UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

DINÂMICA DA PAISAGEM NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOJUÍ, OESTE DO ESTADO DO PARÁ.

HUGO AMANCIO SALES SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP
Agosto-2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

DINÂMICA DA PAISAGEM NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOJUÍ, OESTE DO ESTADO DO PARÁ.

HUGO AMANCIO SALES SILVA

Orientador: Prof. Dr. Sergio Campos

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

BOTUCATU-SP
Agosto-2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO – SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA

- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Silva, Hugo Amancio Sales, 1988-
S586d Dinâmica da paisagem na microbacia hidrográfica do rio Mojuí, oeste do estado do Paraná / Hugo Amancio Sales Sil-va. – Botucatu : [s.n.], 2013

xiii, 85 f. : ils. color., tabs., grafs., fots. color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,

Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Sérgio Campos

Inclui bibliografia

1. Landsat (Satelites. 2. Fotografia aérea em adminis- tração de bacias hidrográficas. 3. Bacias hidrográficas - Fotografias aéreas. 4. Fotografia aerea em levantamentos do solo. I. Campos, Sérgio. II. Universidade Estadual Pau- lista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu).Facul- dade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DINÂMICA DA PAISAGEM NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOJUÍ, OESTE DO ESTADO DO PARÁ"

ALUNO: HUGO AMÂNCIO SALES SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. SÉRGIO CAMPOS

Aprovado pela Comissão Examinadora

PROF. DR. SÉRGIO CAMPOS

PROFª DRª ELEN FITTIPALDI BRASILIO CARREGA

PROFª DRª MARIA NAZARÉ MARTINS MACIEL

Data da Realização: 02 de agosto de 2013.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Hugo Amancio Sales Silva, filho de Edmilson de Jesus Filho e Madalena Sales Vieira, nasceu em Santarém/PA, em14 de julho de 1988.

Em junho de 2011 graduou-se em Engenharia Agronômica pela Universidade Federal Rural da Amazônia. Durante os estudos de graduação foi bolsista PIBIC-CNPq.

Em Agosto de 2011 ingressou no curso de mestrado, na área de concentração de Irrigação e Drenagem, da Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu/UNESP. Durante os estudos de pós-graduação foi bolsista CAPES.

DEDICO

A Deus, em primeiro lugar, por guiar meu caminho e por me conceder saúde, ao meu Anjo da Guarda por sempre está ao meu lado protegendo-me.

Aos meus pais, meus irmãos, amigos e todos que estiveram presentes nos momentos da minha vida.Obrigado por tudo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador Prof. Dr. Sérgio Campos, pela oportunidade de estágio desde minha graduação, pela dedicação e pelos ensinamentos, formando uma grande amizade durante todos esses anos de convivência.

Aos meus amigos Kelly Nunes, Hellen Síglia, Josiane Pereira, Breno Araguaia, Ana, Karol Ripardo e José Humberto Monteiro, que me apoiaram na minha jornada, cuidando e socorrendo-me nas necessidades durante a minha passagem por Botucatu. Fico muito feliz a Deus por ter me dado a oportunidade de conviver com pessoas maravilhosas como vocês.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP/Campus de Botucatu por conceder-me a oportunidade de realizar o mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Irrigação e Drenagem.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, sem o qual a realização da dissertação seria comprometida.

Aos Profs. Drs. João Carlos Cury Saad e Antônio Pádua Sousa, respectivamente, Coordenador e Vice-Coordenador do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Irrigação e Drenagem, que não pouparam esforços na condução dos trabalhos.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Engenharia Rural, pela concessão do laboratório, equipamentos e materiais necessários à elaboração do trabalho.

Aos funcionários da biblioteca e secretárias da Seção de Pós Graduação, pela atenção e dedicação.

E, a todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

EPÍGRAFE

“ A sua única verdadeira limitação é aquela que você aceita e define em sua própria mente”

(Napoleon Hill)

SUMÁRIO

Páginas

BIOGRAFIA DO AUTOR..... *I*

AGRADECIMENTO ESPECIAL..... *III*

AGRADECIMENTOS..... *IV*

EPIGRAFE..... *V*

LISTA DE TABELAS..... *VIII*

LISTA DE FIGURAS..... *IX*

LISTA DE ABREVIATURAS..... *X*

1. RESUMO..... *1*

2. ABSTRACT..... *3*

3. INTRODUÇÃO..... *5*

4. REVISÃO DE LITERATURA..... *8*

4.1 Processo de Ocupação das Terras no Oeste Paraense (Baixo Amazonas)..... *8*

4.2 Bacia hidrográfica como unidade de estudo..... *12*

4.3 Ecologia da Paisagem..... *14*

4.4 Dinâmica da Paisagem..... *16*

4.5 Sistemas de Informações Geográficas..... *18*

4.6 Sensoriamento Remoto..... *21*

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... *28*

5.1 Localização e Extensão Geográfica..... *28*

5.2 Santarém..... *29*

5.3 Belterra..... *30*

5.4 Clima..... *31*

5.5 Geologia..... *31*

5.6 Relevo..... *32*

5.7 Vegetação..... *33*

5.8 Hidrografia..... *34*

6. MATERIAS E MÉTODOS..... *35*

6.1 MATERIAL..... *35*

6.1.1 Sistematização dos Dados Geográficos..... 35
6.1.2 Softwares Utilizados..... 36
6.1.3 Instrumentos de Campo..... 36
6.2 MÉTODO..... 37
6.2.1Procedimentos Metodológicos..... 37
6.2.2.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica..... 38
6.2.2.2 Pré-processamento..... 38
6.2.2.2.1 Registro das Imagens..... 38
6.2.2.2.2 Pré-processamento das Imagens..... 39
6.3 Processamento das Imagens..... 39
6.4 Análise Espaço-Temporal..... 40
6.5 Elaboração de Mapas Temáticos..... 41
7. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 42
7.1Determinação da Legenda Temática na Bacia do Rio Mojuí..... 42
7.2 Distinção e Quantificação das Categorias Encontradas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Mojuí..... 46
7.3 A Paisagem e suas Transformações no decorrer da Pesquisa..... 54
8. CONCLUSÃO..... 63
9. BIBLIOGRÁFIA..... 65

