ambientais sobre os recursos hídricos foram sempre evidentes. Historicamente, as grandes bacias hidrográficas, foram os tipos de ecossistema onde a idealização de crescimento econômico do país criou perceptíveis transformações, dentre as quais encontram-se a retirada das coberturas florestais.

Os maciços verdes que antes representavam diferentes biomas, hoje, são apenas resquícios de uma população fragmentada em meio a espaços característicos de atividades intensivas e devastadoras, como as culturas agrícolas, as pastagens e a formação das cidades (METZGER et al, 1998). Nesse contexto de eliminação das florestas, é relevante citar as matas ciliares como alvo direto da degradação ambiental (MARTINS, 2001). Estas, consideradas como um tipo de Áreas de Preservação Permanente – APP são reconhecidos pela Lei Federal nº 4.771/65 (BRASIL, 2008), onde se restringe o seu uso para os mais diversos fins.

Contudo, as APP's não são respeitadas. Alguns trabalhos já realizados vêm demonstrando a falta de descomprometimento na manutenção dessas áreas, tal como realizado por Nascimento et al. (2005) na bacia do Rio Alegre, de área total de 20.819,8 ha no Estado

do Espírito Santo, onde identificaram que 46% da área da bacia configurava-se como APP's, porém apenas 18,61% (1.780,7 ha) dessa área efetivamente estava protegida, constituindo os fragmentos florestais.

Watrín et al. (2007) estudando a paisagem das microbacias hidrográficas do Igarapé Cinquenta e Quatro e do Igarapé Sete, localizadas no Município de Paragominas, Estado do Pará, verificaram que somente 42% e 54,4% da área de matas ciliares dos respectivos igarapés, destinadas como App's, estavam protegidas.

As áreas de vegetação remanescentes ou fragmentos florestais, citadas por Martins et al. (1998), são vistas como componentes importantes dentro da função mantenedora da biodiversidade existente para uma região e deve ser considerada como elemento estratégico no planejamento e conservação ambiental, particularmente das bacias hidrográficas.

Dentro do contexto generalista do manejo de bacias hidrográficas, a qual é fundamentada por Valente e Gomes (2005) na concepção da sociedade americana dos Engenheiros florestais, como medidas de uso racional na produção da água em quantidade/qualidade, o reconhecimento do controle sobre os fragmentos florestais em favor da sustentabilidade dos recursos naturais, viabiliza uma alternativa de uso dos ecossistemas positivamente (MARTINS et al., 1998). Nesse sentido, estão os corredores ecológicos que segundo Martins et al. (1998) causa o efeito minimizado da fragmentação.

A fragmentação segundo Viana e Pinheiro (1998) tem o poder de afetar processos ecológicos (presença de polinizadores, dispersores, predadores e patógenos) através de mudanças diferenciadas nos parâmetros demográficos de mortalidade e natalidade de diferentes espécies e, portanto, na estrutura e dinâmica de ecossistemas. Além disso, há maiores riscos de ocorrência de incêndios e mudanças microclimáticas, que atingem de forma mais intensa as bordas dos fragmentos, alterando as taxas de mortalidade de árvores.

Assim sendo, o monitoramento de bacias hidrográficas sob o ponto de vista ambiental remete ao planejamento. Isso pode ser aplicado não só pela condução de corredores ecológicos, cuja análise, de acordo com Martins et al. (1998) envolve a interligação de diversos fatores, como também através do entendimento acerca do processo de ocupação urbana e as demais alterações provocadas aos sistemas ambientais (PENIDO et al., 2007).

3.5- ECOLOGIA DE PAISAGEM

Várias são as interpretações para o termo “paisagem”. A maior parte das definições atribui como ela sendo uma área contendo um mosaico de manchas ou elementos da paisagem (MCGARIGAL e MARKS, 1995). Para Forman e Godron (1986), a paisagem pode ser definida como uma área composta por um conjunto de sistemas que interagem entre si, e esse padrão se repete em várias escalas.

O conceito de paisagem é variável, dependendo do contexto da pesquisa ou da relação atribuída para com ela. Por exemplo, de uma perspectiva da vida selvagem, pode-se definir paisagem como uma área contendo um mosaico de manchas de hábitat. Assim, existem diversas formas de definir-se paisagem, dependendo do fenômeno que está sendo considerado. Se deve atentar para o fato de que a paisagem não é definida pelo tamanho e sim como um mosaico de manchas relevantes para o fenômeno considerado (MCGARIGAL e MARKS, 1995).

A composição e a estrutura da paisagem mudam continuamente no espaço e no tempo. Essas mudanças podem ser atribuídas às complexas interações entre o ambiente natural, diversos organismos e as atividades humanas, resultando na quebra da estabilidade dos elementos individuais no sistema da paisagem e, conseqüentemente, na sua estrutura espacial (LU et al., 2003).

Em particular a paisagem, sob a percepção da ecologia de paisagem, tem na visão de Bertrand (1968) a definição mais bem representativa, onde é descrita como sendo “uma determinada porção do espaço que resulta da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais interagindo dialeticamente uns sobre os outros formam um conjunto único e indissociável em perpétua evolução”. Nesse sentido, os problemas ecológicos podem ser avaliados pelas alterações na relação da paisagem com os organismos vivos, que é o objeto de estudo da ecologia de paisagem (FERRAZ e VETTORAZZI, 2003), evidenciando dentre as relações, a presença humana como indutor de fenômenos e processos na paisagem.

Para Pivello e Metzger (2007), devido o seu caráter recente, a ecologia de paisagem ainda se encontra em fase de organização e solidificação dos seus conceitos, o que levou a evoluir também na direção de um estudo integrado dos padrões texturais da paisagem e dos processos de que resultaram (BUNCE e JONGMAN, 1993), conferindo à Ecologia de Paisagem grande importância no estudo da estrutura, da função e das mudanças da paisagem

(FORMAN e GODRON, 1986; NAVEH e LIEBERMAN, 1989). Desse modo, de acordo com Forman e Godron (1986), a ecologia de paisagem passa a ser também definida em três características da paisagem: estrutura, que são as relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração, os quais governam a distribuição de energia, materiais e organismos, função que se traduz nos fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem, e mudança que são as alterações observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico no tempo, designando efeitos ecológicos no arranjo espacial de ecossistemas que estão em contínua interação (TURNER, 1989).

De acordo com Turner (1989), tal ciência admite o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, a interação e trocas através da paisagem heterogênea que determina processos bióticos e abióticos, além do manejo dessa heterogeneidade espacial.

Turner (1989) ainda enfatiza que, tal como outras unidades ecológicas de estudo, como as comunidades, formada por espécies e populações, as paisagens são conjuntos de habitats, comunidades e tipos de uso do solo, onde a configuração espacial destes elementos pode ser atribuída a uma combinação de fatores ambientais e forças humanas. Em detrimento disso, contrapondo-se a muitos ramos da ecologia, fatores antropogênicos passam a ser reconhecidos como condicionantes potenciais de interferência na estrutura e função da paisagem, convergindo não só para as dimensões biológicas e físicas de um ambiente, mas também a aspectos históricos, culturais, sócio-econômicos da ecologia humana, que estão diretamente ligados a diferentes usos do solo. (SOARES FILHO, 1998)

Tomando como embasamento a idéia de Forman e Godron (1986), que aproxima a ecologia de paisagem a uma representatividade metodológica de unidades de usos e de cobertura de solo e de Mcgarigal e Marks (1995) que vincula paisagem, num padrão espacial de manchas, onde pode variar de tamanho, dependendo do ponto de vista do organismo para o qual ele está centrado e dos processos que o geraram, dependendo das escalas temporais e espaciais que estão atuando, faz-se uso do geoprocessamento como instrumento de estudo destes elementos (SOARES FILHO, 1998)

Atualmente, a utilização de ferramentas eficazes das geotecnologias, como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, viabilizam a análise da qualidade dos elementos de uma determinada paisagem (LIMA, et al., 2004). Segundo Soares Filho (1998), isso é possível através do mapeamento dos padrões de fragmentos pelo sensoriamento remoto e pelo geoprocessamento, bem como da análise de suas relações espaciais, podendo não só

caracterizar distintas paisagens, mas também inferir sobre os processos que a resultaram, dando sentido ao monitoramento dos processos dinâmicos da paisagem que leve à uma melhor compreensão do uso e distribuição dos recursos naturais.

3.6-DINÂMICA DE PAISAGEM

A configuração ambiental ou a forma como o espaço responde às interferências ocorridas no tempo, chama atenção de uma sociedade preocupada com a sustentabilidade de seus recursos naturais. Com isso, criam-se no arcabouço ambiental as condições necessárias para sobrevivência na Terra, impulsionada pelas transformações rápidas e avassaladoras que o mundo vem sofrendo nos últimos anos.

A paisagem, sendo a expressão representativa do ambiente, torna-se alvo de pesquisadores empenhados na investigação de fatores que levaram ou ainda levam à formação do meio em que vivemos. Para isso, deve-se saber que cada local está estruturado em bases evolutivas, as quais desencadearam no tempo, um estado físico, químico, biológico e social.

Segundo Baca et al. (2004), uma das características principais das paisagens é sua mudança em relação ao tempo. Isso é evidenciado pelos ciclos biogeoquímico, fluxo de energia ocorrido na paisagem e a dinâmica entre fragmentos (componentes diferentes) que, muitas vezes, é originado pela intervenção humana.

É bem clara a percepção que o processo evolutivo da paisagem dá em relação a um redirecionamento para a investigação e análise dessas mudanças, através da ecologia de paisagem. Neste aspecto, fundamenta-se uma melhor compreensão da dinâmica de paisagem no intuito de discriminar mudanças ambientais representadas tanto pela variabilidade natural como aquelas causadas pela intervenção antrópica, no qual resulta em processos de ocupação e desenvolvimento.

Escada e Alves (2001) enfatizam que a caracterização do processo de ocupação, nas diferentes áreas de estudo, vem acompanhada da necessidade do conhecimento dos principais atores e motores físicos e sócio-econômicos envolvidos na transformação da cobertura e uso da terra. Neste âmbito, considera-se também a questão da análise espaço-temporal, reconstituída pelas trajetórias de conversão do uso da terra, assim como a identificação dos principais fatores que explicam essas trajetórias.

Assim sendo, avaliação da potencialidade dos recursos naturais de qualquer região é de fundamental importância para o planejamento de ocupação territorial, não deixando de levar em consideração as características do meio físico e as condições sócio-econômicas das populações que nela habitam. Neste sentido, trazendo a percepção para a heterogeneidade espacial da Amazônia, a identificação de processos predominantes de ocupação em escala local é de difícil aplicação, haja vista, a formação histórica da região de conflitos sociais e danos ambientais (WATRIN et al., 2007). No entanto, através de pesquisas inovadoras, o acompanhamento da ocupação no ambiente passa a ser possível, tanto pelos seus efeitos sócio-econômicos, como pelos seus efeitos ambientais.

Na análise dos processos de ocupação da região amazônica, de acordo com Sader et al. (1990) estudos de monitoramento da vegetação e de mudanças no uso da terra através de ações integradas de investigação, são indispensáveis para o ajuizamento das rápidas mudanças sofridas pelo local.

Sobre esta abordagem, Ponte (2005) e Sader et al. (1990) remete a potencialidade de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento para análises envolvendo estudos ambientais. Principalmente para a Amazônia, onde segundo Costa (2007), a condução de estudos de natureza investigatória perante as mudanças na cobertura e uso da terra é justificada principalmente, pela falta de instituições e estruturas técnicas e humanas capacitadas na avaliação e monitoramento dos processos envolvidos, de modo a tender a percepção holística dos mesmos.

Watrin (2003) enfatiza a relação dos produtos de sensores remotos (destaque para as imagens de satélite) junto ao SIG's em estudos da paisagem. Segundo este autor, o primeiro, por um lado tem revolucionado a percepção e a abordagem no entendimento das paisagens e das regiões; enquanto o segundo, pela sua flexibilidade, proporciona resultados excepcionais em várias áreas, como por exemplo, em modelos de previsão de determinados fenômenos. Soares Filho (2004) cita que o uso destes modelos permite auxiliar o entendimento dos mecanismos causais e processos de desenvolvimento de sistemas ambientais, sendo os cenários traduzidos a partir de diferentes quadros sócio-econômicos, políticos e ambientais.

Numa visão de ordenamento espacial das atividades de exploração e conservação de áreas, Lorena (2001) ressalta que o grande número de dados disponíveis em função do número de plataformas orbitais em operação tem colaborado para os estudos das variações dos alvos que ocorrem na Terra.

Ponte (2005), também em consonância com a idéia, diz que as imagens orbitais têm sido o produto do sensoriamento remoto mais utilizado em estudos da dinâmica da paisagem.

Nos últimos anos, vários trabalhos já foram realizados utilizando a geotecnologia, para auxiliar o planejamento territorial e o uso dos recursos naturais de forma mais adequada através da dinâmica da paisagem, como os de Silva e Vieira (2007), Felizola et al. (2001); Moreira e Assad (2000) e Vilela et al. (2000).

Lorena (2001) utilizou diferentes técnicas de processamento digital para a região do Peixoto, Estado do Acre. Na abordagem definida a partir da análise de dados multitemporais e multiespectrais do TM/Landsat, foi identificado que ao longo de nove anos (1990-1999), as oscilações ocorridas na perda da biomassa teriam como motivações diferentes processos sócio-econômicos. Inicialmente devido ao avanço das atividades agropecuárias, e posteriormente devido a aberturas de pequenas clareiras em lotes já ocupados por colonos, para implantação de novas áreas cultivadas.

Costa (2007) em uma abordagem de dinâmica da paisagem, no nordeste paraense nos anos de 1999, 2002 e 2004; utilizou não só produtos e técnicas de sensoriamento e geoprocessamento, como também dados sócio-econômicos para subsidiar o planejamento do uso das terras e o manejo sustentável dos recursos disponíveis nas áreas do Município de Santo Antonio do Tauá. Neste estudo, detectou-se que a agricultura foi a classe mais representativa entre as unidades de ocupação, a qual inclui o monocultivo de grandes áreas e a produção agrícola de pequenos produtores de base familiar.

Venturieri et al. (1998), com intuito de caracterizar o uso e a cobertura vegetal da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará, utilizando imagens de TM/ Landsat entre os anos de 1990 a 1995 juntamente com levantamento de campo, verificou uma mudança de 53% da cobertura vegetal natural da área de estudo, o equivalente a perda média de área florestal de 1 km² / ano no período. O fato é associado à expansão da área urbana, que teve um crescimento significativo em detrimento das áreas limítrofes ocupadas com pastagens degradadas e capoeiras baixas.

Watrin (1994) com o objetivo de caracterizar a cobertura vegetal e uso da terra no Município de Igarapé-Açu, no Estado do Pará, utilizou imagem do sensor landsat 5 para diferentes técnicas de processamento, tendo como resultado a identificação de quatro classes de floresta e cinco classes de uso da terra.

Dentro de um caráter dinâmico dos processos de produção e exploração econômica, o ecossistema amazônico tem modificações bem peculiares a sua realidade, decorrentes de ações humanas intensificadas ao longo do tempo (LORENA, 2001).

Neste contexto, segundo Escada (2003) as análises de dinâmica do uso da terra são efetuadas para identificar diferentes configurações espaciais, cuja finalidade é compreender processos de uso da terra e estabelecer diferenças regionais. Atualmente, os novos agentes de modificação são caracterizados a uma fronteira localizada e a fins econômicos bem diversos na Amazônia. Em destaque estão a pecuária e a soja (MARGULIS, 2003), além da madeira, do agronegócio e dos minérios (CASTRO, 2005).

De modo geral, os estudos que envolvem a dinâmica da paisagem na Amazônia, são satisfatórios ao integrarem variáveis do meio físico e sócio-econômico, os quais funcionam como indicadores do comportamento ambiental frente às mudanças ocorrentes na biosfera, mostrando as deficiências e possibilidades da região.

4- MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

4.1.1- Localização

A bacia hidrográfica do rio Apeú ocupa uma área de aproximadamente 315 km² (SANTOS, 2006; JESUS, 2009) e está localizada no nordeste do Pará, ou mais precisamente, na mesorregião metropolitana de Belém (IBGE, 2009), onde tem representatividade tanto em termos de extensão física quanto de influência social. A bacia se estende entre as coordenadas 1°13'10" e 1°27'37" de latitude Sul e 48°04'42" e 47° 53'30" de longitude Oeste (figura 2), sendo que aproximadamente 77% de sua área pertence ao Município de Castanhal, 16% ao Município de Santa Isabel do Pará e 7% ao Município de Inhangapi. O rio Apeú nasce na fazenda Buriti, no Município de Castanhal e desemboca no rio Inhangapi (SANTOS, 2006). O rio Apeú tem como afluentes os igarapés Macapazinho, Castanhal e Americano (FERREIRA, 2003), além de Janjão, Fonte Boa, Marapanim, Taiteua, Papuquara, Capiranga, Itaqui e São João (ARAÚJO, 1997)

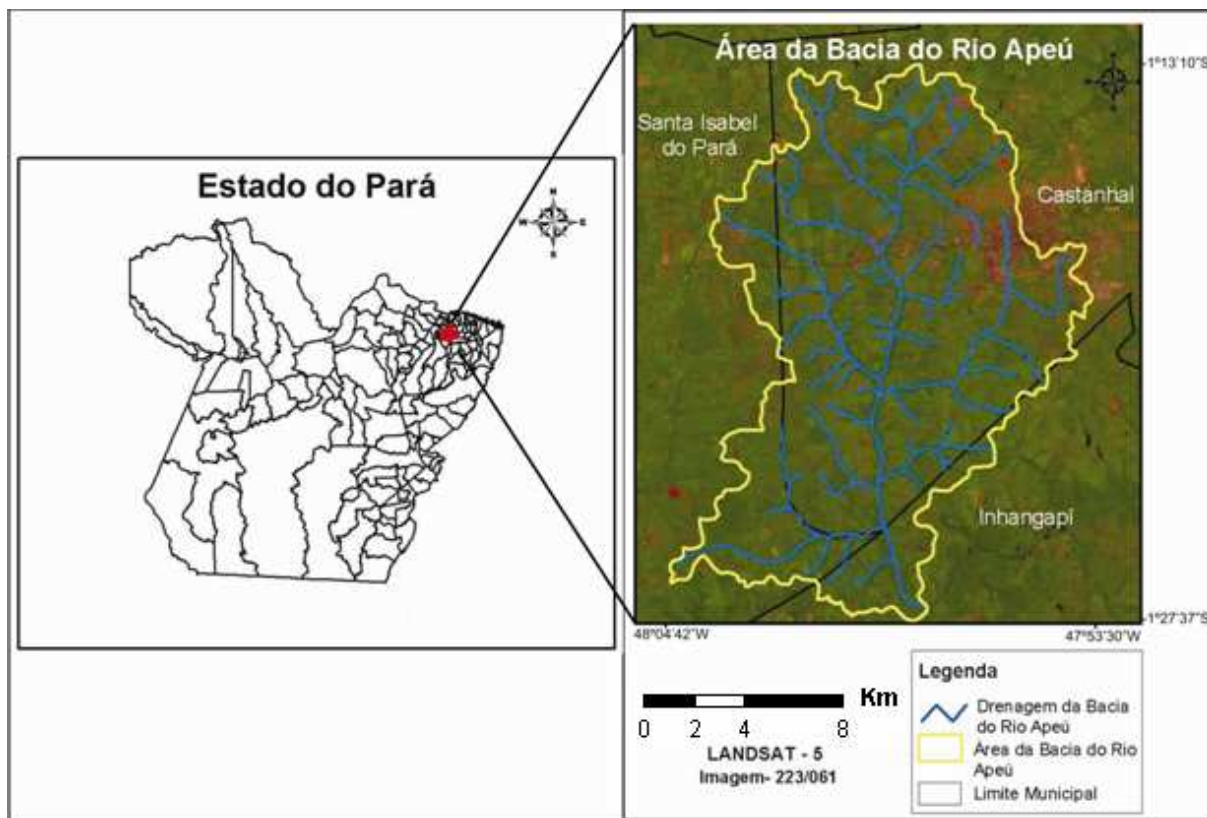


Figura 2- Localização da Área de Estudo

4.1.2- Clima

Estudos climáticos da região evidenciam o tipo climático Af segundo a classificação de Köppen que segue o tipo de clima tropical chuvoso (úmido) (VALENTE et al. 2001a; 2001b; SANTOS et al. 2004). A temperatura média do ar varia de 23°C a 32°C e a umidade relativa média anual de 80% a 85%. O índice pluviométrico médio que está entre 2.500mm a 3.000mm, se distribui principalmente entre os períodos de janeiro a abril, onde as chuvas ocorrem quase que diariamente (SUDAM, 1984)

4.1.3- Vegetação

A vegetação, caracterizada como tipo floresta ombrófila densa (VELOSO & GOES FILHO, 1982) ou floresta densa de terra-firme tem fazendo parte da sua estrutura, palmáceas e árvores consideradas de grande porte com mais de 50m de altura, sobressaindo ao estrato arbóreo de 20 a 60m (SANTOS, 2006). Segundo Ferreira (1994) apud Santos (2006), as espécies de árvores mais encontradas na floresta são: castanha do Pará (*Bertholetia excelsa* H.B.K), bacuri (*Platonia insignis* Mart.), Samaumeira (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn), corticeira (*Pterocarpus amazonicum* Hub), buriti (*Mauritia flexuosa* L.), açai (*Euterpe oleracea* Mart.), mamorana (*Bombax paraensis* Ducke), paxiúba (*Iriartea exorrhiza*, Mart II Wendel), escada de jabuti (*Bauhinia* sp), ucuuba (*Virola surinamensis* (Rol) Warb), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), pajeú (*Coccoloba latifolia* Lam), jauari (*Astrocaryum jauari* Mart), bambu (*Guadua superba* Soderst), aguapé (*Nymphaea nelumb*).

No local, também é comum ocorrer formações vegetativas com significativos distúrbios ambientais oriundas da ação humana ao longo de sua ocupação. Segundo Valente et al. (2001a) esta vegetação reconhecida popularmente como capoeira tem como uma de suas características, em relação à floresta primitiva, de apresentar um menor número de espécies de valor econômico. Entre as espécies encontradas nesta vegetação temos: Lacre (*Visnia guianensis* Aubl.), Ingá (*Inga* sp.), Uxiseiro (*Sarcogttis* sp), Tarumã (*Vetex triflora* Vahl.), Imbaúba (*Cecropia paraensis* Hub.), Tinteiro branco (*Miconia rufescens* Aubl. D.C.), Guarubeira (*Vochysia* sp), Urucurana (*Sloanea* sp), e maçaranduba (*Manilkara* sp) (SILVA, 1995). Silva (1995) afirma ainda a presença da floresta de Igapó ou floresta de igapó

estacional nas margens do rio Apeú, onde é muito freqüentemente representada por grupos de palmeiras.

4.1.4- Geologia

A área da bacia tem como parte de sua estrutura os terrenos terciários da Formação Barreiras, composta por arenitos grosseiros e finos, siltitos e argilitos caulíníficos, além dos sedimentos recentes do quaternário, representados por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas que ocorrem nas faixas estreitas e descontínuas, acompanhando os cursos d'água (MME - RADAM, 1974).

A Formação Barreiras, emergindo no Terciário Superior, é formada de inúmeros tipos litológicos que variam de argilito a conglomerados. Todavia, tal aspecto geológico estruturado em camadas que se apresentam alternadamente em perfeições estratificadas e laminadas, além de porções maciças, geralmente tem a predominância de arenitos finos e siltitos (MME - RADAM, 1974). O grupo Barreiras ainda é caracterizado por fragmentos e lateritos ferruginosos e/ou aluminosos desorganizados, de granulometria fina a média, apresentando matriz argilosa, com proporções diversas em relação aos grãos de areia (ARAÚJO, 1997)

4.1.5 - Geomorfologia

A geomorfologia da bacia caracteriza-se pela presença de colinas de topos aplainados e moderadamente dissecados, compondo um dos setores do Planalto Rebaixado Amazônico e a planície sedimentar do Pleistoceno e Holoceno (MME -RADAM, 1974).

De acordo com Santos (2006), a área norte da bacia, formada pelo Planalto Rebaixado Amazônico alcança as maiores altitudes, com aproximadamente 69m de altura, também tem a porção mais plana, contudo a partir da BR-316 em direção ao sul, o mesmo torna-se mais ondulado, ainda que sua configuração englobe as altitudes mais baixas (tabuleiros com cota de 15m e terraços com cotas em torno de 6m). Já na região sul da bacia, a planície sedimentada, torna-se mais ampla, predominando, altitudes máximas de 5m e as mais baixas na área do deságüe do rio Apeú no rio Inhangapi.

4.1.6- Solos

A partir dos mapas de solos dos Municípios de Castanhal (VALENTE et al.2001a), Inhangapí (VALENTE et al. 2001b) e de Santa Isabel do Pará (SANTOS et al. 2004), Jesus (2009) conseguiu determinar as seguintes classes de solos compondo a bacia do Rio Apeú : Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Espodossolo Ferrocárbico (ESg), Gleissolo Háptico (Gxbd), Latossolo Amarelo (LAd), Neossolo Flúvico (RUbd).

4.1.7- Drenagem

De acordo com Santos (2006) a bacia hidrográfica do rio Apeú corresponde à formação hierárquica fluvial de 5ª ordem. A densidade da bacia do Rio Apeú, está em torno 0,7 Km/Km² (SANTOS, 2006; JESUS, 2009). Diante disso, dentro de parâmetro hidrológico, Santos (2006) tomando como base Rizzi (1999)² apud Tretin (2004), caracteriza a bacia do rio Apeú como um tipo de drenagem pobre. Este autor considera que densidades expressivas estão acima de 3,5 Km/km².

4.1.8 - Declividade

Jesus (2009), ao determinar o comportamento topográfico da bacia do rio Apeú, verificou que a declividade média do relevo está aproximadamente em 2,48%. Condicionada a uma variação de 0,002% (menor nível) a 15,66% (maior nível). Neste sentido, assim como foi visto por Santos (2006), a topografia predominantemente da bacia é plana.

² RIZZI, N. E. et al. Caracterização Ambiental da Bacia do Rio Canguiri-Região Metropolitana de Curitiba-PR. Curitiba,1999

4.2-MATERIAL

4.2.1- Sistematização de dados georreferenciados

Como suporte cartográfico, utilizou-se informações adquiridas de materiais como: cartas topográficas da Diretoria do Serviço Geográfico-DSG, folha do município de Castanhal SA-23-V-C-I e Santa Isabel do Pará SA-22-X-D-III, e base cartográfica digital na escala de 1:100.000 do IBGE com informações da rede de drenagem e malha viária da área de estudo.

Para a delimitação da área da bacia do rio Apeú, utilizaram-se dados georreferenciados do seu relevo baseado em imagens Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, versão 2 (DTED de 90 metros de resolução, NASA/JPL/USGS; EROS/USGS, 2008). O Projeto SRTM surgiu de um programa de pesquisa conduzido pelos E.U.A que atua na análise da superfície terrestre como um sistema integrado, onde dados de levantamento topográfico passaram a ser produzidos para o nosso Planeta (SERIGATTO, 2006). Os modelos SRTM são informações eficientes na complementação de estudos voltados para geomorfologia condicionada por dados altimétricos e perfis topográficos oferecidas pelo modelo (SILVA e SANTOS, 2007).

Já para aquisição de dados digitais foram utilizadas imagens de satélite do sensor TM (Thematic mapper) - Landsat 5 de órbita/ponto- 223/061, bandas 3,4,5 adquiridas da National Aeronautics and Space Administration-NASA, onde selecionou-se imagens que atendiam a análise multitemporal do local.

Vale salientar que as datas das imagens selecionadas (2001, 2004 e 2008) obtiveram como critério de escolha para ser usado neste estudo a apresentação da menor taxa de nuvens condições de visibilidade dos alvos em questão.

4.2.2-Softwares Utilizados

Foram utilizados os aplicativos dos programas GPS Trackmaker Free v.13,0 no auxílio à navegação com o GPS em campo. Além do programa Environment For Visualizing Images- Envi 4.5 (ENVI, 2009) para o tratamento e processamento das imagens de satélite e ArcGis 9.3 (ESRI, 2009) para a edição de mapas.

4.2.3- Instrumentos Complementares de Campo

Na primeira visita a campo, que tinha a intenção de fazer o reconhecimento da área, utilizou-se um GPS de navegação do tipo GARMIM e carta imagem em formato analógico da área de estudo. Posteriormente, nas outras viagens, foi utilizado um GPS de navegação do tipo eTrex Vista Color acoplado ao Notebook da marca Positivo Mobo White 1080, Windows xp professional sp3 e o Software TRACKMAKER FREE v.13,0 que proporcionou a navegação em tempo real sobre a carta imagem digital.

Para registro fotográfico das informações coletadas em campo utilizou-se uma câmera fotográfica Olympus x-840 de resolução 8.0 pixel.

As viagens seguiram com o apoio de um automóvel tracionado L-200 e o auxílio de um guia, conhecedor da área, que possibilitou uma maior agilidade na obtenção dos dados e o recobrimento de toda área de abrangência da bacia do Rio Apeú.

4.3- METODOLOGIA APLICADA

A metodologia empregada no estudo está apresentada na forma do fluxograma abaixo (figura 3), sendo detalhada a seguir.

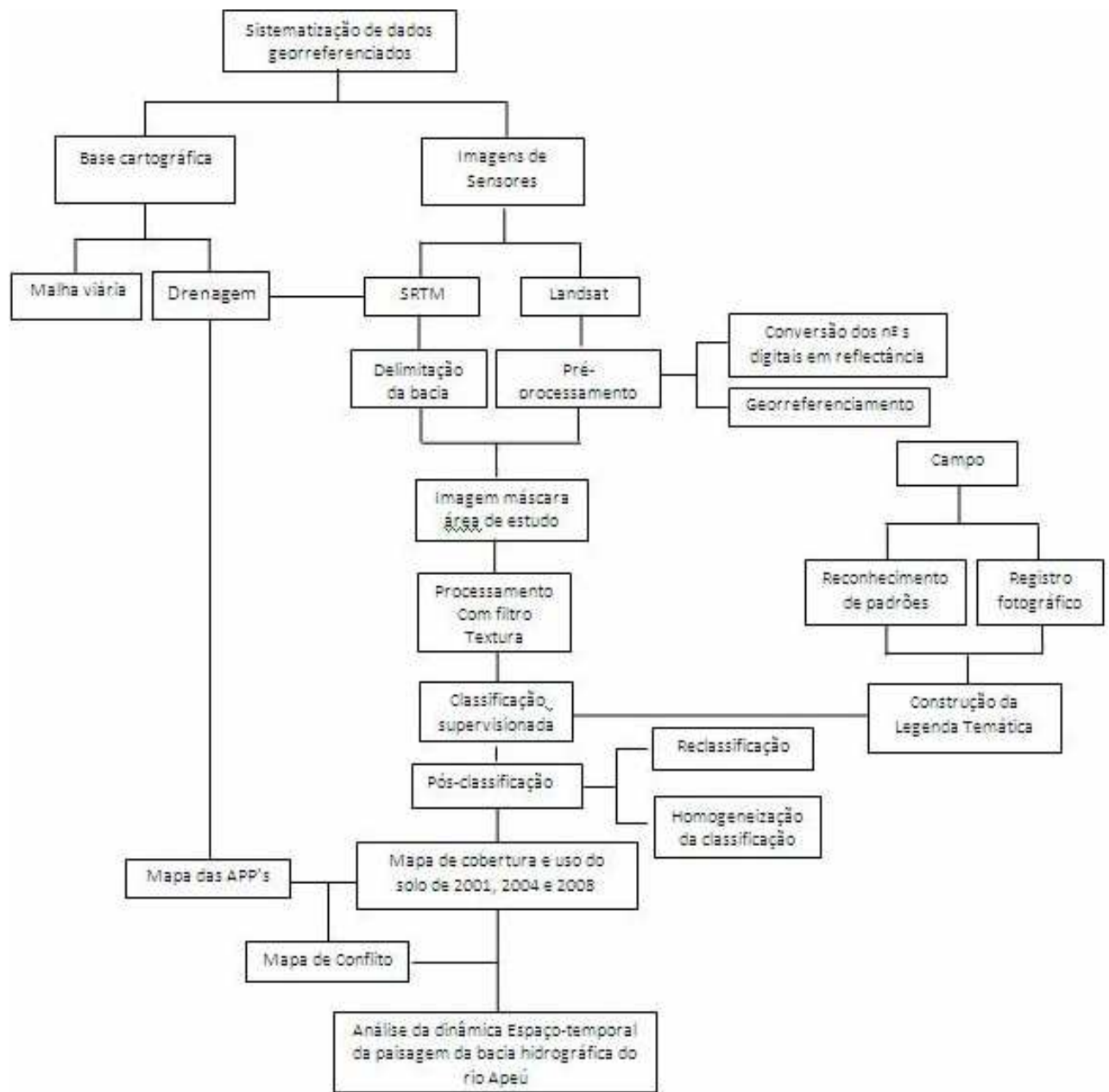


Figura 3 - Fluxograma de Metodologia Adotada

4.3.1- Procedimento de Campo

Efetuarão-se três missões de campo durante o ano de 2009, no sentido de correlacionar as feições espectrais presentes na imagem TM realçada (composição 3B/4G/5R) com padrões de cobertura vegetal e uso da terra observado em campo. Foram feitos levantamentos através de pontos de referências, coletados por GPS de navegação, em cada ecossistema presente na paisagem e lugares estratégicos da bacia do Apeú, bem como registro em imagens fotográficas.

4.3.2- Procedimento de Laboratório.

4.3.2.1- Delimitação da Bacia do Rio Apeú

O limite da bacia do Rio Apeú, como já foi comentado anteriormente, se baseou em dados georreferenciados do relevo da área em questão, derivados de produtos SRTM, a partir da ferramenta Hydrology, que funciona acoplada ao programa ArcGis 9.3. O limite da bacia, portanto, foi definido pelos divisores topográficos que circunscrevem a área de drenagem até o ponto específico.

4.3.2.2- Pré- Processamento de Imagens.

4.3.2.2.1 - Registro de imagens

Foi executado o registro das imagens do ano de 2004 e 2008 com base na imagem de 2001 que já estava georreferenciada. Tal procedimento se dá pelo ajuste do sistema de coordenadas de uma imagem ao sistema equivalente de outra. Durante o procedimento houve a preocupação em se obter a melhor precisão possível entre as imagens através de um erro admissível de até 0,5 pixels.