LISTA DE TABELAS

Tabelas *Páginas*

1. Principais aplicações de SIGs..... 20

2.Potenciais aplicações e intervalos espectrais das ban

LANDSAT..... 25

3.Lista de Imagens utilizadas na pesquisa..... 36

4.Qualidade da Classificação Associada Aos valores da

Kappa..... 40

5.Quantificação do uso e cobertura da Terra, em Quilômetros e em

porcentagem, de 1999, 2005 e 2010..... 47

6.Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e

Uso do solo entre os anos de 1999 e 2005, para a Área da bacia

hidrográfica do Rio Mojuí..... 58

7.Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e

Uso do solo entre os anos de 2005 e 2010, para a Área da bacia

hidrográfica do Rio Mojuí..... 59

LISTA DE FIGURAS

Páginas

1. *Representação esquemática de uma bacia hidrográfica..... 13*
2. *Representação Vetorial e Matricial de mapas..... 19*
3. *Esquema de emissão e captação da radiação eletromagnética..... 23*
4. *Localização da bacia hidrográfica do Mojuí; a) Estado do Pará; b) Munic de Santarém e Belterra e limites da bacia hidrográfica rio Mojuí..... 29*
5. *Fluxograma das etapas do trabalho..... 37*
6. *Demonstra a distribuição dos pontos de controle no proc degeorreferenciamento das imagens..... 38*
7. *Floresta Ombrófila Densa (FOD)..... 43*
8. *Sucessão Secundária (FS)..... 43*
9. *Floresta Ombrófila Densa Aluvia (MC)..... 44*
10. *Pastagem (PST)..... 44*
11. *Pastagem Degrada (PSD)..... 45*
12. *Agricultura (AGRI)..... 45*
13. *Corpos D'água (AGU)..... 46*
14. *Quantificação do uso e cobertura da Terra, anos 1999, 200 2010..... 47*
15. *Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfic rio..... 52*
16. *Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfic rio..... 53*
17. *Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfic rio..... 54*
18. *Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí no per de 1999 a 2005 em termos de perdas e ganhos de cober vegetal..... 60*
19. *Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí no per de 2005 a 2010 em termos de perdas e ganhos de cober vegetal..... 61*

LISTA DE ABREVIATURAS

LANDSAT- Land Remote SensingSatellite

FAQ - FoodsandAgricultureOrganization

CONAMA- Conselho Nacional do Meio Ambiente

TM - ThematicMapper

ETM+ - EchancedThemactiMapper

PAN - Banda pancromático

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ha- Hectare

SIG- Sistema de Informação Geográfica

PA- Estado do Pará

MMA- Ministério do Meio Ambiente

APP-Área de Preservação permanente

APA- Área de Proteção Ambiental

SRTM- Shuttle Radar TopographyMission

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

CAR- Cadastro de Atividade Rural

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

1. RESUMO

Atualmente, as questões conservacionistas têm sido discutidas com grande ênfase pela sociedade em geral, principalmente sobre a paisagem amazônica. Dentro desse contexto está a bacia hidrográfica do rio Mojuí, localizada nos municípios de Santarém e Belterra, no estado do Pará. Esta vem sofrendo constantes explorações dos seus recursos naturais, principalmente devido à conversão de áreas com florestas em áreas agrícolas, principalmente para cultivo da soja. O objetivo deste trabalho foi caracterizar, mapear e quantificar, em escala de semi detalhe, as áreas das classes de cobertura vegetal e uso da terr0a no período de 11 anos, com o uso de imagens LANDSAT, órbita/ pontos 227/62, bandas TM 3, 4 e 5, referentes aos anos de 1999, 2005 e 2010, a dinâmica da paisagem na região. A seleção das imagens foi determinada considerando-se o período climático semelhante, com as mesmas circunstâncias de iluminação e cobertura de nuvens. Os limites da bacia foram estabelecidos pelos divisores topográficos que formam a área que drena para um ponto específico. Baseando-se nos dados obtidos no levantamento de campo e com o suporte da fotointerpretação das cenas dos sensores nos anos estabelecidos pela pesquisa, foi definida uma legenda temática para classificação da vegetação e uso do solo na bacia, sendo identificadas sete formas de coberturas vegetais e uso do solo na área de abrangência da bacia. Foram estabelecidas as seguintes classes de cobertura do solo:

Floresta Ombrófila Densa, Sucessão Secundária, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Pastagem, Pastagem Degradada, Agricultura e Corpos D'água. No intervalo da pesquisa foi observado que a bacia hidrográfica do rio Mojuí perdeu 221,73 km² de coberturas vegetais naturais (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Densa Aluvial). Até 1999 a classe Floresta Ombrófila Densa era a maior classe presente na bacia, porém a partir de 2005 a classe agricultura tornou-se a classe de maior expressão na bacia, com um aumento de aproximados 518,11% da área inicial da pesquisa. Quando analisados os resultados de uma forma mais específica, observou-se que a área mapeada sofreu uma forte expansão agrícola no período das pesquisas, em detrimento das demais classes. A exceção do avanço da Agricultura foi sobre as Classes Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Corpo d'água, pois estas classes são protegidas por lei e impróprias para a agricultura mecanizada.

Palavra Chave: Dinâmica na Paisagem, Rio Mojuí, Bacia hidrográfica, Imagens LANDSAT.

LANDSCAPE DYNAMICS IN THE MOJUÍ RIVER WATERSHED - WEST OF THE STATE OF PARÁ. BOTUCATU. 2013, 81p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Irrigação Drenagem) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: HUGO AMANCIO SALES SILVA
Adviser: SERGIO CAMPOS

2. ABSTRACT

Currently, conservation issues have been discussed with great emphasis by society in general, especially on the Amazon landscape. Within this context is Mojuí River watershed, located in the cities of Santarém and Belterra, in the state of Pará This comes under constant exploration of natural resources, mainly due to conversion of forest areas into agricultural areas, mainly for soybeans cultivation. The aim of this study was to characterize and quantify mapping , semi -scale detail , the areas of vegetation cover classes and land use in the period of 11 years as use of LANDSAT , orbit / points 227/62 , TM bands 3 , 4:05 , for the years 1999 , 2005 and

2010 , the landscape dynamics in the region . The selection of images was determined considering the similar climatic period, with the same lighting conditions and cloud cover. The boundaries of the basin were established by dividers that form the topographic area that drains to a specific point. Based on the data obtained in the field survey and with the support of photointerpretation the scenes of the sensors in the years established by research, has defined a thematic caption for vegetation classification and land use in the basin, identified seven forms of vegetation and land use in the catchment area of the basin. We defined the following classes of land cover: Rain Forest , Secondary Succession , Alluvial Rain Forest , Grassland , Degraded Grassland , Agriculture and Water Bodies . During the research it was observed that the Moju river watershed has lost 221.73 km² of natural vegetation cover (dense ombrophilous forest, alluvial dense ombrophilous forest). Until 1999 the dense ombrophilous forest class was the largest present at the watershed, however from 2005 on the agricultural class became the largest at that location, with an increase of approximately 518.11% of the initial research area. When the results were analyzed more specifically, it is highlighted that the agricultural area suffered a strong expansion during the time of the research, at the expense of other areas. The exception was the agricultural advance over the classes alluvial dense ombrophilous forest and waterbody, as theses classes are protected by law and unapropriated for mechanized agriculture.