A perfeita relação geométrica permite não só uma melhor precisão nas reamostragens das imagens, como também cria uma melhor homogeneidade na sobreposição das mesmas.

4.3.2.2.2- Conversão dos Números Digitais (DN) para Reflectância

O sinal registrado por um sensor é dependente das características espectrais da superfície observada (PEREIRA et al.,1996). O processo que é estabelecido a partir do momento em que a energia irradiante, atingindo o alvo, passa a se desenvolver em reposta refletiva ao sensor do satélite, exprime-se em fenômenos espectrais que na maioria das vezes não representam a reflectância original dos alvos. São os chamados números digitais que embora relacionados, de acordo com Pereira, et al. (1996), não representam quantitativamente valores físicos reais (e.g. reflectância, radiância). Comumente, isso se deve a fatores intrínsecos à atenuação da radiação que leva a leitura errônea das propriedades espectrais dos mesmos. Adicionalmente Watrin (1994) atribui também o fato ao problema da diferença interanual dos dados, que envolve, segundo Robinove (1982), dentre outros fatores, o ângulo de iluminação solar em que as imagens foram obtidas.

Diante do problema, faz-se uso da conversão de número digital para valores de reflectância, que segundo Pereira (1996), possibilita um melhor monitoramento do comportamento de uma determinada cobertura, uma vez que associam a resposta espectral somente às mudanças nas propriedades estruturais/espectrais da cobertura e não às mudanças no ângulo de iluminação solar ou variações dos sensores (degradação).

Epiphany e Formaggio (1988) compararam diferentes metodologias para essa conversão, concluindo ser a proposta de Markham e Barker (1986) mais adequada. Assim sendo, a conversão foi realizada em duas fases, sendo inicialmente o valor de DN transformado em radiância e depois em reflectância (Markham e Barker, 1986).

A mudança dos números digitais para valores de radiância contrabalança as diferenças entre ganhos e “off-set” de cada banda espectral. Por outro lado, a conversão desses valores de radiância em valores de reflectância compensa as diferenças quanto à irradiância solar no topo da atmosfera e o ângulo de incidência da radiação sobre o alvo, no momento da aquisição da imagem. Desta maneira, a transformação para dados de reflectância aparente é mais eficiente para reduzir a variabilidade da resposta espectral (NELSON, 1985).

No sentido de buscar a uniformização dos padrões de uso da terra no presente trabalho aplicou-se a conversão dos números digitais para a reflectância aparente no topo da atmosfera através do programa ENVI 4.5 seguindo a metodologia proposta por Markham e Barker (1986).

- Transformação dos valores de DN em valores de radiância:

$$L\lambda = L_{\min\lambda} + (L_{\max\lambda} - L_{\min\lambda}) \cdot Q_{\text{Cal}} / Q_{\text{Calmax}}$$

Onde:

$L\lambda$ = radiância espectral em $\text{mw.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$

Q_{cal} = radiância calibrada e reescalada para o intervalo 0 a 255, em unidades de número digital;

$L_{\min\lambda}$ = radiância espectral mm^{-1} ; correspondente ao $Q_{\text{cal}} = 0$, em $\text{mw.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$

$L_{\max\lambda}$ mm^{-1} = radiância espectral correspondente ao $Q_{\text{cal}} = 255$, $\text{mw.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$

Q_{Calmax} = valor máximo de radiância, reescalada para número digital.

Os valores de L_{\max} e L_{\min} utilizados na conversão dos valores de DN para radiância encontram-se na tabela 1.

TABELA 1- Valores de L_{\max} e L_{\min} ($\text{mw} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$) utilizados na conversão para radiância

BANDA TM	$L_{\max\lambda}$	$L_{\min\lambda}$
3	20,43	- 0,12
4	20,62	- 0,15
5	2,719	- 0,037

Fonte: Markham e Barker (1986)

- Transformação dos valores de radiância a valores de reflectância

$$\rho = (\pi \cdot L\lambda \cdot d^2) / (E_{\text{sol}}\lambda \cdot \cos \theta_s)$$

Onde:

ρ = reflectância medida ao nível do satélite, adimensional;

$L\lambda$ = radiância espectral no detetor, em $\text{mw.cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$;

d = distância Terra-Sol, em unidades astronômicas;

$E_{\text{sol}}\lambda$ = irradiância solar exoatmosférica média, em $\text{mw.cm}^{-2} \cdot \text{mm}^{-1}$

θ_s = ângulo zenital solar, em graus.

Os valores de irradiância que vão ser utilizados na conversão dos valores de DN para reflectância encontram-se na tabela 2.

TABELA 2-Valores de irradiância ($\text{mw} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$) utilizados na conversão para a reflectância

BANDA TM	Esol λ
3	155,7
4	104,7
5	21,3

Fonte: Markham e Barker (1986)

4.3.2.3- Processamento de Imagens

4.3.2.3.1- Geração de Imagem Textural

A textura de uma imagem de sensoriamento remoto, de acordo com Lu e Batistella (2005), fornece a noção do padrão de variabilidade dos valores de brilho, sendo uma informação complementar de caráter espacial que pode auxiliar na extração de informações a partir de dados orbitais. Somado a isso, Crósta (1993) diz que dentro do processamento digital de imagens pelo sensoriamento remoto, as feições texturais em comparação com as feições espectrais, oferecem informações de distribuição espacial das variações tonais dentro de uma banda, já aquela descreve a variação tonal das várias bandas de uma imagem. Além disso, o autor enfatiza que, enquanto a classificação multiespectral é um processo de agrupamento de pixels com valores de intensidade espectrais iguais ou muito parecidos, na análise textural, ao contrário, a diferença das feições tonais é que irão caracteriza-lá, nesse sentido, a abordagem é estabelecida pela diferença entre as intensidades dos pixels vizinhos, e será sempre fundamentada em uma operação de área ou vizinhança.

Segundo Peddle e Franklin (1991) análise de textura pode ser utilizada para minimizar confusões provenientes do comportamento espectral semelhante entre alguns alvos. Contudo para cada objetivo proposto, tem-se a metodologia mais adequada de análise textural.

Diversos trabalhos apontam a textura como uma importante informação, sendo a média a que mais responde positivamente. Luz e Lingnau (2000) em uma área de contato entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual avaliaram a melhoria da classificação digital através de informações texturais aliadas às informações espectrais de uma

imagem LANDSAT e observaram que, dos oito parâmetros texturais avaliados, os parâmetros média e variância foram os que proporcionaram melhoria significativa na acurácia da classificação. Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva e Maciel (2007), onde concluíram que a utilização do parâmetro textural média melhora expressivamente o resultado da classificação supervisionada e que, quanto maior o número de imagens texturais média usadas no processo de classificação supervisionada, maior é o Índice Kappa.

Neste sentido, aplicou-se o filtro de textura parâmetro média utilizando-se uma janela de convolução de 3x3 nas bandas 3,4,5 referente aos anos de 2001, 2004 e 2008 que foi calculado da seguinte forma.

Média: Estatística de primeira ordem calcula a Média da Matriz de Co-ocorrência.

$$f = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} p(i,j)$$

Onde:

$p(i,j)$ - Os componentes i e j correspondem à entrada dos tons de cinza de uma matriz de dependência espacial = $P(i,j)/R$

N_g - são números distintos de nível de cinza em uma imagem.

4.3.2.4- Classificação Supervisionada.

A classificação de imagens digitais refere-se a identificação dos alvos, fenômenos ou feições que apresentam padrões espectrais similares, de modo a permitir atribuí-los a uma determinada classe (LORENA, 2001).

Neste trabalho, o processo de classificação foi realizado pelo algoritmo de Máxima-verossimilhança (Maxrver), que por ser ligado ao método supervisionado, necessita de uma noção prévia por parte do analista das feições ocorrentes na área de estudo. O conhecimento prévio exigido ao analista baseia-se no nível de informação concebida das classes que constituem a imagem através dos pixels representativos destas classes. Nesse sentido, conduz-se à formação de amostras de treinamento (padronização de pixels) que servem também como teste para o sistema no processo de classificação do restante da imagem, onde se efetua a identificação das demais regiões pertencentes a cada classe a partir de regras estatísticas pré-estabelecidas.

As amostras de treinamento foram criadas a partir da relação dos padrões observados no campo e na imagem.

A classificação foi efetuada levando em consideração as informações espectrais, através das bandas 3,4,5 de reflectância aparente assim como as informações texturais do parâmetro média das bandas 3,4 e 5.

No intuito de verificar o desempenho das amostras de treinamento definidas como parte da avaliação do mapa, foi analisada a matriz de confusão, com os índices de exatidão global e Kappa.

4.3.2.5- Pós-classificação

4.3.2.5.1-Reclassificação

Uma vez identificados os alvos classificados erroneamente, os mesmos foram reclassificados traçando-se um polígono ao redor dos pixels, e associando-os à classe correta.

4.3.2.5.2-Homogeneização das classes

Normalmente, o resultado de uma classificação é uma imagem com muito ruído, causado por pixels isolados ou poucos pixels atribuídos a diversas classes, que ocorrem próximos a áreas homogeneamente classificadas (CRÓSTA, 1993). Um dos passos mais comuns, para homogeneizar o resultado da classificação, é a aplicação de um filtro da mediana ou de moda. Assim, visando reduzir a quantidade de pontos isolados observados nas imagens classificadas e, conseqüentemente, promover uma maior uniformidade nas classes definidas, aplicou-se um filtro de mediana, através de uma máscara de convolução de dimensão 3 x 3. Neste tipo de filtro, o pixel central da máscara é substituído pelo valor mediano dos seus vizinhos.

4.3.2.6- Análise Espaço-Temporal

A quantificação de áreas das classes de vegetação e uso da terra, para cada um dos anos envolvidos no estudo, foi realizada considerando a função ‘Estatística de Classes’. Por outro lado, a etapa referente à análise da dinâmica do uso da terra nos períodos considerados, foi conduzida por meio da tabulação cruzada entre imagens temáticas das datas consecutivas, ou seja, de 2001 para 2004 e de 2004 para 2008, a qual foi efetuada pelo módulo detecção de mudança do programa ENVI.

A partir da inspeção de matrizes de mudanças, foi verificado o correspondente percentual em área de uma classe que foi convertida em outra, durante os períodos de tempo analisados bem como o percentual de área que permaneceu inalterado (i.e., a estabilidade da paisagem) entre os anos considerados. Possibilitando assim, análise das transformações dos alvos de interesse.

4.3.2.7- Mapeamento das Áreas de Preservação Permanentes (APP's)

O procedimento que definiu as áreas de preservação permanente foi efetuada ao longo dos cursos d'água e nas nascentes com a ferramenta ARCGIS 9.3, aonde permitiu-se criar “buffer” de 30m para cada lado ao longo de toda a drenagem da bacia e de 50m para as nascentes. Esse limite está fundamentado na resolução CONAMA nº 303/2002 que define a área mínima de preservação permanente para os cursos d'água e nascentes conforme preconizado pelo Art.3º “constitui Área de Preservação Permanente a área situada em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima de trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura” e “ao redor de nascente ou olho d' água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte”.

4.3.2.8- Mapa de conflito de uso nas APP's

Para a identificação das áreas de conflito de uso nas APP's, foi realizado uma sobreposição ou “overlay” do mapa das APP's com o mapa de uso e cobertura da terra obtida da área de interesse. Tal procedimento delimitou as unidades de uso que estão interferindo nos

limites de 30m considerados para APP's ao longo dos cursos d' água e de 50m para APP's ao redor das nascentes.

As classes solo exposto, agricultura/reflorestamento, pastagem e áreas de mineração foram aqui incluídas na categoria de uso inadequado, enquanto as florestas ombrófila densa e de sucessão secundária como de uso adequado na quantificação das classes nas APP's.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- REGISTRO DAS IMAGENS

A partir da imagem de 2001 já georreferenciada, obteve-se o registro das imagens subsequentes (2004 e 2008), pelo método do vizinho mais próximo. Com isso, numa média de 20 pontos controle, chegou-se a um erro médio interno de posicionamento de 0,037. Mantendo-se assim, o erro inferior a um pixel, ou seja 30 m para imagens Landsat e dessa forma, aceitável.

5.2- DEFINIÇÃO DA LEGENDA TEMÁTICA NA BACIA DO RIO APEÚ

A partir do que foi avaliado em campo e do aporte das imagens satélites nos anos correspondentes ao estudo, foi estabelecido uma legenda temática representativa das classes de cobertura vegetal e uso do solo, encontrados na área de abrangência da bacia do rio Apeú. Somado a estas classes, também foram considerados as unidades nuvem e sombra detectado particularmente na imagem do ano de 2004 que sem alternativa de imagem mais apropriada, foi assim inclusa na análise.

A definição das classes de cobertura vegetal e uso do solo foram baseadas na classificação da vegetação proposta pelo IBGE (1992) que associados a uma visão ecológica dos ecossistemas auxiliaram na determinação de cada componente a sua respectiva classe. Foram também definidas as classes solo exposto, áreas de mineração e água. Deste modo, de acordo com quadro 1, as classes de cobertura e uso do solo foram assim caracterizadas:

QUADRO 1- Descrição das classes de cobertura vegetal e uso do solo identificados na área da Bacia Hidrográfica do rio Apeú.

TIPOLOGIA- Descrição	FOTOGRAFIA ILUSTRATIVA
<p style="text-align: center;">Floresta Ombrófila Densa</p> <p>Incluiu-se nesta categoria formações de florestas pioneiras da Amazônia oriental, onde é característico, a presença de árvores de porte elevado que chegam a atingir 40m de altura. As distinções dos estratos superior, intermediário e inferior conferem a idade avançada deste ecossistema. Neste estudo foi também adicionada a esta classe a vegetação que ocorre ao longo dos rios (floresta ombrófila densa aluvial), representativa de ambientes repetitivos que não variam topograficamente. A mata ciliar, como é reconhecida, são formações vegetacionais caracterizadas por uma complexa interação de fatores dependentes das condições ambientais ciliares, o qual Gregory et al., (1991) referenciam como sendo áreas que regulam os processos de troca entre o ambiente terrestre e aquático.</p>	 <p>Figura 4- Ecossistema de floresta ripária ao longo do Rio Macapazinho.</p>  <p>Figura 5- Ecossistema da Floresta Ombrófila Densa encontrada no Horto Florestal de Castanhal.</p>
<p style="text-align: center;">Sucessão secundária</p> <p>Consideram-se para esta classe áreas que depois de ter sofrido uma supressão total de sua vegetação original, está em processo de regeneração do tipo arbóreo-arbustiva (INPE, 2009). Também são reconhecidas como aquelas vegetações que apresentam um estágio de desenvolvimento correspondendo a segunda, terceira e quarta fase do sistema secundário do IBGE. Em imagem de satélite são comumente confundidas com culturas lenhosas, resguardando assim inúmeras</p>	 <p>Figura 6- Ecossistema de sucessão intermediária localizada próxima ao Distrito de Apeú.</p>

observações de campo. Segundo Lamprecht (1990), as florestas secundárias em povoamentos mais jovens, constituem-se de estrutura mais simples e, consideravelmente, mais pobres em espécies comparado as florestas primárias condicionada por uma mesma situação de sítio que ainda são mais homogêneos em idade e em dimensões.



Figura 7- Ecossistema de sucessão inicial em fase de recolonização por espécies invasoras. Destaque para espécie lacre (*Vismia guianensis* Pers).

Pastagem

Foi associada a este ecossistema toda área de pastejo em que são formadas grandes extensões de terras, dominadas por espécies forrageiras (ecossistema monodominante de gramínea), dentre outras vegetações (subarbusto e herbáceas invasoras). O ecossistema constituído por pastagem cultivada tem como característica, o sistema simplificado representado por uma formação florística pobre, e incapaz de se auto-sustentar, dependendo diretamente da interferência humana. É um ecossistema aberto, em um dos seus pontos específicos, pela exportação de quantidades variáveis de nutrientes, sob forma de produtos animais (DANTAS, 1980)



Figura 8- Ecossistema de gramínea com cultivo de quicuiu (*Brachiara humidicola* L) cultivado para pasto.

Agricultura/Reflorestamento

Foi atribuída para esta classe ou ecossistema toda área produtiva formada pelo homem, oriunda de monoculturas de espécies tanto agrônomo (agroecossistemas) como florestal para fins de comercialização ou para subsistência. Na Amazônia, o plantio agrícola caracteriza-se como uma agricultura itinerante (produção migratória com a rotação da área cultivada) que se faz presente principalmente para o sistema de agricultura familiar, onde é desenvolvido o sistema de corte-queima (SCHMITZ, 2007). Já os plantios arbóreos



Figura 9- Ecossistema agrícola com cultivo de mandioca (*Manihot esculanta* L. var. bragantina).

inclusos nesta classe são formações florestais representativas de processos iniciais de reflorestamento que se vinculam como alternativa de produção para o meio rural.



Figura 10- Ecossistema florestal com cultivo de teca (*Tectona grandis* L.f)

Áreas de Mineração

Foi incluída nesta classe, todas as áreas que apresentam superfícies de terra exposta desencadeada por atividades mineradoras. Curi (2002), dentro de uma ótica de impactos ambientais, caracteriza a mineração como uma atividade de ocupação superficial que apresenta grande movimentação do solo, superfície sem vegetação, estradas de acesso, áreas de reserva para rejeitos e pilha de estocagens. Tem geralmente ainda uma forte presença de erosão com água superficial e subterrânea alcançando níveis de mineralização indesejáveis.