Keywords: Landscape Dynamici, Mojuí River, Watershed, Landsat Images

3. INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões conservacionistas vêm sendo discutidas com grande ênfase pela sociedade em geral. Com o aumento das pressões antrópicas sobre o meio ambiente, verifica-se um intenso processo de modificações das paisagens naturais e transformação em outros usos do solo.

As alterações na paisagem amazônica, de origem antrópicas, vêm sendo abordadas por toda a sociedade e explanada de forma a procurar soluções para programar uma melhor ocupação no espaço, visando o uso racional e o aproveitamento dos recursos naturais, minimizando a degradação do espaço pela má utilização a partir da implementação de monoculturas (ESCADA et al., 2009).

A partir disso Foley et al (2005), expõem os impactos negativos sobre o meio ambiente provocados pela transformação sobre a paisagem natural e áreas de uso alternativo da terra, atendendo assim as crescentes necessidades de consumo

humano e com isso provocando modificações nos ciclos biogeoquímicos do sistema terrestre.

Para melhor visualização dos impactos gerados pelo homem, estabelece-se a bacia hidrográfica como área de estudo, pois é um sistema natural bem delimitado no espaço geográfico, sendo composta por vários elementos e dinâmicas, tanto naturais como sociais, tais como águas, solos, fauna, flora, uso e ocupação das terras (LEAL, 2000).

No Brasil, a resolução 001/86 do CONAMA declara, no artigo 5° item III: "definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza". Além disso, a FAQ (Foods and Agriculture Organization), desde a década de 70 recomenda que o planejamento adequado de bacias hidrográficas é fundamental para a conservação de regiões tropicais (SANTOS, 2004).

A bacia hidrográfica do rio Mojuí, está localizada nos municípios de Santarém e Belterra, no estado do Pará. Esta bacia vem sofrendo constantes explorações dos seus recursos naturais, principalmente devido à conversão de áreas com florestas em áreas agrícolas, trazendo diversos prejuízos à fauna e flora desta região.

Por sua vez o município de Santarém é o segundo município mais importante do Pará; possui a maior parte da bacia hidrográfica de Mojuí no seu território; está localizado à meia distância entre as principais capitais da Amazônia, Belém e Manaus. Até a década de 90, tinha como principais atividades econômicas o extrativismo, porém com a chegada do agronegócio no final da década de 90, quando muitos fazendeiros de outras regiões vieram em busca de terras mais baratas para o cultivo de grãos, principalmente o arroz, a soja e o milho, ocorreu uma drástica mudança na paisagem natural desta região. Nos primeiros anos, segundo Venturieri (2007), foram plantados apenas milho e arroz e em seguida, iniciou-se o plantio da soja. Após a instalação do porto da Cargill em Santarém (2001 e 2002), houve um aumento da área plantada de soja, passando de 50 ha de área plantada em 1997 para 22.000 ha em 2005 e caindo para 17.100 ha em 2010 (IBGE, 2012).

Segundo Keiser et al (2010), na última década, o crescimento da soja no baixo amazonas, principalmente em Santarém e Belterra, vem sendo acompanhado de crescimento no desmatamento. A série histórica do crescimento da

cultura da soja versus o desmatamento em Belterra demonstra que a partir de 2001/2002, primeira safra registrada por Belterra, os incrementos no desmatamento variaram de 15% (2002/2003 em relação a 2001/2002) a 315% (2007/2008 em relação a 2006/2007), enquanto a área de produção de soja no mesmo período se ampliou em cem vezes, saltando de 150 para 15 mil hectares.

Quando se faz uso das técnicas de sensoriamento remoto, torna-se possível melhorar a caracterização e o conhecimento do espaço geográfico para as implementações de políticas públicas que almejem controlar a problemática da ocupação e da exploração predatória no município, dentro de um contexto racional de uso sustentado de seus recursos naturais, tentando conciliar a atividade agrícola com a floresta remanescente (ESCADA et al., 2009).

O sensoriamento remoto, através de imagens orbitais, também é conhecido pelo baixo custo de seus produtos, quando comparado com tradicionais métodos fotogramétricos e topográficos. Os avanços tecnológicos na área do Sistema de Informação Geográfica (SIG) deram um novo norte às pesquisas ambientais, uma vez que as análises das imagens de satélites podem ser feitas de forma multitemporal, ou seja, permite a avaliação e monitoramento de áreas desmatadas, onde o pesquisador através do exercício de interpretação das imagens consegue construir vários mapas, de diferentes datas (SOUSA et al., 2011).

Dentre as várias técnicas utilizadas no sensoriamento remoto empregado na dinâmica da paisagem, destaca-se o uso das imagens geradas por satélite, principalmente o LANDSAT 5. Segundo Cunha (2009) o LANDSAT é um satélite amplamente utilizado, pois tem uma grande série temporal de dados. A área abrangida no escaneamento é uma faixa de 185 km, recortadas em cenas de 185 km x 185 km, tendo uma resolução espacial de 30m.

Partindo dessa premissa, a pesquisa desenvolvida tem como objetivo principal analisar espacialmente a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí, através do uso integrado de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, num período de 11 anos, visando oferecer subsídios ao planejamento de sua ocupação territorial e proteção da natureza.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. Processo de Ocupação das Terras no Oeste Paraense (Baixo Amazonas)

O processo de ocupação do Baixo-Amazonas remonta por volta do século XVII quando foram direcionadas para a região expedições portuguesas e missões religiosas, com o objetivo de instalar povoados que demarcassem a presença e a posse do Reino de Portugal sobre essas terras recém-descobertas. Surgiram então povoados como Santarém (1639), Óbidos (1697), Almeirim (1758), Monte Alegre (1758), Prainha (1758), Alenquer (1758), Faro (1769), Juruti (1818) e Oriximiná (1877) (BRASIL, 2006; LEROY, 1991).