Figura 11- Área de ecossistema sucessional alterado pela extração de areia

Solo Exposto

As áreas enquadradas nesta classificação, entendidas também como áreas antropizadas, são vinculadas às regiões residenciais e vicinais não pavimentadas em que o nível de edificação é expressivo sobre a superfície. Incluindo-se também áreas desflorestadas devido a implantação de atividades agropecuárias ou exploração florestal. O dinamismo humano representativo nos ecossistemas urbanos é evidenciado por Dias (1994) como uma complexa relação entre o homem e a natureza condicionada para satisfazer as necessidades do ser humano, onde, ainda, dentro de uma abordagem ecológica, o assentamento humano seria um sistema integrante de entrada e saída de energia e matéria, constante no ambiente. Já



Figura 12- Ecossistema urbano (cidade de Castanhal)

para Borelli (2007) a produção e a construção da paisagem urbana dependem em síntese da interação das técnicas e modo de produção com as relações sócio-culturais específica de cada momento, em termos de dimensão histórica.



Figura 13- Área em preparo para plantio.

Água

Enquadraram-se nesta classe, todo e qualquer região que apresente exposição de corpos d'água possíveis de serem observadas (Rios, lagos, represas, igarapés, etc.) dentro da área de abrangência da bacia do rio Apeú. Tais áreas, como parte dos ecossistemas aquáticos, abrigam uma grande diversidade de seres (bactérias, macrófitas, artrópodes e vertebrados) que respondendo a interação entre seus componentes são analisados de acordo com o bioma de cada região.



Figura 14-Segunda nascente do Rio Apeú (ecossistema aquático) na propriedade da REICOM.

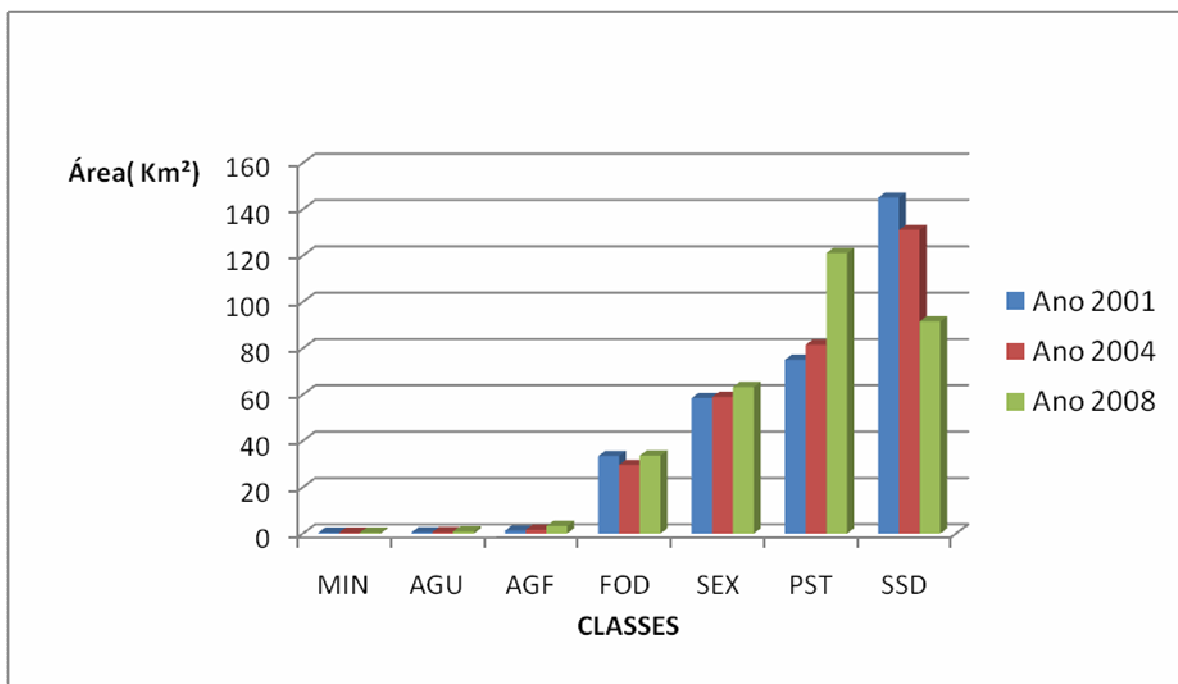
5.3-DISTRIBUIÇÃO DAS CLASSES MAPEADAS NA ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APEÚ.

Na tabela 3 e figura 15 estão apresentados os dados referentes a quantificação de áreas das classes de cobertura vegetal e uso do solo, extraídos das imagens temáticas correspondentes aos anos de interesse (figuras 16, 17 e 18).

TABELA 3- Quantificação de áreas definidas pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo na Área da Bacia do rio Apeú, nos anos de 2001, 2004 e 2008.

Classes	Área em 2001		Área em 2004		Área em 2008	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
FOD	33,48	10,65	29,61	9,42	33,71	10,72
SSD	145,03	46,14	131,05	41,69	91,60	29,14
PST	75,04	23,87	81,49	25,92	121,11	38,53
AGF	1,29	0,41	1,65	0,52	3,27	1,04
SEX	58,49	18,61	59,01	18,77	63,27	20,13
MIN	0,43	0,14	0,41	0,13	0,42	0,13
AGU	0,58	0,19	0,65	0,21	0,96	0,31
NUV	-	-	4,76	1,51	-	-
SOM	-	-	5,73	1,82	-	-
Total	314,35	100,00	314,35	100,00	314,35	100,00

FOD = floresta ómbrofila densa, SSD= sucessão secundária, PST=pastagem, AGF= agricultura/reflorestamento, SEX= solo exposto, MIN= áreas de mineração, AGU = água, NUV= nuvem, SOM= sombra



MIN= áreas de mineração, AGU = água, AGF= agricultura/reflorestamento, FOD = floresta ómbrofila densa, SEX= solo exposto, PST=pastagem, SSD= sucessão secundária.

Figura 15 - Quantificação das áreas ocupadas por classe de cobertura vegetal e uso do solo na área da Bacia Hidrográfica do Rio Apeú, nos anos de 2001, 2004 e 2008

Dentro de uma visão horizontal, a bacia do Rio Apeú com uma área de aproximadamente 314,35 km², apresenta como característica predominante na paisagem as classes: floresta de sucessão secundária, pastagem e solo exposto. Tal comportamento expressa bem a formação sócio-econômica da região que ao longo dos anos foi construída essencialmente da base agropecuária, bem como devido aos grandes comércios nos centros urbanos. Relatos de Denich (1991) comprovam bem esses fatores que tiveram como pano de fundo a colonização destas terras. A forma de organização induzida pelo governo criou condições de estabelecimento de atividades que aos poucos não produziram o efeito esperado e que depois pela falta de controle na maximização desses problemas acabou por inferir em processos sociais irreversíveis.

A classe sucessão secundária, apesar de evidenciar-se uma progressiva redução ao longo dos sete anos analisados, ainda é a cobertura vegetal dominante na área (figura 4). A ocupação expressiva desta classe tem muito haver com a sustentabilidade do sistema de agricultura tradicional praticado na região, que depende principalmente de períodos de pousios suficientemente longos para restabelecer os estoques de nutrientes e matéria orgânica utilizados e/ou perdidos no período agrícola (KATO et al., 2004). Porém este período de pousio vem diminuindo em virtude do aumento populacional e a redução da disponibilidade de vegetações secundárias na região (WATRIN et al. 2009), aumentando assim a pressão sobre esta classe que tem a perda da fertilidade como uma das principais características na conversão das áreas de sucessão secundárias para as práticas da agricultura itinerante (SCHMITZ, 2007).

No que diz respeito às áreas ocupadas pela classe de Floresta Ombrofila Densa, observou-se uma pequena oscilação durante o período analisado. Em 2001 encontrou-se valores de 10,65%, já em 2004 este valor passou para 9,42% e em 2008 o valor encontrado foi de 10,72%. O decréscimo de valor ocorrido no ano de 2004 deve-se ao fato de ocorrência de nuvens e sombras em uma determinada área de floresta. Através das figuras 16, 17 e 18 é possível perceber que essa formação está em grande parte restrita ao longo dos cursos d'água.

A pastagem é a unidade de uso do solo mais expressiva na área da bacia, evidenciando uma região com atividade fortemente voltada para pecuária (Tabela 3 e figura 15). Estes resultados coincidem com os observados em muitas áreas do estado do Pará (MCCRACKEN et al., 1999; MERTENS et al., 2002; WATRIN et al. 2009), onde a feição de maior evidência, em termos de área, corresponde às pastagens em seus diferentes estados. Fearnside (2001) estima que pelo menos 80% das áreas desflorestadas na Amazônia estão ocupadas com pastagens cultivadas ou constituem vegetação secundária oriunda de áreas de pastagens

degradadas e/ou abandonadas, principalmente sob tutela de grandes proprietários de terra, onde o processo de desflorestamento se dá de forma muito mais intensa sob condições de ocupação territorial.

Ainda como pode ser notado na tabela 3, a classe pastagem apresenta um aumento de 2,05% do ano de 2001 para 2004 e de 12,61% de 2004 para 2008. O grande incremento no último período acredita-se estar intrinsecamente ligado aos altos preços de mercado alcançados pela arroba da carne bovina nos últimos anos, saindo de uma média anual de R\$41,67 em 2001, passando por R\$58,08 em 2004, e chegando a R\$81,06 em 2008 (IEA/SP, 2010). Segundo Santos (2006), o surgimento das atividades agropecuárias na Amazônia iniciou desde a década de 60 com investimentos do governo federal através da Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia- SUDAM que de acordo com Costa (2000) chegou a aprovar 87,8% dos recursos aplicados no meio rural para a pecuária. Mais tarde o envolvimento com a atividade somente se intensificaram com o surgimento de outros programas criados pelo governo como o PROTERRA e o POLOAMAZÔNIA que no mais, não detinha o pequeno trabalhador rural como alvo principal dos benefícios. Os processos associados à expansão da pecuária têm se mostrado, portanto, extremamente resistentes, isso se dá não por uma causa única, como a rentabilidade específica da atividade, mas é o resultado da interação complexa de múltiplas causas (PIKKETY et al., 2003; RODRIGUES, 2004). Essas causas estão associadas, principalmente, à liquidez da atividade, à relativa simplicidade dos processos produtivos, bem como ao baixo nível de investimento de capital necessário à sua instalação.

Para Mertens et al. (2002), a dinâmica das pastagens em áreas de fronteira agrícola na Amazônia reflete não apenas a necessidade direta de fornecer alimentação para o rebanho, mas apresenta outras funções para os atores sociais envolvidos no processo, tais como a apropriação e valorização da terra. Segundo Veiga et al. (2001), a pastagem é o uso da terra principal nessas áreas em virtude de ser a estratégia mais comum entre todos os atores sociais, pois é o caminho mais barato e eficiente de obter o controle efetivo da área quando comparados com todos os demais sistemas de uso da terra. Assim, considerando que as pastagens permitem aumentar o valor da terra no mais baixo custo e por um longo prazo, Mertens et al. (2002) destacam que para ambos os propósitos agrícola e econômico, as pastagens têm se mostrado como o melhor uso da terra no contexto da especulação de terras, mesmo nos casos das áreas em que este processo não seja evidente.

A classe agricultura/reflorestamento apresenta um modesto crescimento ao longo dos anos analisados, passando de 1,29 km² em 2001 para 1,65 Km² em 2004 chegando a atingir o

valor de 3,27 Km² em 2008. Devido ao predomínio de pequenos produtores na região cultivando áreas muito reduzidas (roças) houve restrições no processo de detecção remota destas áreas que aliado ao fato das culturas anuais estarem, muitas vezes, na fase de pós-colheita durante a tomada das imagens, as áreas agrícolas se mostram pouco expressivas.

Tendo como base predominante ainda o sistema de subsistência, a agricultura praticada nos Municípios de Castanhal, Santa Isabel e Inhangapí, se englobam, segundo IBGE (2007), num nível de evolução econômica incipiente que envolve entre seus principais produtos: o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), a mandioca (*Manihot esculanta* L.), o milho (*Zea mays* L.), o dendê (*Elaeis guineensis*) e a pimenta-do reino (*Piper nigrum* L.). Geralmente plantados consorciados, estes produtos já obtiveram varias mudanças na economia destes municípios, em particular, no Município de Castanhal. Muitas dessas transformações se procederam através dos recursos promovidos pelo FNO (ALMEIDA, 2004).

Ainda falando sobre as mudanças que a base agrícola vem promovendo, dentro da conjuntura política de crescimento da produção, estão a implementação de novas culturas e serviços rurais oferecidas ao pequeno produtor, tais como a implementação de culturas florestais. Santos (2006) já mencionava o reflorestamento sendo implementado em algumas propriedades dentro da área da bacia. Assim, seja para fins comerciais ou para fins ambientais, o reflorestamento mostra-se como uma alternativa na geração de renda e de recuperação de áreas degradadas, dado principalmente pelas condições ambientais encontradas na região. Entre as espécies mais utilizadas estão o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), o mogno africano (*Khaya ivorensis*), e a teca (*Tectona grandis* L.f).

A classe solo exposto, como terceira classe de maior dominância em todos os anos na área da bacia do rio Apeú, pressupõe a expressividade dada ao acelerado crescimento urbano dos municípios que envolvem a bacia. Estimativas dos dados do IBGE (2007) revelam que em 2000, enquanto a população urbana do município de Castanhal, Santa Isabel e Inhangapí, eram respectivamente de 121.249, 33.078 e 2.036 habitantes, em 2007 já chegavam a 146.116, 39.522 e 2.265 habitantes respectivamente, mostrando que os municípios de Castanhal e Santa Isabel tiveram um incremento populacional na ordem de 20%, enquanto que Inhangapi na ordem de 11%. Dentre estes, Castanhal e Santa Isabel são os mais intimamente ligados aos processos de transformação da paisagem da bacia do rio Apeú, pois 93% da área desta bacia está englobada nestes municípios. Adicionalmente, o aumento de 4,78 Km² de solo exposto pode ser explicado eventualmente pela presença das culturas anuais no momento da tomada das imagens, onde, considerando uma condição de colheita ou pós-

colheita, haverá uma pequena resposta espectral de cobertura vegetal do solo, caracterizando-o assim, como solo exposto.

As áreas de mineração, caracterizadas pela extração de areia, embora presentes na paisagem da bacia, se mostram praticamente inalteradas em termos de área no período analisado, constituindo uma classe pouco expressiva, ocupando uma área em torno de 0,4 Km² da área da bacia.