A princípio a ocupação no Baixo Amazonas foi promovida pela política colonial adotada para a Amazônia, na qual tinha como principal interesse a defesa territorial, a catequese e o aldeamento dos nativos. Neste período teve como base de sustentação econômica o extrativismo e a comercialização das drogas do sertão (SILVA, 2013; BARBOSA, 2012). Assim como a região de Belém, somente em

meados do século XVIII, o Baixo Amazonas conheceu os primeiros sinais de desenvolvimento, tendo na lavoura cacaueira a sua principal atividade econômica, ao lado do extrativismo (SILVA, 2013).

No final do século XIX, a descoberta do processo de vulcanização da borracha incorporou a Amazônia e, mais especificamente, a região do Alto Tapajós, à economia global, provocando um ciclo de forte crescimento econômico que perdurou até o início do século XX, quando entrou em decadência (AMORIM, 2000).

Nos anos 1920, o governo do Pará passa a transferir grandes áreas de terra para particulares, seja por meio de venda ou de aforamento perpétuo, de modo a permitir a exploração dos castanhais nativos. A partir dos anos 1950, com as iniciativas sistemáticas dos governos em promover a 'ocupação' do Brasil, foram adquirindo grandes áreas de terra (AMORIM, 2000).

A partir de 1971, com a implantação do Programa de Integração Nacional (PIN) do Governo Federal, que tinha como tema "integrar para não entregar", estabeleceu-se um processo de ocupação permanente dos supostos "espaços vazios" então existentes, o que trouxe para a região centenas de produtores familiares sem terra, oriundos de diversos pontos do país. Essa colonização dirigida, embora não tendo sido direcionada diretamente para os municípios da região em questão, levou ao surgimento de vários aglomerados humanos no entorno de rodovias que estavam sendo abertas como Cuiabá-Santarém (BR-163) e Transamazônica (BR-230), contribuindo dessa forma para um expressivo aumento do contingente populacional regional (BRASIL, 2006; LEROY, 1991).

Segundo Gayoso (2012), nas três ultimas décadas, tem-se observado na Amazônia a expansão da agricultura mecanizada, representada pelo complexo soja. Essa expansão expressa um processo de longa duração, que iniciou na região Sul do Brasil e posteriormente irradiou-se para outros estados brasileiros. Porém foi a partir do Mato Grosso que a soja foi introduzida para a Amazônia. O principal atrativo para a rápida expansão das lavouras de soja nos estados amazônicos foi o grande estoque de terras, a preço reduzido, com características favoráveis a implantação das lavouras comerciais.

As atividades econômicas da Microrregião de Santarém, mais precisamente em Santarém e Belterra, até meados dos anos 90, baseavam-se na agricultura familiar, marcadas pela existência de pequenas propriedades rurais, porém,

ao final da década de 90, o cenário da região mudou, ganhando uma nova configuração devido aos incentivos à agricultura mecanizada, que impulsionaram a vinda de produtores de outras regiões e a abertura e manutenção de estradas para dar apoio ao agronegócio e escoar a produção. Em contrapartida, áreas de vegetação nativa transformaram-se em campo de grãos, transformando o ecossistema local em paisagens intensamente modificadas (Cohenca, 2005).

Segundo Venturieri et al., (2007), ao final da década de 90 e início dos anos 2000, a região do Baixo Amazonas, mais precisamente os municípios de Santarém e Belterra, passou a experimentar um novo processo de ocupação do espaço baseado na agricultura mecanizada de grãos. Uma combinação de fatores, endógenos e exógenos a região, tais como o elevado preço internacional da soja, excelente aptidão agrícola com baixo preço das terras e incentivos governamentais, contribuiu para uma onda de imigração de produtores oriundos do norte do Mato Grosso, que detinham experiência e capital para iniciar um processo de utilização da terra de forma intensiva e tecnificada.

Segundo Puty (2007), um fator fundamental para a expansão da agricultura mecanizada na região do Planalto Santareno foi a instalação do terminal graneleiro da Cargill, em 2001-2002, que atraiu muitos produtores do Mato Grosso para a região.

No caso de Santarém (PA), o governo, através de suas agências governamentais, promoveu estudo de viabilidade agrícola e econômica para o cultivo da soja, favoreceu incentivo governamental para o desenvolvimento de programas específicos para o setor, além de conceder uma área estratégica para a implantação do porto de escoamento da produção de grãos no município, que baratearia os custos com o transporte do produto vindo do Mato Grosso, com perspectivo asfaltamento da BR-163 (Cuiabá/Santarém) (Flexor et al., 2006).

De acordo com Puty (2007), após as experiências do plantio de soja na região e com um estudo de zoneamento agroecológico, que demonstravam a viabilidade da produção na microrregião de Santarém, técnicos do governo e empresários locais viajaram para o Mato Grosso para divulgar o potencial agrícola da região e atrair os grandes produtores de grãos daquele estado, sendo que a partir de 1997 começaram a chegar sojicultores na região, exatamente quando o preço da soja no mercado internacional atinge um dos seus picos na década.

Sterward (2004) expõe a existência de um suporte econômico que viabilizou localmente os investimentos do agronegócio. Estes se materializaram na política de crédito ofertada pelo Banco da Amazônia S.A. e pelos baixos preços das terras que incentivaram os produtores do Sul e Centro-Oeste do país a migrarem para essa região. O mesmo autor afirma que a expectativa de asfaltamento da Rodovia Cuiabá-Santarém (BR-163) que liga as áreas cultivadas de soja do Mato Grosso ao Porto da Cargill Agrícola S.A. em Santarém foi um forte incentivo para a expansão da soja nessa região da Amazônia.

De acordo com dados da CPT (2006), em 2003, tem-se então o que já se convencionou chamar de segunda onda de invasão da soja na região de Santarém, quando grandes produtores começam a ocupar áreas de terras devolutas do planalto santareno.

A concentração produtiva no polo de Santarém fez com que o município assumisse em 2004 o primeiro lugar entre os produtores de soja no Pará, superando Paragominas e Santana do Araguaia, município este que pertence à área polarizada pela produção do Mato Grosso. Não por coincidência, o terceiro maior produtor de soja do Pará passa a ser, no mesmo ano, Belterra, município da microrregião de Santarém (Puty, 2007).

A chegada da agricultura mecanizada no Planalto Santareno gerou um forte processo de valorização fundiária. O hectare de terra que valia cerca de R$200,00 em 1998 chegou a cerca de R$2000,00 em 2005, gerando forte pressão para que os agricultores familiares vendessem suas propriedades, com isso reativaram a fronteira agrícola em áreas de floresta primária ao sudeste e ao leste da sede do município. Como consequência imediata deste processo de especulação fundiária, observa-se tanto o êxodo rural, com a migração de muitas famílias para a área urbana de Santarém, como a fuga para áreas de terras devolutas ou para regiões mais afastadas do próprio planalto (Puty, 2007).