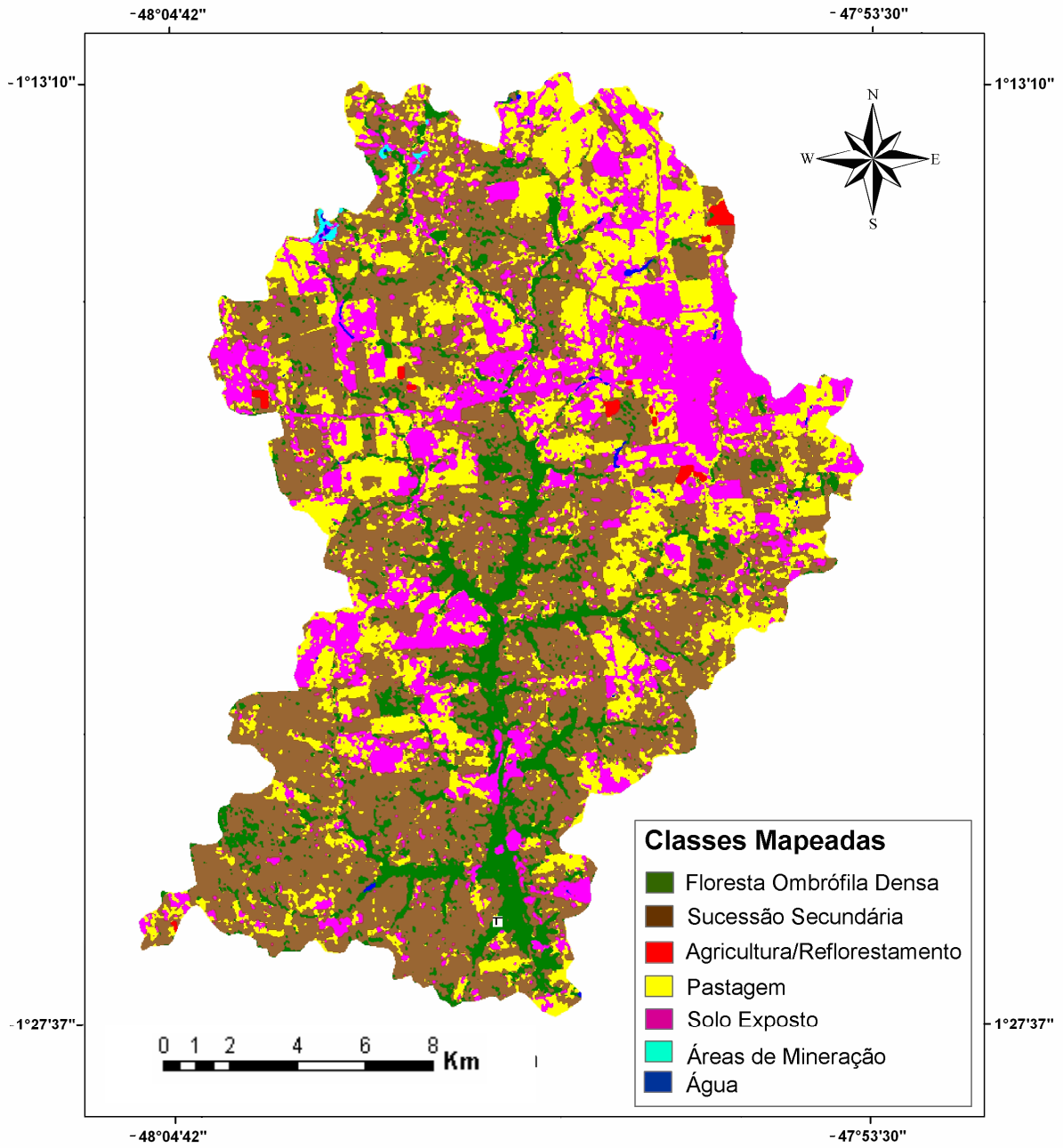


Figura 16- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2001

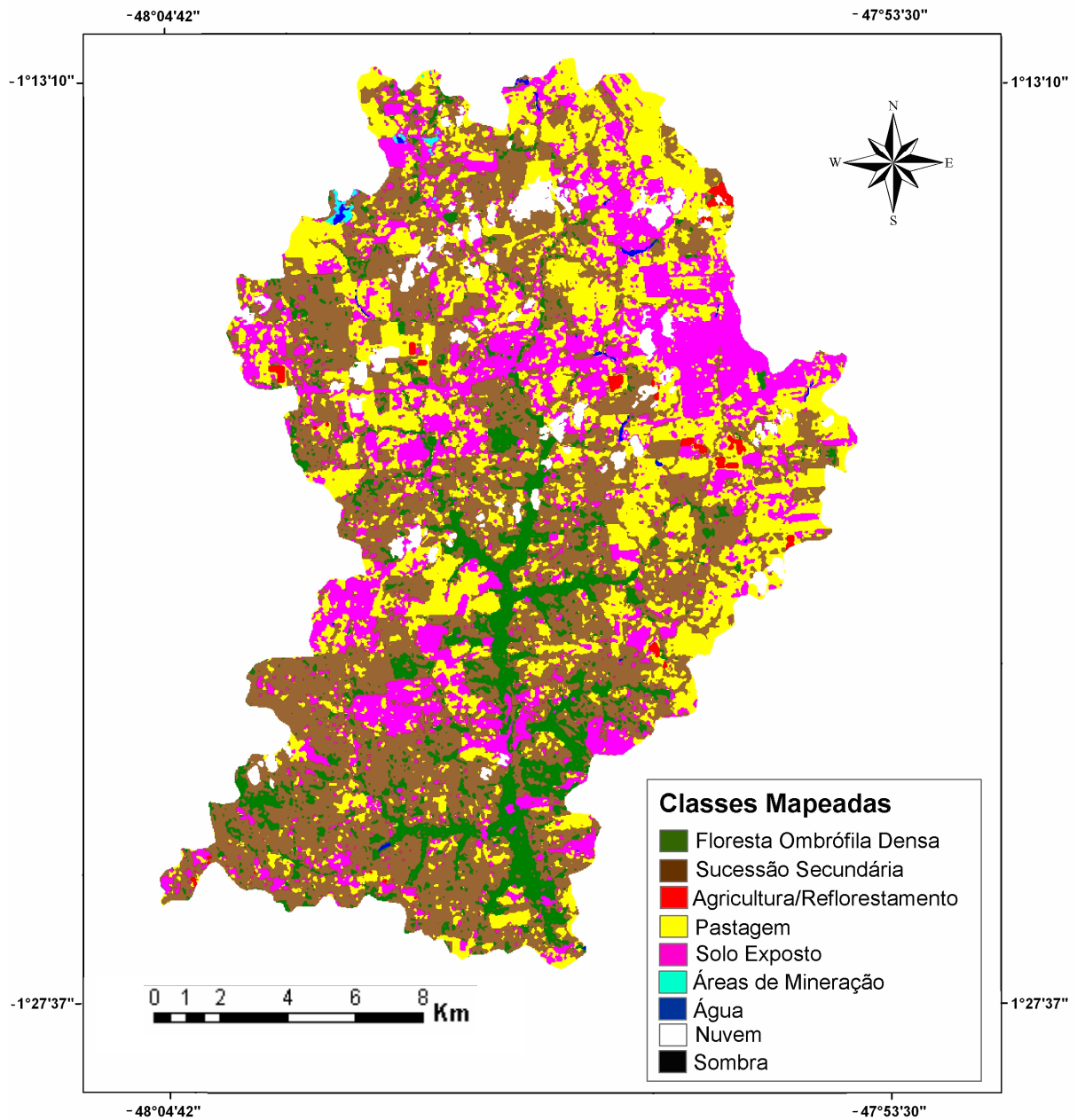


Figura 17- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2004

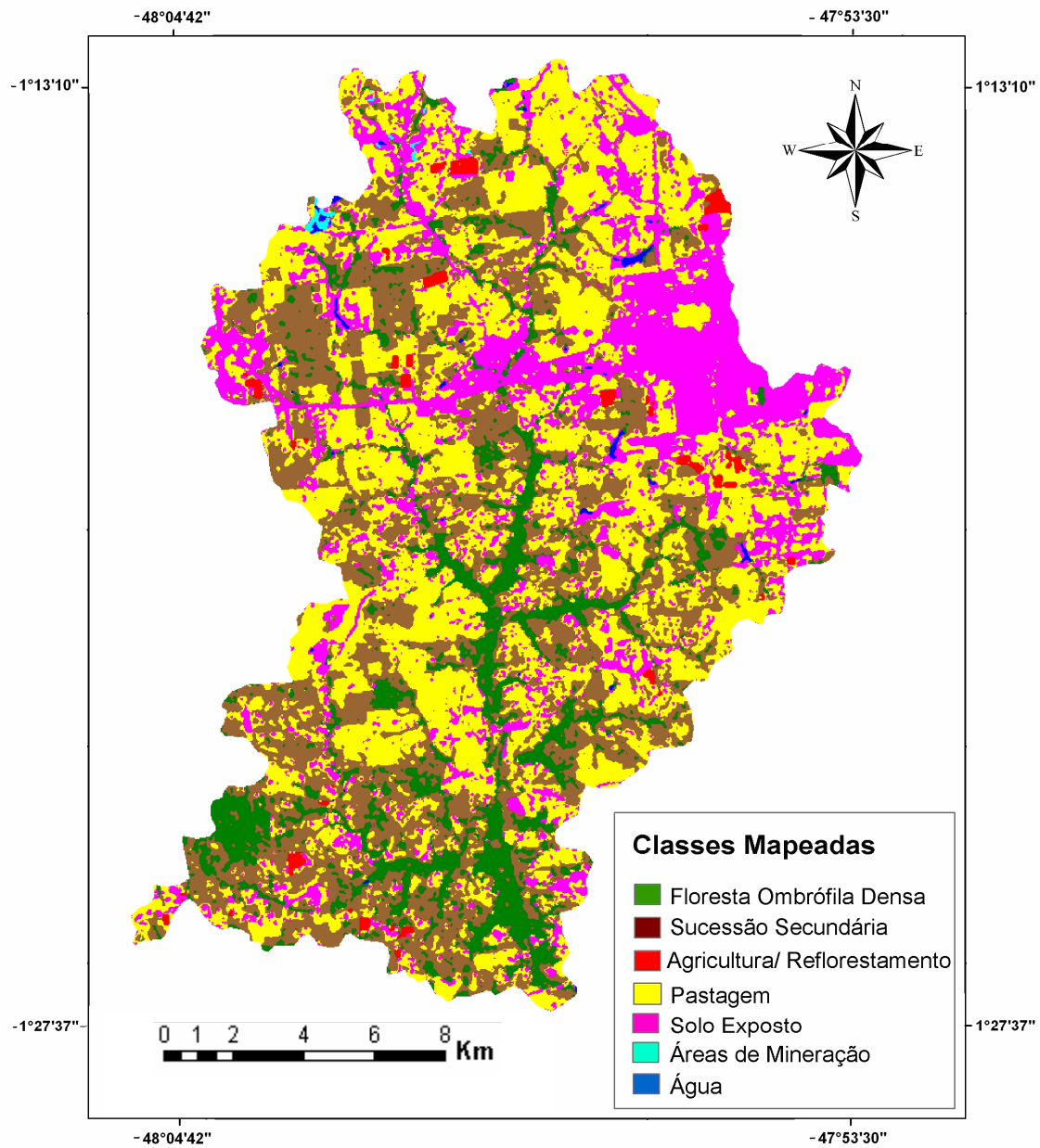


Figura 18- Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Apeú em 2008

5.4-DINÂMICA DA COBERTURA VEGETAL E USO DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APEÚ.

No intuito de entender o processo de transformação na paisagem da bacia hidrográfica do Rio Apeú, agora, dentro de uma visão vertical, serão apresentadas nas tabelas 4 e 5 as matrizes de mudança entre as classes de cobertura vegetal e uso do solo que compõem a região para o período avaliado. Vale salientar que a presença de nuvens em alguns setores da imagem de 2004, apesar de promover limitações pontuais nas análises, não interferiu no dimensionamento daquela problemática em um contexto mais amplo.

Em uma visão geral, os dois intervalos de tempo foram relativamente dinâmicos, sendo que, no período de 2001 para 2004, 57,08% da cobertura vegetal e uso do solo na bacia do rio Apeú permaneceu inalterada (Tabela 4), já em 2004 para 2008, este percentual diminuiu para 55,77% (Tabela 5).

Foi observado que dentre as classes de cobertura vegetal consideradas, a Floresta Ombrófila Densa apresentou os maiores percentuais de estabilidade, ficando acima de 65% para os dois períodos analisados, denotando que a despeito da crescente intervenção antrópica que vêm sofrendo, os remanescentes florestais vêm sendo ainda relativamente preservadas. Estas áreas quando não permaneceram estáveis, apresentaram um comportamento diferenciado de acordo com o período focado, sendo convertidas ora para os estágios da sucessão secundária, ora para unidades de pastagem e solo exposto.

Observa-se que a classe de sucessão secundária apresentou uma dinâmica semelhante para os dois períodos analisados. Os percentuais de estabilidade se mostraram expressivos, com valores acima de 50%. A evolução destas áreas para a classe Floresta Ombrófila Densa esteve na ordem de 7,65% e 8,76% respectivamente para os dois períodos. Por outro lado, as áreas de sucessão secundária que não evoluíram para o estágio de floresta dentro do processo sucessional normal, foram incorporadas ao processo produtivo para formação, principalmente, de áreas de pastagem, com taxas de conversão de 25,76% e 26,96% para os dois períodos consecutivos.

Em relação às classes de uso do solo, as áreas de agricultura foram as que permaneceram mais inalteradas, com valores de estabilidade de 82,86% no primeiro período e de 97,34% no segundo período. Vale lembrar que os principais elementos que compõem esta classe são os plantios de espécies perenes, o que explica o seu alto valor de estabilidade, uma vez que os plantios de culturas anuais, caracterizados regionalmente como roças, se mostram

pouco expressivos em função de suas reduzidas áreas de cultivo e o fato das culturas anuais estarem, muitas vezes, em fase de pós-colheita durante a tomada das imagens.

Quanto à classe pastagem, pode-se perceber que esta unidade de uso é expressiva na área da bacia do rio Apeú com estabilidade de 49,11% de 2001 a 2004 e de 66,97% de 2004 a 2008. No primeiro período observou-se que 23,07% das áreas de pastagem foram convertidas para sucessão secundária, enquanto que no segundo período essa taxa caiu para 8,14%. Este tipo de conversão é caracterizado pela prática de abandono das pastagens pela perda de produtividade, sendo relacionada a problemas tais como manejo inadequado e falta de capital para realizar reforma destas áreas. Foram evidenciadas também taxas de conversões de pastagem em solo exposto acima de 20% em ambos os períodos, o que explicado pela prática de limpeza e renovação das pastagens desenvolvida na área de estudo.

A classe de solo exposto obteve uma taxa de estabilidade de 49,59% e 47,86% respectivamente para os dois períodos analisados, o que é explicado pelo fato de que nesta classe estão relacionadas também as áreas urbanas, que normalmente apresentam grandes áreas de estabilidade. A dinâmica observada evidencia também a expansão da pecuária, onde se observa altos níveis de conversão de solo exposto para a classe de pastagem, com 33,31% no intervalo de 2001 – 2004, e 42,25% no intervalo de 2004 - 2008.

Nas áreas de mineração, representadas pela exploração areia, observa-se taxas de estabilidades em torno de 50% em ambos os períodos. Percebe-se uma tendência destas áreas serem convertidas para as classes de solo exposto e água. Esta conversão é típica do próprio dinamismo da atividade, onde após a retirada dos minerais, o solo fica completamente exposto, formando lâminas d'água em sua superfície ou mesmo grandes poças de água.

A classe água caracterizou-se por taxas de estabilidades acima de 50% para ambos os intervalos de tempo analisados. No geral, esta classe foi predominantemente convertida para solo exposto com taxas de conversão em torno de 28% nos dois períodos estudados. Tal comportamento pode estar ligado a diversos fatores que vão desde a periodicidade dos cursos d'água (rios perenes ou intermitentes) até as condições de umidade de elementos da paisagem, tais como a vegetação e o solo.

TABELA 4- Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 2001 e 2004, para a Área da bacia hidrográfica do Rio Apeú.

2001 \ 2004	FOD	SSD	PST	AGF	SEX	MIN	AGU
FOD	65,61	7,65	1,24	0,13	0,93	0,00	1,21
SSD	19,56	55,61	23,04	2,21	11,89	1,94	1,41
PST	6,12	25,76	49,11	3,29	33,31	3,40	1,59
AGF	0,01	0,15	0,08	82,86	0,50	0,00	1,00
SEX	6,23	7,39	22,56	5,63	49,59	18,62	28,39
MIN	0,05	0,04	0,02	0,00	0,13	50,09	14,74
AGU	0,14	0,05	0,13	0,00	0,36	25,95	51,24
NUV	0,93	1,39	2,03	4,68	1,46	0,00	0,00
SOM	1,35	1,96	1,79	1,20	1,83	0,00	0,42

FOD= floresta ómbrofila densa, SSD= sucessão secundária, PST=pastagem, AGF= agricultura/reflorestamento, SEX= solo exposto, MIN= áreas de mineração, AGU= água, NUV= nuvem, SOM= sombra

TABELA 5- Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 2004 e 2008, para a Área da bacia hidrográfica do Rio Apeú.

2004 \ 2008	FOD	SSD	PST	AGF	SEX	MIN	AGU	NUV	SOM
FOD	66,39	8,76	0,84	0,00	1,56	0,00	1,21	0,92	1,35
SSD	24,23	53,94	8,14	0,10	7,36	1,39	0,00	1,39	1,96
PST	5,78	26,96	66,97	1,38	42,25	1,37	1,99	2,02	1,80
AGF	0,16	0,49	0,64	97,24	0,55	0,00	0,00	4,93	1,41
SEX	3,28	9,67	23,22	1,28	47,86	19,37	28,98	1,45	1,84
MIN	0,00	0,05	0,05	0,00	0,08	50,99	13,96	0,00	0,00
AGU	0,16	0,12	0,15	0,00	0,34	26,88	53,86	0,00	0,00

FOD= floresta ómbrofila densa, SSD= sucessão secundária, PST=pastagem, AGF= agricultura/reflorestamento, SEX= solo exposto, MIN= áreas de mineração, AGU = água, NUV= nuvem, SOM= sombra

As figuras 19 e 20 mostram a síntese do dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Apeú no período de 2001 a 2004, e 2004 a 2008, respectivamente, em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal, evidenciados pelo processo de desmatamento (perdas) e de sucessão florestal (ganhos).

Deste modo, verifica-se que o total de perdas de cobertura vegetal observado entre os anos de 2001 e 2004 foi de 52,50 Km², o que representa uma taxa de desmatamento de 29,4%. Por outro lado, verifica-se um ganho em cobertura vegetal pelo processo de sucessão florestal de 24,28 Km² (Figura 15). Assim, considerando as perdas e ganhos de cobertura vegetal, é possível evidenciar uma perda líquida de 28,22 Km², o que representa 9% da área da bacia hidrográfica do rio Apeú.

Em síntese, para o segundo período analisado, verifica-se que houve um total de perda em cobertura vegetal de 51,44 Km², registrando uma taxa de desmatamento de 32%. O ganho de cobertura vegetal pela regeneração florestal, por sua vez, foi equivalente a 10,98 Km² (Figura 16). Desde modo, fazendo-se o balanço de perdas e ganhos de cobertura vegetal chega-se a perda líquida de 40,46 Km², o que representa 13% da área da bacia.

Este cenário reflete a grande pressão da ação antrópica sobre a cobertura vegetal da bacia, com altas taxas de desmatamento, associada principalmente à expansão de áreas de pastagens.