A intensificação da atividade agrícola provocou, além dos ganhos monetários devido à exportação, uma série de discussões a respeito dos impactos socioambientais causados pelo avanço da área cultivada (VENTURIERI et al., 2007).

De acordo com Carvalho e Tura (2006), a intensificação do plantio da soja resultou em diversos problemas: especulação imobiliária, inclusive com a venda ilegal de terras públicas por antigos mandatários de cargos públicos municipais;

desmatamento de grandes áreas de florestas; extração ilegal de madeira; poluição de rios e igarapés, por conta do uso de agrotóxico; ocupação por fazendeiros de leitos de igarapés e de áreas públicas de uso comunitário das comunidades ribeirinhas e de agricultores familiares.

4.2. Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo

No atual contexto da humanidade, cada vez mais a água vem se tornando um recurso muito importante, já ocorrendo guerras no Oriente Médio para determinar o controle de certas nascentes e cursos de rio. Segundo Ferreira et al. (2007), o preço da água tende a subir cada vez mais. A redução na oferta de água de qualidade para a população, para utilização no setor agroindustrial, onde o mesmo a utiliza com pouca eficiência, vêm provocando o aumento nos preços cobrados por este recurso natural. De acordo com Rebouças (2004), a utilização indiscriminada da água, principalmente nas metrópoles e nas regiões áridas, vem escasseando este minério e trazendo danos à economia dos setores primários e ao meio ambiente.

A caracterização de bacia hidrográfica está vinculada à noção de sistema, divisor de recursos hídricos, mananciais, separador de águas, escoamento das águas. Desta forma, os eventos sucedidos na área de abrangência da bacia, sejam eles causados pelo homem ou de forma natural, afetam a qualidade dos recursos aquáticos. Por isso, Santos (2004), expõe algumas variáveis (solo, clima, vegetação e relevo) que levam os pesquisadores a utilizarem a bacia hidrográfica como unidade de estudo, pois é um sistema natural bem definido na área.

Podemos limitar a bacia hidrográfica através de divisores topográficos ou separador de águas, sendo definidos através do relevo da área. O relevo pode separar bacias adjacentes, dividindo a drenagem da precipitação. A seguir um esboço de como seria uma bacia hidrográfica (Figura 1).

Figura 1. Representação esquemática de uma bacia hidrográfica. Fonte: Haslam e Taylor (1999).

Desta forma, Lima e Zakia (2006) relatam que uma bacia hidrográfica recolhe a chuva que escorre pela superfície e a orienta para o curso d'água. A característica do solo é que define a capacidade de armazenar água, sendo que a vegetação influencia na infiltração do solo e velocidade de escorrimento.

Na interpretação de Tucci et al. (1995), bacia hidrográfica é formada por uma de malha de drenagem que se encontra em um único corpo d'água, por onde flui toda água da bacia. Lima e Zakia (2006) atribuem à bacia hidrográfica como um corpo harmônico, composto por vários elementos existentes no espaço físico gerando uma estabilidade ambiental. Segundo Araújo et al. (2009), a bacia hidrográfica deve ser analisada como um todo, diagnosticando e traçando metas para o gerenciamento ambiental, buscando o desenvolvimento sustentável da bacia, pois limitando a área, podem ser estimados os impactos ambientais, facilitando sua correção.

A ideia de utilizar a bacia hidrográfica como objeto de estudo para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos é defendida por Bordalo (2003), onde este expõe a necessidade de criação de dispositivos educacionais e jurídicos que possam dar um rumo nas futuras pesquisas e planejamento de uso dos recursos hídricos. Ao se discutir o desgaste ambiental na bacia do rio Jaboatão, Souza (2002) apresentou análises para criação de metas e diretrizes para proporcionar uma melhoria na qualidade da água. Em trabalho semelhante, Braga (2001) afirma que os fatores climáticos e de uso do solo influenciam o escoamento dentro da bacia hidrográfica do semiárido paraibano. Ao se analisar a bacia hidrográfica de forma

diferenciada, Santos e Canali (2005) atribuem a água como elemento de grande importância nos processos do ecossistema.

Na visão de Froemming (2012), deve-se abordar a relação do ser humano com as diversas formas dos recursos hídricos. Seguindo a mesma lógica Gurgel et al. (2003) analisaram de uma forma crítica os diferentes elementos da bacia e determinaram que esta é usada como unidade de estudo devido todos os componentes (rios, riachos, nascente, lençóis freáticos) estarem ligados e dependentes entre si, de modo que problemas identificados em uma determinada área, costumeiramente tende a provocar efeitos em outras regiões.

A conservação das matas ciliares é de fundamental importância para manutenção dos recursos hídricos, sendo essencial para a conservação da qualidade dos rios. A preservação da vegetação que envolve os corpos hídricos reduz a velocidade de escorrimento da água na superfície do solo e às vezes chega a estagnar os processos de assoreamento e erosão dos rios, aumentando a retenção da água proveniente das precipitações pluviométricas, fornecendo água aos lençóis freáticos (VESTENA e THOMAZ, 2006).

A Política Nacional de Recursos Hídricos indica a Bacia Hidrográfica como unidade de gerenciamento de recursos hídricos. No Art. 1º, inciso V, da Lei Nº 9.433/97, "a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos" (MMA, 2008).

A utilização da bacia hidrográfica como área de estudo, limitando a amostra, na qual a maioria dos fenômenos estão interligados, é de aceitação mundial. Esta aceitação deve-se ao fácil reconhecimento e caracterização, sendo que não existe área na superfície da terra que não integre uma bacia hidrográfica (SANTOS, 2004).

Costa (2000) expõe que antes de determinar a bacia hidrográfica como área de estudo, deve-se primeiro conhecer seus aspectos físicos.

4.3. Ecologia da Paisagem

O cientista Alexandre Von Humboldt, precursor da geobotânica e geografia física moderna, foi o primeiro a utilizar a expressão “Paisagem” como termo científico, no século XIX, a qual definiu como “a totalidade das características de uma

região do planeta". Desta forma, o termo paisagem pode apresentar duas possíveis origens, com duas interpretações principais. O primeiro significado mostra um território que podem ser agrupados em coleções ou classes de terra, diferenciando-se de acordo com suas características. No segundo significado, refere-se ao resultado sobre a ação no território, através de processos dinâmicos (MARTINS et al., 2004).