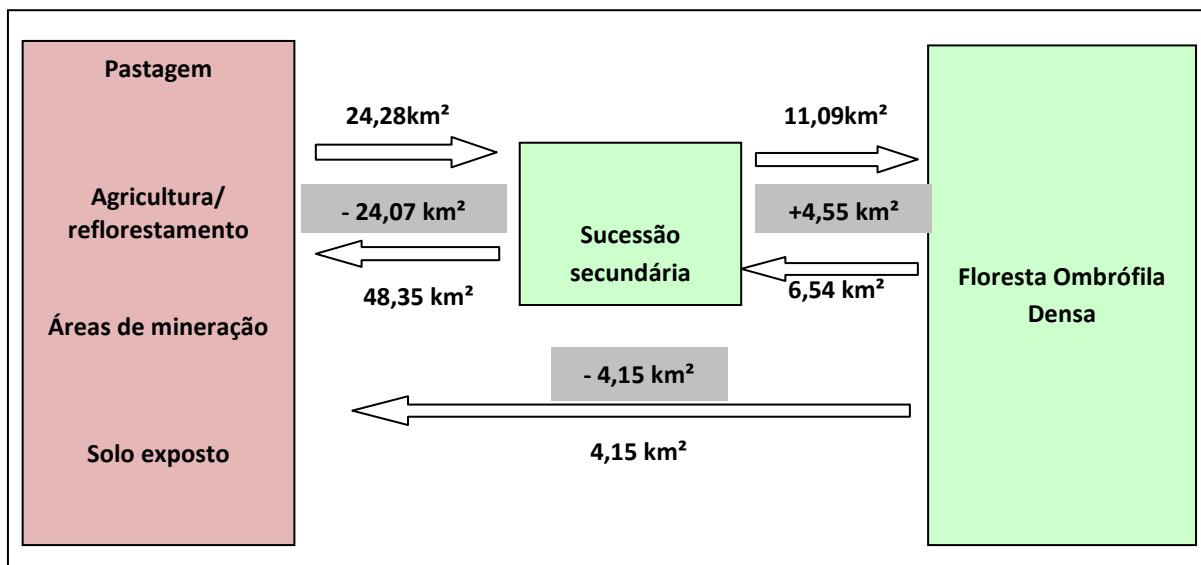


Figura 19- Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Apeú no período de 2001 a 2004 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal

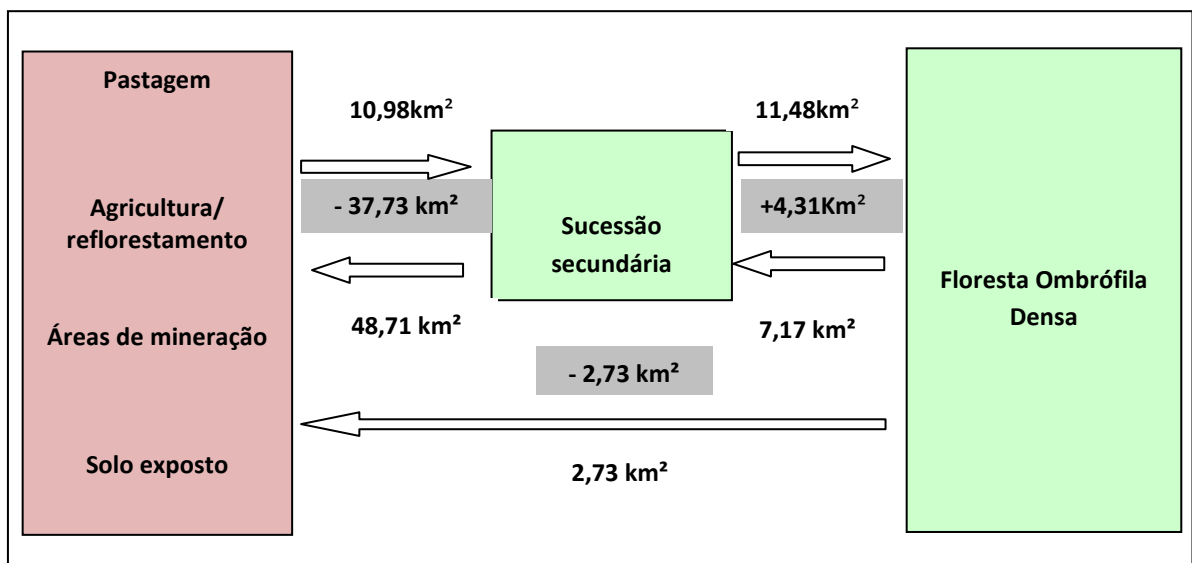


Figura 20- Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Apeú no período de 2004 a 2008 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal.

5.5- ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP's)

Em vista da importância que é atribuída aos recursos hídricos e da vegetação que integra a sua sustentabilidade no meio ambiente, fez-se uma análise quanto às áreas de preservação permanente da bacia do rio Apeú que por ser predominantemente plana foram restringidas apenas às áreas ao longo das margens dos cursos d'água e às nascentes.

Na figura 18, são mostradas as áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água com áreas marginais de 30 metros de largura, bem como as áreas de preservação permanente ao redor das nascentes com raio de 50 metros.

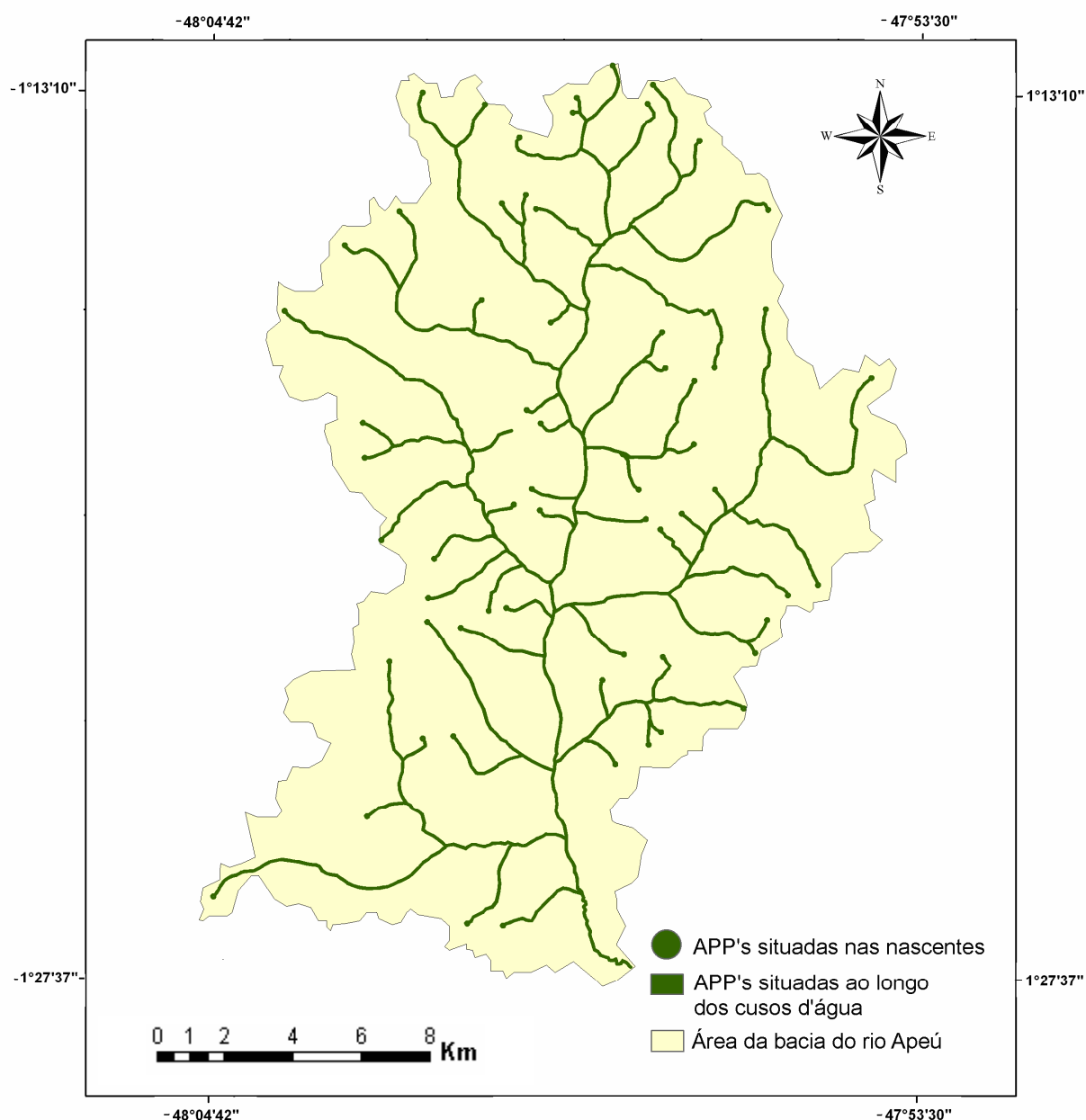


Figura 21- Representação espacial das áreas de preservação permanente, relativas às margens de cursos d'água e nascentes, da bacia hidrográfica do rio Apeú

Considerando a legislação (Código Florestal de 1965, alterado pela Medida Provisória nº 1956-57 de 14/12/2000, e regulamentadas pela Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002,), a área mínima de preservação permanente ao longo dos cursos d'água na bacia do rio Apeú deveria ser de 1.274,95 ha ou 12,74 km², equivalente a 4,05% da área total da bacia. Já para as áreas de preservação permanente em torno das nascentes dos rios, esta área deveria corresponder a 49,34 ha (0,49 km²), equivalente a 0,15% da área total da bacia.

Assim chega-se a um valor total mínimo de área de preservação de 1.324,29 ha, o que corresponde a 4,20% da área total da bacia.

Então, baseado nesta área mínima requerida de APP's, fez-se uma análise de conflito de uso nestas áreas, conforme descrito a seguir.

5.5.1- Mapeamento de conflitos de uso nas APP's

No mapa de conflitos de uso das APP's, o buffer gerado de 30 metros para as margens dos cursos d'água e 50 metros ao redor das nascentes, inclui áreas de uso adequado (áreas ocupadas por floresta ombrófila densa e sucessão secundária) e de uso inadequado (áreas ocupadas por solo exposto, agricultura/reflorestamento, pastagem e áreas de mineração) para os anos de 2001 (Anexo 1), 2004 (Anexo 2), e 2008 (Anexo 3).

A tabela 8 mostra a área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo de uso ao longo das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do rio Apeú. Observa-se que nos três anos analisados a bacia do rio Apeú apresentou em torno de 21% das áreas marginais dos cursos d'água, destinada legalmente para APP's, ocupada de forma inadequada, sendo que o maior conflito de uso observado está relacionado com a classe pastagem, a qual ocupou de 10 a 13% da área de APP's. Nas áreas de entorno das nascentes, a situação é ainda mais conflituosa, pois observa-se que mais de 38% de áreas de preservação estão com usos inadequados, onde de forma similar às áreas de margens de cursos d'água, também a pastagem é a classe mais presente, ocupando de 22 a 29% da área destinada a APP's.

A presença de pastagem em áreas de APP's, dentro da bacia do rio Apeú, também foi evidenciada no estudo desenvolvido por Santos (2006), a qual comenta que a presença do gado nestas áreas poderá incorrer em compactação do solo por meio do pisoteamento, dificultando assim a regeneração natural. Esta compactação diminui sensivelmente o poder de infiltração da água em regiões mais profundas, desencadeando processos erosivos.

Estes processos erosivos nas nascentes foram evidenciados na fase de campo, conforme pode ser visualizado pela figura 22.

Um dos graves usos inadequados também observados na área de estudo é a presença da classe solo exposto, caracterizada pela retirada completa da cobertura vegetal ao longo dos cursos d'águas, lugar onde dever-se-ia evidenciar a mata ciliar. Nos três momentos de análise, a área ocupada por esta classe esteve entre 8 e 14%. Conforme Silveira et al. (2005), a mata ciliar confere proteção ao solo contra o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo a

velocidade de escoamento superficial e favorecendo a infiltração de água no solo através de caminhos preferenciais formados por seu sistema radicular.

Situação, ainda, de maior conflito ocorre nas áreas em torno das nascentes, onde se percebe que nos anos analisados, 14 a 17% destas áreas de APP's estão completamente expostas, como mostra a figura 23.

Nas nascentes a presença da classe solo exposto evidencia processos de degradação ainda mais grave à medida que a retirada da cobertura vegetal (diminuição do poder de infiltração do solo) implica em diminuição da vazão das nascentes, em médio e em longo prazo (LIMA, 2008), acarretando conseqüentemente a eliminação gradativa dos rios alimentados por esta nascente. A implantação de práticas agrícolas que vêm normalmente logo após o desflorestamento nessas áreas, também podem conduzir a contaminação das águas por compostos químicos utilizados no manejo de áreas cultivadas.

TABELA 6- Área ocupada pelas classes de cobertura vegetal e uso do solo nas áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Apeú

Classe uso do solo	Ano de 2001		Ano de 2004		Ano de 2008	
	Cursos d'água	Nascente	Cursos d'água	Nascente	Cursos d'água	Nascente
	%	%	%	%	%	%
SEX	8,90	14,29	10,87	15,07	13,12	16,34
PST	12,24	22,52	10,13	26,55	11,10	28,58
AGF	0,14	1,76	0,10	0,53	0,21	1,75
MIN	0,08	0	0,03	0	0,05	0
FOD	43,51	10,70	34,22	5,31	43,46	8,02
SSD	35,14	50,73	44,66	52,54	32,07	45,31
TOTAL	100	100	100	100	100	100

FOD = floresta ómbrofila densa, SSD= sucessão secundária, PST= pastagem, AGF= agricultura/reflorestamento, SEX= solo exposto, MIN= áreas de mineração.



Figura 22- Aspecto do processo erosivo evidenciado na nascente do rio Apeú
Fonte: Registrado por SOUZA, S. R. 2010



Figura 23- Aspecto do solo exposto em torno da nascente do rio Apeú
Fonte: Registrado por SOUZA, S. R. 2010

É importante ressaltar que cerca de 22% das áreas de preservação permanente da bacia do rio Apeú mapeadas estão relacionadas a usos inadequados com necessidade de controle da erosão, enquanto que 78% corresponde às áreas de preservação permanente previstas por lei. Nesta condição, as vegetações que recobrem a rede de drenagem ainda contribuem para a regularização do fluxo hídrico, tanto na manutenção dos aspectos de porosidade da superfície do solo como na viabilização da transpiração que exerce um papel fundamental no fenômeno da evapotranspiração (VALENTE e GOMES, 2005) e assim na umidade atmosférica que formam as precipitações.

6- CONCLUSÃO

A seguir, são destacadas algumas conclusões no contexto da análise dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Apeú:

Dentro do contexto de estudo, entre o período de 2001 a 2008, a atividade da pecuária mostra-se em expansão, sendo que as pastagens representam o padrão dominante de uso da terra, em todos os anos analisados;

A classe de sucessão secundária, apesar de sofrer progressiva redução ao longo dos sete anos analisados, ainda é a cobertura vegetal dominante na paisagem da bacia do rio Apeú. A ocupação significativa desta classe é atribuída à sustentabilidade do sistema de produção agrícola local como componente de pousio para o restabelecimento dos estoques de nutrientes e matéria orgânica utilizados e/ou perdidos no período agrícola;

No processo de mudança da paisagem, a Floresta Ombrófila Densa é a classe de maior estabilidade na cobertura vegetal, estando concentrada principalmente às margens dos rios e igarapés que compõem a rede hidrográfica da bacia do rio Apeú, formando Áreas de Preservação Permanente;

Existe uma grande pressão antrópica sobre a cobertura vegetal da bacia do rio Apeú, com taxas de desmatamentos em torno de 30% entre os anos de 2001 e 2008, associada principalmente à expansão de áreas de pastagens, porém, este desmatamento foi em parte compensado pela regeneração florestal como componente de pousio no sistema tradicional de cultivo da região;

Apesar do aumento e maior atenção conferida às Áreas de Preservação Permanente a partir de 1965, ainda é preocupante a ocupação da terra em áreas próximas aos corpos de água na área da bacia hidrográfica do rio Apeú, uma vez que 22% das APP's conceituais não apresentam proteção condizente com a lei.

A evolução da paisagem na área da bacia do rio Apeú reflete de maneira geral a ocupação da Amazônia oriental no nordeste do Pará, onde a tomada do espaço territorial se

faz de forma desorganizada e acelerada. Neste âmbito, abrem-se precedentes para os impactos ambientais que vêm logo após às intervenções no uso dos recursos naturais.

A minimização dos impactos ambientais na bacia hidrográfica do rio Apeú está condicionada a critérios de planejamento e gestão ambiental. Desta forma, a elaboração de planos de manejo ecológico eficientes constitui uma das formas de contribuir para a conservação ambiental e recuperação das áreas degradadas da bacia em questão.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.S.; **Dinâmica da Paisagem e Ecologia de Florestas Primárias Remanescentes e Sucessionais do Município de São Francisco do Pará.** 2000.100p Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-FCAP, Belém, 2000.

ALMEIDA, J. S. **Os impactos do Fundo Constitucional de Financiamento do norte na agricultura do Município de Castanhal.** 2004. 108p. Dissertação (Mestre em planejamento do desenvolvimento)-Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém, 2004

ARAÚJO, S.M.M. **Formas de Organização da Produção Apoiadas Pelo MST: Assentamento João Batista II, Castanhal, Pará.** 2005. 128p. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará - UFPA e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Amazônia Oriental-Embrapa, Belém, 2005

ARAÚJO, P.P. (Org.). **Castanhal:** estudo de pesquisa e comprovação hidrológica escala 1:8.000. Belém: CPRM, 1997.sp.il. Programa de Apoio à Gestão Territorial- GATE

BACA, J.F.M., NETTO, A.L.C., MENEZES, P.M.L. **Modelagem dinâmica do uso e cobertura da paisagem do maciço da Tijuca.** 2004. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/Tijuca/index.html> >. Acesso em: 18 abr. 2009.