A paisagem é uma superfície heterogênea, representada por um mosaico de biossistemas, composto por unidades diferentes que estão em interação. As unidades da paisagem compõem-se por uma matriz composta por um grupo de ecossistemas dominantes, contendo manchas ou fragmentos de outros ecossistemas, arranjados em padrões variáveis, conectados entre si ou isolados. As conexões entre fragmentos são denominadas corredores ecológicos, pois funcionam como meio de passagem para a biota que ocupa os fragmentos. A estrutura da paisagem é de suma importância para a conservação de populações biológicas, pois dela depende a dinâmica de populações (METZGER, 1999; TUNER, 1989, apud OLIVEIRA JUNIOR, 2007).

Segundo Odum (1983), podemos definir de forma simples a ecologia, como a ciência que estuda as interações dos organismos em seu ambiente. As interações realizam processos dinâmicos, variando no decorrer do tempo. Por sua vez o ambiente se conecta diretamente com o espaço. A disputa por recursos entre organismos depende da distância desses recursos e dos organismos, sendo que a distância implica em localização espacial. Quando se aprecia essas perspectivas fornecidas pelo autor, pode-se afirma que as variáveis analisadas na ecologia são espaço-temporais.

Segundo Naveh e Lieberman (1994), podemos definir a ecologia da paisagem sendo um método criado para reunir as diversas ciências que abordam a paisagem com maior percepção das características ambientais além da fronteira dos ecossistemas.

Segundo Risser (1987), citado por Turner (1987), a ecologia da paisagem é, na atualidade, uma ciência básica para o desenvolvimento, manejo, conservação e planejamento da paisagem. Ela possibilita que a paisagem seja estimada por diversos pontos de vista, possibilitando que seus processos ecológicos possam ser estudados em diferentes escalas temporais e espaciais, o que justifica as variadas definições que, na atualidade, têm-se de paisagem.

Dentre as caraterísticas principais na ecologia da paisagem, deve-se ter uma abordagem diferenciada na escala espaço temporal. Na perspectiva geográfica da ecologia da paisagem impera o estudo de amplas áreas, tanto espaciais

como temporais. Enquanto na abordagem ecológica, se enfatiza as unidades naturais, aplicando-se conceitos para preservação e manejo dos recursos naturais (METZGER, 2001).

Ao se utilizar da ecologia da paisagem como instrumento para investigação dos remanescentes de floresta nativa presente. Formam e Godron (1986) abordaram que a ecologia da paisagem está sendo utilizada no estudo da diversificação dos elementos de uma paisagem e dos processos ecológicos que afetam o ecossistema no decorrer do tempo.

Através da análise da ação do homem na ecologia da paisagem, os cientistas iniciaram incorporar as definições e métodos originais das ciências sociais. A definição de paisagem como elemento da memória, portanto, da cultura de diferentes populações, é fundamental ao entendimento da dimensão antrópica da paisagem (SCHAMA, 1996).

A definição de paisagem, como demonstrado acima, é bem interessante para utilização do Geoprocessamento, pois será por meio do mapeamento desses parâmetros e da análise de suas interações espaciais, obtidas nas formas de mapas cartográficos, este por sua vez são processados por um programa SIG que procura caracterizar a distintas paisagens e revelar os meios que resultaram (JESUÍNO, 2010).

4.4. Dinâmica da Paisagem

Conforme Carvalho Júnior et al. (2005), os estudos de análise temporal permitem o acompanhamento periódico da superfície da Terra como, por exemplo, o monitoramento da evolução dos desmatamentos, crescimento urbano, monitoramento do campo, entre outras aplicações. Com o uso de cenas obtidas de satélites, adquire-se a analise multitemporal que permite expor as mudanças desenvolvidas na área de estudo, apresentadas sob o formato de um mapa (BENEDETTI, 2010). O desenvolvimento destes mapas temporais da superfície da terra nos permite localizar as mudanças no meio e avaliar os rumos tomados pela sociedade, sobre o que diz respeito à exploração dos bens naturais na busca no desenvolvimento econômico.

Compreender o histórico da paisagem em uma determinada região é de fundamental importância, pois fornece amparo para as propostas de manejo

do mesmo. De acordo com Briassoulis (2000), o termo “mudança do uso da terra” tem a concepção nas alterações quantitativas no espaço, sendo o aumento ou redução de uma determinada classe de uso do solo em detrimento a outra. Para Junior e Almeida (2010), o emprego de técnica de sensoriamento remoto é de vital importância para o controle dos remanescentes florestais.

Segundo Carvalho Junior et al. (2005), o monitoramento do desmatamento, estimas de safras e expansão agrícola pode ser realizado através do acompanhamento periódico da paisagem por meio da análise temporal. Csornei et al. (1999), expõem a importância da análise temporal na classificação de culturas nas áreas agrícolas e estimativas de safra.

A utilização de cenas obtidas por satélites para o estudo da dinâmica da paisagem permite expor as transformações ocorridas na cobertura e uso da terra apresentado através de mapas, possibilitando localizar as áreas alteradas e discorrendo sobre os possíveis efeitos das ações antrópicas na paisagem (BENEDETTI, 2010).

Almeida e Gomes (2006), ao analisarem e quantificarem as dinâmicas na paisagem no período de 1986, 2001 e 2005 na Foz Rio São Francisco, constataram que a área afetada pela erosão no decorrer da pesquisa foi de 3,6 quilômetros. Em trabalho realizado por Menke et al. (2009), estes efetuaram uma análise multitemporal, propondo detectar as alterações da paisagem no município de Luis Eduardo Magalhaes (BA). Com o subsídio de cenas obtidas pelos sensores ALOS e LANDSAT foi possível observar que durante o período de análise de 20 anos, aproximadamente 40% da região foram convertidas em área destinada a agropecuária. Em pesquisa semelhante Alvares et al. (2011) utilizaram imagens LANDSAT 5 – TM, bandas 3, 4 e 5 com resolução espacial de 30 m e avaliaram a dinâmica da paisagem no submédio do São Francisco ao longo de 21 anos, verificando o crescimento de áreas degradadas no entorno do Rio São Francisco, com a duplicação da área para agricultura irrigada, agricultura de sequeiro e pastagem em detrimento da cobertura vegetal natural que perdeu aproximadamente 9,7 de extensão ao longo desses anos.

Junior e Almeida (2010) efetuaram uma classificação não supervisionada do município de Bonito, PA, e com uma análise das cenas do sensor satélite LANDSAT TM 5, nos anos de 1984, 1996 e 2008, foi realizada uma análise multitemporal da área e verificou-se uma fragilidade ambiental, pois a vegetação natural reduziu no decorrer dos anos dando lugar a pecuária.

De acordo com Escada (2003), o estudo da dinâmica da ocupação do solo é bastante empregado para localizar as alterações espaciais, dando embasamento para entender os processos de uso da terra e identificar as diferenças regionais. Hoje em dia os novos causadores de alterações na Amazônia são os projetos com fins econômicos, destacando a soja e pecuária (MARGULIS, 2003). Além do agronegócio podemos destacar a madeira e os minérios (CASTRO, 2005).

4.5. Sistemas de Informações Geográficas

Segundo Silva (2003), SIGs são ferramentas que necessitam utilizar o meio digital, associado com a informática, criando uma base de referências, minimizando os erros com a utilização de dados georreferenciados, devendo ser possível à análise destes dados com variáveis cumulativas (operações algébricas) ou não cumulativas (operações lógicas).

O objetivo principal da ferramenta SIG é produzir de forma ágil mapas, diminuindo os custos de planejamento e criando mapas específicos para várias necessidades, admitindo exibir gráficos com informações adquiridas e ajudando nas análises e utilização dos mapas, permitindo a automação da confecção (SILVA, 2003).

Segundo Rocha (2000), podemos dividir em dois conjuntos: informações gráficas, espaciais ou geográficos e informações não gráficas, alfanuméricos ou descritivos.

Os elementos gráficos podem ser expostos de maneira vetorial e matricial, sendo o vetorial constituído por linhas, pontos e polígonos georreferenciados. Os elementos raster são constituídos por uma matriz de célula compostas de valores que admitam o reconhecimento dos alvos na forma de imagens digitais, sendo que cada pixel desta imagem está relacionado com um número inteiro de zero a 255, os quais são responsáveis pelo colorido da imagem. A ilustração a seguir apresenta os formatos matriciais e vetoriais (Figura 2).

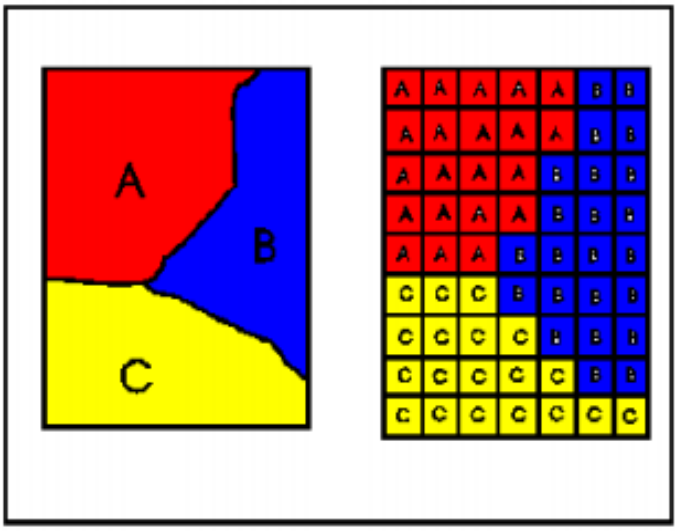

Figura 2. Representação Vetorial e Matricial de mapas. Fonte: INPE. Adaptador por Torres (2011).

Os elementos alfanuméricos estão subdivididos em características espaciais e características georreferenciadas. As características espaciais concedem dados sobre a descrição da paisagem e estão ligadas a identificadores comuns, guardando tanto nos arquivos alfanuméricos, como nos espaciais. As características de georreferenciamento não descrevem as peculiaridades da paisagem, porém fornecem a localização (ROCHA, 2000).

De acordo com Felgueiras e Guaraci (1988 apud TRENTIN, 2003), o SIG, por meio de Planos de informações (Pi), possibilita a integração em uma única base de dados, informações derivadas de diversas origens, tais como: Cartas topográficas com curva de nível e declividade, mapas temáticos, redes viárias e de drenagem e tipo de uso do solo, sistema de coordenadas e imagens de satélites

Segundo Primack e Rodrigues (2002), o SIG fornece meios para se adquirir uma análise quantitativa da paisagem. Para Forman (1995), vem ocorrendo uma expansão no uso de técnicas de sensoriamento remoto e de sistema de informação geográfica para análise da paisagem.

Para entendimento de Miranda (2005), os monitoramentos das alterações ambientais através de mapas bem como a compreensão das mudanças são necessárias ferramentas para que se possam adquirir e guardar os dados sobre a localização dos recursos naturais, utilizando as ferramentas do sistema de informação geográfica, SIG.

O mesmo autor afirma que o SIG auxilia na mensuração dos impactos ambientais e prevê cenários hipotéticos, porém ainda é difícil avaliar os distúrbios ambientais devido a ausência de dados acessíveis, pois existem algumas restrições na aquisição das informações, tais como a precisão, os ponto de amostragem não correspondentes a necessidade e outras (MIRANDA, 2005).

Diversos programas estatísticos vêm sendo criados para caracterização da paisagem, tanto quantitativamente como qualitativamente, tendo como base o uso de ferramentas SIGs para análise do ambiente. Esses programas fazem a divisão da área de estudo, fornecendo dados de extensão de área e de distribuição espacial dos fragmentos que compõem a área estudada (HESSBRURG et al., 2000).

Para Sousa et al. (2007), os SIG's podem ser utilizados como uma opção mais viável às técnicas usuais, tais como os mapas topográficos, levantamentos de campo e uso de restituidores na execução de mapeamento de APP's, pois a aplicação de metodologias para análise de relevo são empregadas pelas ferramentas do SIG, sendo que a substituição dessas técnicas tradicionais pelo SIG proporcionam uma redução no tempo e nos gastos com um aumento na qualidade do produto final.

Ao se utilizar das ferramentas SIGs para análise de várias informações ao mesmo tempo, temos um ganho de produtividade, pois se ganha em agilidade e resultados (Oliveira et al., 2007). Segundo Catelani e Batista (2007), ao mapearem as áreas de APPs com SIGs, concluíram que é uma ferramenta fundamental para análise e mapeamento de áreas de preservação permanente em nível municipal e regional. Segundo Lisboa Filho (2002), existem cinco principais aplicações de SIGs (Tabela 1).

Tabela 1: Principais aplicações de SIGs.