BASTITELLA, M. & MORAN, E.F. Dimensões Humanas do uso e da Cobertura das Terras da Amazônia: Uma Contribuição da LBA. **Acta Amazônica.** v.35, n.2, p. 239-247, 2005

BECKER, B. K. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários?. **Revista Parcerias Estratégicas**, n.12. p.135-159, Setembro 2001. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/epdir/images/docs/paper28.pdf> >. Acesso em: 12 fev. 2009.

BECKER, B. K. **Amazônia:** geopolítica na virada do III milênio. Ed.Garamond, 2004. 168p
BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse methodologique. **Revue Géographique des Pyrenées et du Sud-Quest**, Toulouse. v.39, n.3, p. 249-272, 1968.

BOLZAN, N.; LOCH R.E.N. Análise temporal da Estrutura da Paisagem das microbacias do Arroio Lagoão e Arroio Tamboretã região Centro –Oeste do Estado do Rio Grande do Sul , Brasil. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e gestão territorial, 7., Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário do Mercosul, 5. e Encontro de Cadastro da América Latina, 2., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis : COBRAC, 2006. p. 2007-218

BORELLI, E. Urbanização e Qualidade Ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira. **Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis**. Florianópolis, v.4, n.1, jan/jun, 2007, p.1-27

BORSOI, Z. M. F; TORRES, S.D. A. **A Política de Recursos Hídricos no Brasil**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, p. 143-166, dez. 1997. Disponível em: <www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf>. Acesso em 15 jun. 2009.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em micro bacia hidrográfica**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. J. BOTELHO, R. G. M. (org). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.269-300.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. In: SENADO FEDERAL. Legislação Republicana Brasileira. Brasília 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/19433.htm>. Acesso em: 10 out. 2008.

BRASIL. **Lei nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Regulariza o Código Florestal Brasileiro. In: SENADO FEDERAL. Legislação Republicana Brasileira. Brasília 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm>. Acesso em 18 set. 2008.

BUCEN, R.G.H.; JONGMAN, R.H.G. **An Introduction to Landscape Ecology**. In: BUCEN, R.G.H.; PAOLETTI, R.M.G. Landscape ecology and Agroecosystems. London: Boca Ranton, Lewis Publishers, 1993. Cap.1. p. 3-10.

CALIJURI, M.L.; RÖHM, S.A. **Sistemas de informações geográficas**. Viçosa : CCET/DEC - Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1994. 34p.

CAPRA, Frijof. **A Teia da Vida**: Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Editora Cultrix, 2001. p.1-8

CASTRO, Edna Ramos. **Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia**. Novos Cadernos NAEA. Brasília, Distrito Federal, v.8, n.2, p. 5-39, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.naeafpa.org/revistaNCN/ojs/viewarticle.php?id=10>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

CARRIELLO, F. **Estimativas da resposta hidrológica das sub-bacias brasileiras**. 2004. 155p. Dissertação (mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, São Paulo. 2004

CARVALHO, J.S. **O uso dos solos nas Microbacias Hidrográficas do Rio Caraparú no Município de Santa Isabel do Pará**. 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP, Belém. 2002.

CARRÃO, H.; Caetano, M.; Neves, N. LANDIC: cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica – ESIG, 6., 2001, Oeiras, **Anais...**, Portugal, 2001.

CEMIM, G.; SCHNEIDER, V. E.; FINOTT, A. R.; REGINATO, P. A. R. **Análise estrutural da paisagem da sub-bacia do Arroio Boa Vista, RS**: uma bordagem em Ecologia de Paisagem. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis, **Anais...** São José dos Campos: INPE. 2007, p.3821-3828.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Ed. Ver. Campinas, SP. IG/UNICAMP. 1993.170 p.

COLLISCHONN, W.; AGRA, S. G.; FREITAS, G.K.; PRIANTE, G.R. **Da Vazão Ecológica ao Hidrograma Ecológico**. Texto para reflexão. 2004. 13p. Disponível em: <www.nature.org/initiatives/freshwater/files/hidrograma_ecologico_revisado_total_portugues.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2009.

COSTA, M.S.S. **Alteração da Paisagem no Município de Santo Antônio do Tauá e Impacto Sócio-econômico na Comunidade de Campo Limpo com a Produção de Priprioca (*Cyperus articulatus*) L.var.nodusus**. 2007. 107p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2007.

COSTA, F.A. **Formação Agropecuária da Amazônia**: os desafios do desenvolvimento sustentável. Belém: UFPA. NAEA, 2000

COELHO, R. F. R. ; ZARIN, D. J. ; MIRANDA, I. S. ; TUCKER, J. M. Análise Florística e estrutural de uma floresta de diferentes estágios sucessionais no Município de Castanhal, Pará. **Acta Amazonica**, v. 3, n. 4, p. 563-582, 2004

CURI, A. **Análise Qualitativa da Sustentabilidade Ambiental da Mineração**: Mito e Realidade. In: Villas Bôas, R. & C. Beinhoff (eds). Indicadores de Sustentabilidade para la Industria Extractiva Mineral. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED.p.47-61.2002. Disponível em: <http://w3.cetem.gov.br/CYTED.../02_BRASIL_AdilsonCuri.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2010

DANTAS, M. **Ecossistema de pastagens cultivadas**. Algumas alterações ecológicas. EMBRAPA,CNPTU, Miscelânea no. 1, 23 p,1980.

DIAS, C.F.L.H. (org.). **Águas e Florestas da Mata Atlântica**: Por uma Gestão Integrada. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica e Fundação SOS Mata Atlântica. São Paulo. 2003. 34p. Disponível em: <<http://www.maternatura.org.br/servicos/biblioteca/Aguas%20e%20Florestas%20na%20Mata%20Atlantica-versaopdf.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2009

DIAS, G. F. **“Populações Marginais em Ecossistemas urbanos”**. 2ed. Brasília: IBAMA, 1994, 156p.

DENICH, M. **A Importância de uma Vegetação Secundária Nova para o Incremento da Produtividade do Sistema de Produção na Amazônia Oriental Brasileira**. EMBRAPA. CPATU-GTZ, Belém. 1991. 284p.

DILL, P. R. J. **Gestão Ambiental em Bacias Hidrográficas**. 2007.160p. Tese (Doutorado em Engenharia de Água e Solo)-Universidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul. 2007

EARTH RESOURCES OBSERVATION AND SCIENCE/ UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (EROS/USGS). **Base de dados da missão SRTM**. Disponível em: <<ftp://e0srp01u.eros.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>>. Acesso em: fev. 2008.

ÉGLER, E. G. A Zona Bragantina no Estado do Pará. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.23, n.3, p.527-555, 1961.

ENVIRONMENT FOR VISUALIZING IMAGES (ENVI). **Guia do ENVI**. Disponível em: <http://www.envi.com.br/guia_envi>. Acesso em: 11/2009.

ESCADA, M.I.S.; ALVES, D.S. **Mudanças de Uso e Cobertura do Solo na Amazônia: Impactos Sócio- ambientais na Ocupação de Regiões de Fronteiras Agrícola**. Relatório Técnico Parcial. Programa de Ciência e Tecnologia para a Gestão de Ecossistemas Ação “Métodos, modelos, e geoinformação para a gestão ambiental”. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2001. 44p

ESCADA, M. I. S. **Evolução de padrões da terra na região centro-norte de Rondônia**. 2003. 264p. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisa Espacial - INPE, São José dos Campos. 2003.

EIPHANIO, J.C.N.; FORMAGGIO, A. R. Abordagem do uso de número digital e de reflectância em sensoriamento remoto com dados de satélites. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5.,1988, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1988. v.2, p.400-405.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.
FARIA, A. P. Influência da vegetação nos processos fluviais de bacias de 1º ordem. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.5, n.3, p.59-68, jul./set. 2000.

FEARNSIDE, P.M. Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: the case of southern Pará. **World Development**, v. 29, n. 8, p. 1361-1372, 2001.

FELIZOLA, E. R.; LAGO, F. P. L. S.; GALVÃO, W. S. Avaliação da dinâmica da paisagem no Distrito Federal. Projeto da Reserva da Biosfera do Cerrado - Fase I. in: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10., 2001, Foz do Iguaçu, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2001, p.1593-1600.

FERRAZ, S. F. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.575-583, 2003.

FERREIRA, J.C.V (org.). **O Pará e seus Municípios**. Belém: SEMEAR: Rede Celpa, 2003.p. 443-445

FERREIRA, A. P. et al. **Microbacia do rio Apeú**: estudo preliminar sobre impactos ambientais. 1994. p. 55. Monografia (trabalho de conclusão de curso especialização em Educação Ambiental)- Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém. 1994

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. **Landscape ecology**. New York, John Wiley & Sons, 1986. 619p.

GREGORY, S.V. SWANSON, F.J.; McKEE, W.A.; CUMMINS, K.W. An ecosystem perspective of riparian zones: focus on links between land and water. **Bioscience**, v. 41, p. 540-551, set. 1991.

GOULART, M.D.C & CALLISTO, M. Bioindicadores de Qualidade de água como Ferramenta em Estudo de Impacto Ambiental. **Revista da FAPAM**, Minas Gerais, ano 2, n.1, p.153-164, 2003.

IEA. Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo. Disponível em:< <http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 08 abr. 2010

INPE. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. **Metodologia para Mapeamento de Vegetação Secundária na Amazônia Legal**. 32p. 2009. Disponível em: < <http://mtc-m19.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/11.23.17.06>>. Acesso em: 01 jan/2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>> Acesso em: 02 fev. 2009

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística Municipal**: Castanhal. Governo do estado do Pará. 48p. 2007

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística Municipal**: Santa Isabel do Pará. Governo do estado do Pará. 46 p. 2007

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatística Municipal: Inhangapi**. Governo do estado do Pará. 43 p. 2007

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1992, 92p

JESUS, A. A. S de. 2009. **Geoprocessamento Aplicado a Estimativa de Perda de Solos por Erosão Laminar na Bacia Hidrográfica do Rio Apeú (Nordeste do Pará) - Amazônia Oriental**. p.102. Dissertação (Mestre em Ciências Agrônomicas). Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Belém, 2009

KAMPEL, S.A.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Análise Espacial do Processo de Urbanização da Amazônia. Relatório Técnico**. Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas, ação "métodos, modelos e geoinformação para a gestão ambiental". Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, dez. 2001. 30p.

KATO, O.R.; KATO, M.S., SÁ, T.D.A.; FIGUEIREDO, R.O. Plantio direto na capoeira. **Ciência e Ambiente**, v. 29, p. 99-111, 2004.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: - Ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas: possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: Instituto de Silvicultura da Universidade de Göttingen, GTZ, 1990. 343 p.

LEITE, E.C.; PAGANI, M.I.; MONTEIRO, R.; HAMBURGER, D.S. Ecologia da paisagem: mapeamento da vegetação da Reserva Biológica da Serra do Japi, Jundiaí, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v.19, n.2, p. 233-243. 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/abb/v19n2/26217.pdf>. Acesso em 14 jul. 2009.

LIMA, W. P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Departamento de Ciências Florestais. Piracicaba. 2008. 245p

LIMA, E.C; SAQUETTA, C.R.; KIRCHNER, F.F.; FERRETI, E.R. Qualidade da Paisagem: estudo de caso na floresta ombrófila mista. **Revista Floresta**, Curitiba-PR, v.34, n.1, p. 45-56, Jan./Abr. 2004.

LIMA, W.P; ZAKIA, M.J.B. Monitoramento de Bacias Hidrográfica em áreas Florestadas. **Serie Técnica IPEF**. Piracicaba. São Paulo. v. 10, n. 29, p. 11-21, nov., 1996.

LINHARES, C.A.; SOARES, J.V.; BATISTA, G.T. A Influência do Desmatamento na Dinâmica da Resposta Hidrológica na Bacia do Ji-Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005 p.3097-3105

LORENA, R. B. **Evolução do uso da terra em porção da Amazônia Ocidental (Acre), com uso de técnicas de detecção de mudanças.** 2001.116p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento remoto)- Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE, São José dos Campos. 2001.

LU, D.; BATISTELLA, M. Exploring TM Image Texture and its Relationships with Biomass Estimation in Rondônia. Brazilian, Amazon. **Acta Amazonica**, v.35, n.2, p. 249-257, abr./jun. 2005.

LU, L., LI, X., CHENG, G. **Landscape Evolution in the middle Heihe River Basin of north west China during the last decade.** Journal of Arid Environments. 53: 395-408, 2003.

LUZ, N. B.; LINGNAU, C. Detecção de Fisionomias Florestais com o Auxílio de Características Texturais para Elaboração do Plano de Manejo da Estação Ecológica do Rio Guarani. In: GIS BRASIL, 2000, Salvador. **Anais...**, 2000. CD-ROM.

MARGULIS, S. **Causas do Desmatamento da Amazônia Brasileira.** 1.ed. Brasília: Banco Mundial, 2003. 100p.

MARTINS, Sebastião V. **Recuperação de Matas Ciliares.** Viçosa. Minas Gerais: Editorial Emerson de Assis. Aprenda Fácil, 2001.146p.

MARTINS, A.K.E.; NETO, A.S.; MARTINS, I.C.M.; BRITES, R. S.; SOARES, V.P. Uso de um Sistema de Informações Geográficas para Indicação de Corredores Ecológicos no Município de Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.22, n.3, p.373-378, 1998.

MARKHAM, B.L.; BARKER, J.L. **Landsat MSS e TM pos-calibration dynamic ranges exoatmospheric reflectances and at-satellite temperatures.** Landsat User Notes, Lanham, MD: EOSAT, 1986.

MCCRACKEN, S.D.; BRONDIZIO, E.S.; NELSON, D. *et al.* Remote sensing and GIS at farm property level: demography and deforestation in the Brazilian Amazon. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 65, n. 11, p. 1311-1320, Nov. 1999.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J. **Fragstats:** Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure . Gen.Tech. Report PNW- GTR- 351. Portland, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122p, 1995.

MENDES, C.A.B.; LIMA, W.P. Análise de Impactos Ambientais de Florestas Plantadas, no contexto de bacias hidrográficas: princípios norteadores. In: Seminário de Recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: O Eucalipto e o ciclo hidrológico, 1., **Anais...** Taubaté: Unitau, 2007. p.263-270. Disponível em: < www.agro.unitau.br/serhidro>. Acesso em: 25 jan. 2008

MERTENS, B.; POCCARD-CHAPUIS, R.; PIKETTY, M.-G. *et al.* Crossing spatial analyses and livestock economics to understand deforestation process in the Brazilian Amazonia: the case of São Félix do Xingu in south Pará. **Agricultural Economics**. v. 27, p. 269-294, 2002.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens ?. **Biota Neotrópica**, v.1, n.1 e 2, 2001. 9p. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso em 28 mar. 2009.

METZGER, J.P., PIVELLO, V. & JOLY, C.A. 1998. **Landscape ecology approach** in the preservation and rehabilitation of riparian forest areas in S.E. Brazil. In Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin America (E. Salinas Chavéz & J. Middleton, eds.). Disponível em <<http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>>. Acesso em 18 jul. 2009.

MME. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Projeto RADAM**. Folha AS 22 e AS 23- Belém-PA/ São Luis – MA: geologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro,1974. 226p.

MOREIRA, L.; ASSAD, E. D. Segmentação e classificação supervisionada para identificar pastagens degradadas. Workshop Brasileiro de Geoinformática, 2., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Computação, 2000. 15p.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização Hidrológica de Duas Microbacias visando a Identificação de Indicadores Hidrológicos para o monitoramento Ambiental do Manejo de Florestas Plantadas**. 2003. 120p. Dissertação. (mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba. 2003.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do Geoprocessamento na Identificação de Conflito de Uso da Terra em áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape Ecology: Theory and Application**. New York, Spring Verlag. Série Environment Management. 356p., 1989

NELSON, R. F. Reducing Landsat MSS scene variability. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.51, n.5, p.583-593. 1985.

PARQUIS, R.; SILVA, A. V.; WEISS, J. MACHADO, L. “Reforma Agrária” na Amazônia: balanço e perspectivas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 83-96, jan./abr. 2005.

PEDRÃO, F. O controle social das bacias hidrográficas no Brasil. **Revista Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p.453-466, 2003.

PENIDO, A.S.; FILHO, M.V.; BASTOS, R.A.B. Monitoramento Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanizadas com Suporte das Geotecnologias. Simpósio Brasileiro do Sensoriamento Remoto,13., Florianópolis, **Anais...**São José dos Campos: INPE, 2007, p. 4135 – 4143

PEREIRA, J.M. O Processo de Ocupação e Desenvolvimento da Amazônia: A implementação de políticas públicas e seus efeitos sobre o meio ambiente. **Revista de Informação Legislativa**. Brasília, v.34, n.134, p.75-85, abr./jun. 1997.

PEREIRA, J.L.G.; BATISTA,G.T.; ROBERTS,D. Refletância de Coberturas Vegetais na Amazônia. In: **Anais...** Salvador, Brasil: INPE,14-19 de abril, 1996. p.551-556.

PENTEADO, O.M.M. **Metodologia Integrada no Estudo do Meio Ambiente**. Geografia, Instituto de Geociência, UFMG, Belo horizonte, v.10, p.125-148, 1985.

PENTEADO, A.R. **Problemas de colonização e de uso da terra na região Bragantina do estado do Pará**, Universidade Federal do Pará, Coleção Amazônia, Série José Veríssimo. v.1. Belém: UFPA. 1967.

PEDDLE, D. R.; FRANKLIN, S. E. Image texture processing and data integration for surface pattern recognition. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v.57, n.4, p.413-420. 1991.

PIKETTY, M. G.; VEIGA, J. B. D.; TOURRAND, J.; ALVES, A. M.; CHAPUIS, R. P.; THALES, M. C.; HOSTIOU, N. C. N.; VENTURIERI, A. Por que a pecuária está avançando na Amazônia Oriental? In : DORIS, Sayago; JEAN-FRANÇOIS, Tourrand; MARCEL; Bursztyn (eds.). **Amazônia: cenas e cenários**. Brasília: Universidade de Brasília, p. 169-192. 2003.

PIVELLO. V. R; METZGER, J. P. **Diagnóstico da Pesquisa em Ecologia de Paisagens no Brasil (2000-2005)**. Biota Neotropica. Campinas-sp. v.7, n.3, 2007. p.21-29. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s167606032007000300002> . acesso em: 05 set. 2009.

PONTES, F.C. **Determinação da Vulnerabilidade à Erosão das Terras do Município de Abel Figueiredo, Estado do Pará**. 2005. 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2005.

RAMOS P.R.; RAMOS, L.A.; LOCH ,C. **Sensoriamento Remoto como Ferramenta para a Gestão Ambiental e o Desenvolvimento Local**. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2004, Florianópolis. **Anais...**, 2004, p.1-7.

RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, M. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rarv/v29n2/a04v29n2.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2010

ROBINOVE, C.J. Computation with physical values from Landsat data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 48, n. 5, p. 781-784, May 1982.

RODRIGUES, R. L. V. **Análise dos fatores determinantes do desflorestamento na Amazônia Legal**. 2004. Tese (Doutorado) – COPPE – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

SADER, S. A.; STONE, T. A.; JOYCE, A .T. Remote Sensing of Tropical Forests: An Overview of Research and Applications Using Non-Photographic Sensors. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v.56, p.1343-1351, Oct. 1990.

SAMPAIO, S.M.N.; SILVA, L.G.T.; GARCIA, G.J.; VENTURIERI, A.; WATRIN, O.S. Dinâmica da Cobertura Vegetal e do Uso da Terra em relação aos Fatores Agroecológicos e socioeconômicos em Comunidades rurais do Nordeste Paraense. **Ciências biológicas e do ambiente**. São Paulo, v.1, n.3, p.231-255, set-dez. 1999.

SANTOS, O.C.O. **Análise do Uso do Solo e dos Recursos Hídricos na Microbacia do Igarapé Apeú, Nordeste do Estado do Pará**. 2006. 256p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

SANTANA, D. P. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

SCHIMTZ, H. A transição da Agricultura Itinerante na Amazônia para Novos Sistemas. Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.46-49, fev. 2007.

SERIGATTO, E.M. **Delimitação automática de áreas de preservação permanente e Identificação de conflitos de uso da terra na bacia do rio Sepotuba-MT**. 188p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)- Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa, 2006

SILVA, J. E. B; SANTOS, P. R. A. A utilização dos modelos SRTM na interpretação geomorfológica: Técnicas e tecnologias aplicadas ao mapeamento geomorfológico do território brasileiro.in: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007 Florianópolis, , **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007, p. 4261-4266

SILVA, A. S. D.; MACIEL, M. N. M. ; GONÇALVES, B. R. O. Classificação Digital de Imagens Landsat utilizando Parâmetros Texturais. in: Seminário de Iniciação Científica da Ufra, 4., **Anais**. 2007, Belém, 2007.

SILVA, W.S.; VIEIRA, V.C.B. **Evolução Multitemporal do uso e cobertura do solo no Município de Uruçuí-PI**. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2., João Pessoa, **Anais...Paraíba**, 2007, p.1-9. Disponível em:

<http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20080922_103716_GEOM-010.pdf>.
Acesso em: 12 fev. 2010.

SILVA, M.F. **Estudos Fitossociológico das Orchidaceae da Floresta marginal do rio Apeú, Município de Castanhal.** 1995, 108p. Dissertação (Mestre em ciências biológicas)- Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém. 1995.

SOARES FILHO, B.S., CERQUEIRA G.C., ARAÚJO, W. L, VOLL E. **Modelagem de Dinâmica de Paisagem: Concepção e Potencial de Aplicação de modelos de Simulação baseados em Autômato Celular.** In: Albernaz A.L., Silva J.M.C. da, Valeriano, D (ed.). Ferramentas para modelagem da distribuição de espécies em ambientes tropicais. Belém: Editora Museu Paraense Emílio Goeldi (no prelo), 2004. 16p.

SOARES FILHO, B.S. **Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica.** 1998. 299 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

SOUZA, R.P. **A Luta pela Terra no Nordeste Pará: Análise da ação Sindical na Ocupação de uma Agroindústria no Município de São Francisco do Pará.** 2004. 24p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Amazônica).-Universidade Federal do Pará-UFPA, Belém. 2004.

SUDAM - Superintendencia do Desenvolvimento da Amazonia. **Atlas Climatológico da Amazônia.** Belém, SUDAM/PHCA.1984. p.125

TEODORO, V.L.I; TEIXEIRA, D.; COSTA, D.J.L.; FULLER, B.B. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. **Revista Uniara**, v.20, p.136 -156. 2007.

TOBIAS, A.J.S. **Dinâmica Migratória Paraense na Década de 80.** 2003. 165p. Dissertação (Mestrado em Estudos Populacionais e Pesquisas Sociais: Demografia)- Escola Nacional de Ciências Estatísticas/IBGE, Rio de Janeiro. 2003.

TONELLO, K. C. **Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões, MG.** 2005. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2005

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

VALENTE, O.F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrológicas de cabeceiras.**Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 210p.

VALENTE, M. V. et al. **Zoneamento agroecológico das terras do Município de Castanhal, Estado do Pará.** Belém, EMBRAPA. Amazônia Oriental. 2001a. p. 27 (EMBRAPA/ Amazônia Oriental, documento 119).

_____. **Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Município de Inhangapi, Estado do Pará.** Belém, EMBRAPA. Amazônia Oriental. 2001b. p. 27 (EMBRAPA/ Amazônia Oriental, documento 125).

VASCONCELOS, C.H.; NOVO, E.M.L.M. Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens-fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat 5, na região do reservatório de Tucuruí-PA. **Acta Amazonica**. Manaus, v.43, n.3, p. 487-493, 2004.

VEIGA, J.B.; ALVES, A.M.N.; POCCARD-CHAPUIS, R. **Cattle ranching, land use and deforestation in Brasil, Peru and Ecuador.** Projeto IAI - NSF. Relatório de Pesquisa - Equipe Amazônia Oriental. jan. 2001. 149 p.

VELOSO, H.P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira:** classificação fisionômica-ecológica da vegetação neotropical. Salvador: Projeto RADAMBRASIL, 1982. 85p

VENTURIERI, A.; WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A; SILVA, B. N. R. Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., Santos, **Anais...**, São José dos Campos: INPE, 1998, p.247-256.

VIANA, V.M. & PINHEIRO, L.A.F.V. **Conservação da Biodiversidade em Fragmentos Florestais.** Série Técnica IPEF, São Paulo, v.12, n.32, p.25-42, dez. 1998.

VIEIRA, I.C.G.; TOLEDO, P.M.; ALMEIDA, A. Análise das Modificações da Paisagem da Região Bragantina, no Pará, integrando diferentes escalas de Tempo. **Revista Ciência e Cultura**, Belém, v. 59, n.3, p.27-30, 2007. ISSN 0009-6725

VILELA, M.F.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, J.C.; BRITES, R.S. Avaliação de Técnicas de Realce e Classificação Digital na Elaboração de um Mapa de Uso da Terra Mediante uma Imagem TM/ Landsat-5. **Revista Árvore**, Viçosa, Minas Gerais, v.24, n.2, p.161-173, 2000.

WATRIN, O.S.; GERHARD, P.; MACIEL, M.N.M. Dinâmica de Uso da terra e Configuração da Paisagem em Antigas áreas de Colonização de Base Econômica Familiar, no nordeste do Estado do Pará. **Geografia**. Rio Claro, v.3, n.3, p.455-472, set-dez. 2009

WATRIN, O.S.; MACIEL, M.N.M.; THALÊS, M.C. **Análise espaço-temporal do uso da terra em microbacias hidrográficas no Município de Paragominas, Estado do Pará.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p.7019-7026. CD-ROM. ISBN 978-85-17-00031-7

WATRIN, O. S. **Dinâmica da Paisagem em Projetos de assentamentos rurais no sudeste Paraense utilizando Geotecnologias**. 2003. 209p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2003.

WATRIN, O. S.; VENTURIERI, A.; SAMPAIO, M N. Análise Multitemporal do Uso da Terra e suas Interrelações com a Cobertura Vegetal em Comunidades Rurais do Nordeste Paraense. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 9., 1998, Santos, **Anais...**, São José dos Campos: INPE, 1998. p.1573-1583.

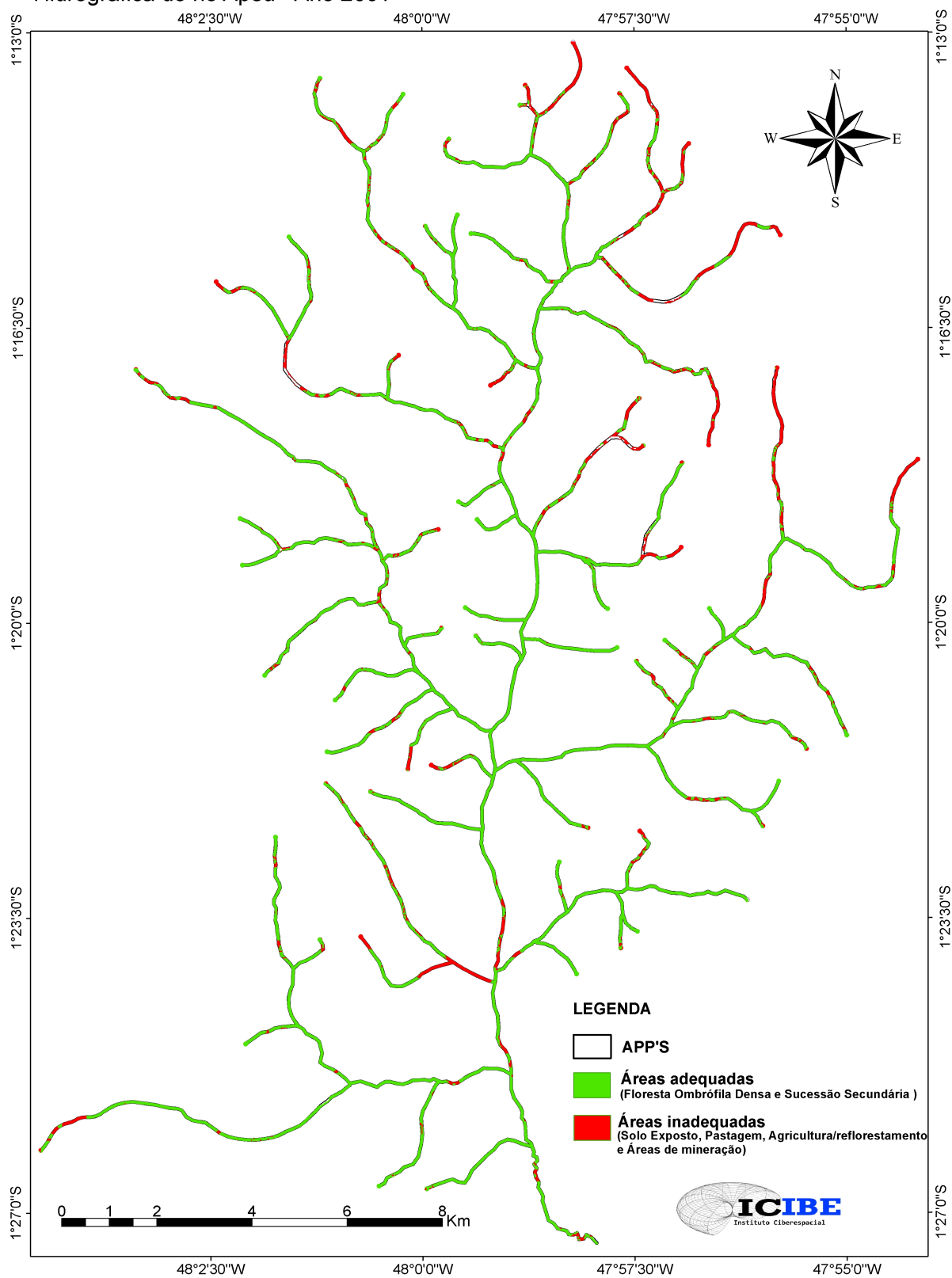
WATRIN, O. S.; SANTOS, J. R.; VALÉRIO FILHO, M. Análise da Dinâmica na Paisagem do Nordeste Paraense Através de Técnicas de Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 8., 1996, Salvador. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2004, p.427- 433. CD-Rom.

WATRIN, O. S. **Estudo da dinâmica na paisagem da Amazônia oriental através de técnicas de geoprocessamento**. 1994. 153p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisa Espacial-INPE, São José dos Campos- SP, 1994.

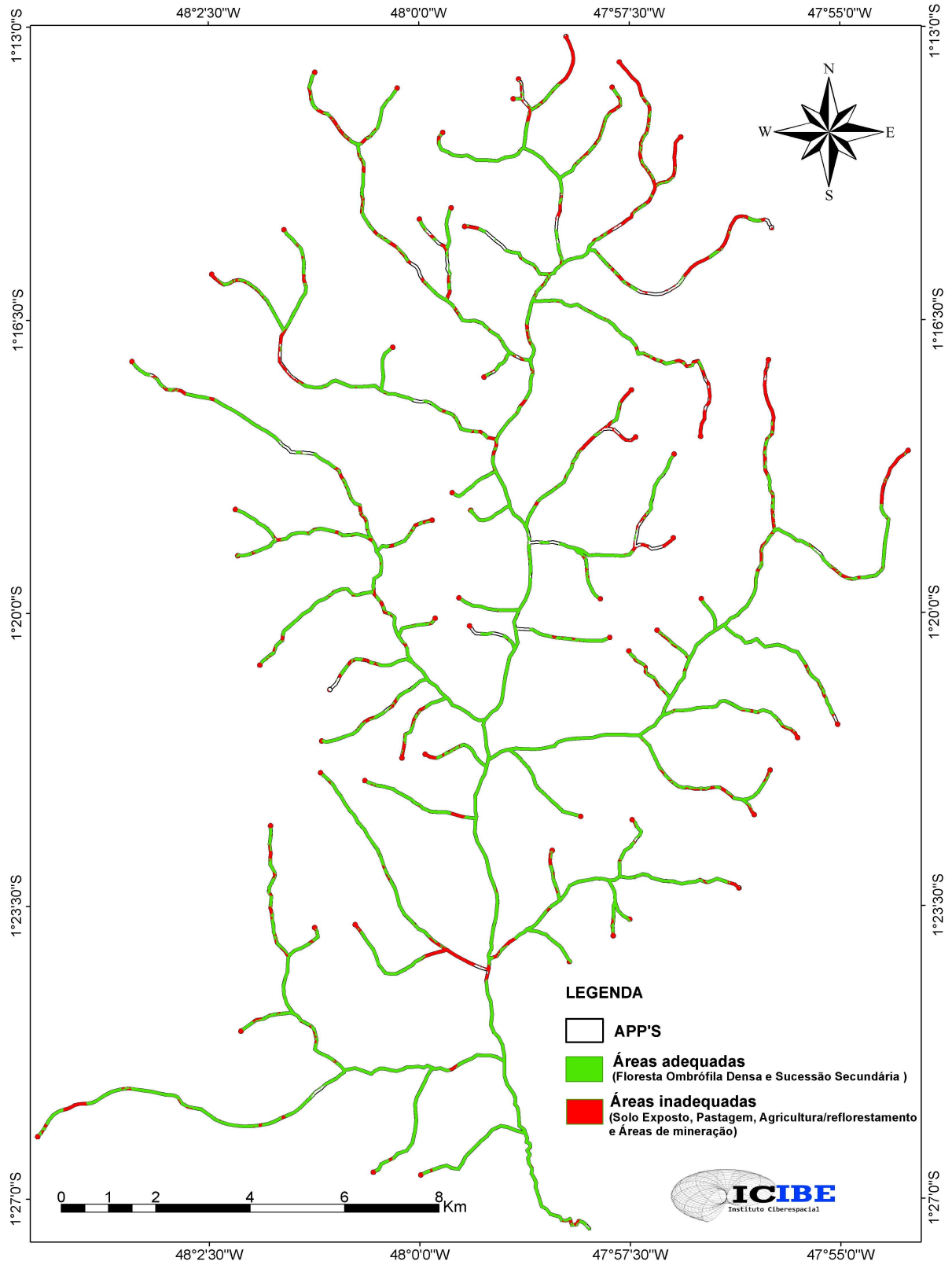
ZONNEVELD. I.S. **Land evaluation and Landscape Science. ITC Textbook**. Enschede, the Netherlands, international Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, VII. 4, 2nd ed. 1979. 134p.

ANEXOS

ANEXO 1- Mapa de Conflito de uso nas áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Apeú- Ano 2001



ANEXO 2- Mapa de Conflito de uso nas áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Apeú- Ano 2004



ANEXO 3- Mapa de Conflito de uso nas áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do rio Apeú- Ano 2008