Utilização dos recursos naturais	Planejamento do extrativismo vegetal e mineral; identificação e caracterização de poços petrolíferos, gasodutos e oleodutos; distribuição de energia elétrica; localização de mananciais e monitoramento marítimo.
Ocupação humana	Redes de infraestrutura; gerenciamento e supervisão de limpeza urbana; cadastramento territorial urbano; mapeamento eleitoral; rede hospitalar; rede de ensino; controle epidemiológico; roteamento de

	veículos; sistemas de informações turísticas, controle de tráfego aéreo; sistema de cartografia náutica; serviços de atendimentos emergenciais.
Uso da terra	Planejamento agropecuário; estocagem e escoamento da produção agrícola; classificação de solos; gerenciamento de bacias hidrográficas; planejamento de barragens; cadastramento de propriedades rurais; levantamento topográfico e planimétrico; mapeamento do uso da terra.
Meio ambiente	Controle de queimadas; estudos de modificações climáticas; acompanhamento de emissão e ação de poluentes; gerenciamento florestal de desmatamento e reflorestamento.
Atividades econômicas	Planejamento de marketing; pesquisas sócio econômicas; distribuição de produtos e serviços; transporte de matéria prima.

O monitoramento das áreas de reserva legal e APPs têm sido muito difícil, principalmente devido o critério econômico, pois as delimitações com base topográficas necessitam de um quadro técnico especializado e de características específicas da área de estudo (NASCIMENTO, et al. 2005). Segundo Oliveira (2002), a criação de sofisticados algoritmos, incorporando às ferramentas dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem permitido a análise com maior agilidade e qualidade dos dados essenciais para a caracterização das variáveis morfométricas do terreno, sendo de fundamental importância estudo das alterações antrópicas em bacias hidrográficas (OLIVEIRA, 2002).

O SIG possibilita a avaliação integrada de vários elementos, sendo utilizado por diversos setores que estudam o planejamento ambiental, de forma a agilizar a geração de informações intermediárias e finais (DONHA et al., 2006).

4.6. Sensoriamento Remoto

O conceito de sensoriamento remoto foi incorporado pela primeira vez a partir de 1969. De acordo com Novo (1992), o conceito é associado à obtenção de dados, na qual o ser humano não é a peça fundamental do processo de obtenção e registro de dados. O autor ainda afirma que é necessário usar sensores

capacitados a receber a energia emitida pelos alvos e transformá-las em sinais passíveis de serem computados para expor de forma adequada.

Segundo Novo (2008), sensoriamento remoto é o conjunto de sensores, equipamentos para captação e análises de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o propósito de estudar fenômenos e processos que ocorrem na superfície do planeta Terra a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que a compõem em suas mais diversas manifestações.

Uma maneira mais fácil de entender o sensoriamento remoto é a proposta por Jensen (2009). Este afirma que o sensoriamento é arte de adquirir dados sobre um alvo sem estar próximo. O pesquisador expõe que esta ferramenta pode ser utilizada para qualificar e quantificar os efeitos do ser humano no planeta.

Ao analisar os conceitos de Sensoriamento Remoto, pode-se definir que os dados são adquiridos por sensores acoplados a aeronaves e satélites que dispõem de recursos para obter informações sobre os fenômenos da superfície da terra, com o uso de equipamentos para aquisição e processamento de dados, tendo em vista a análise espacial, físico e temporal, analisando as interações obtidas pelo sistema sensor entre radiação eletromagnética e os diferentes alvos (ROCHA, 2000).

A transformação de energia emitida pelos alvos em gráficos e imagens é feita pelos sensores (NOVO, 2008). Nesse sentido, “a interação da radiação eletromagnética com os alvos da superfície da Terra e com o próprio solo depende, sobretudo, das características de cada um dos alvos e do meio ambiente que os cerca” (MOREIRA, 2003), sendo que cada objeto reflete diferente quantidade de energia, cada alvo possui uma assinatura espectral única, por isso possibilita diferenciar as características de área.

Para melhor explanação podemos visualizar, de forma simplificada, a relação entre a radiação eletromagnética com os diversos alvos presentes na superfície terrestre e sua aquisição (Figura 3).

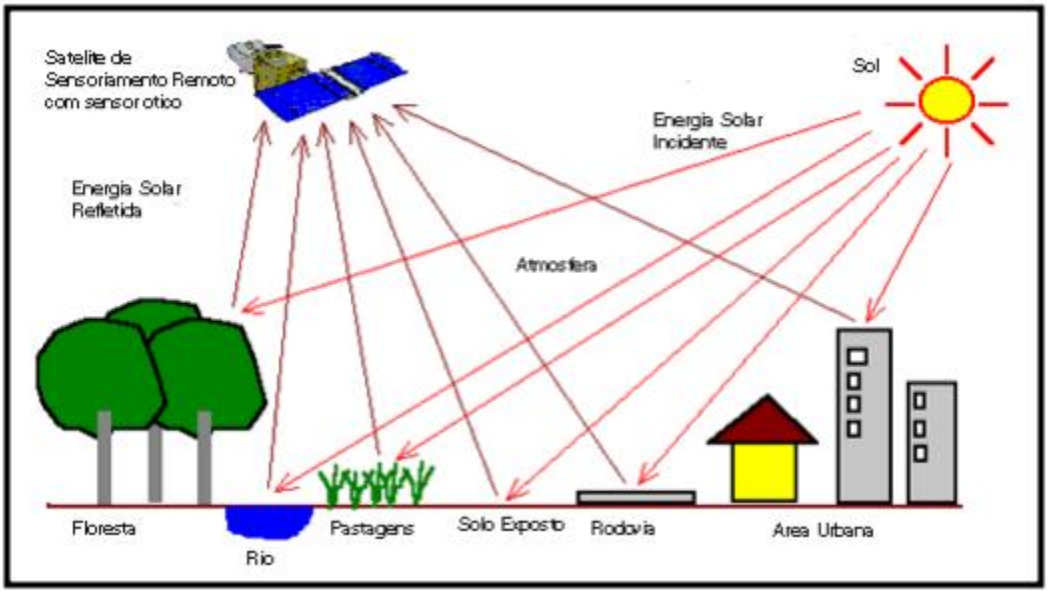

Figura 3. Esquema de emissão e captação da radiação eletromagnética. Fonte: Intersat (2003).

Segundo Meneses e Madeira Neto (2001), podemos afirmar que os sensores são extensão dos olhos humanos, possibilitam localizar alvos muito além da capacidade do homem, como os objetos da paisagem: vegetação, solos, corpos d'água, rochas. As identificações destes elementos podem ser feitas em imagens de bandas espectrais presentes no infravermelho refletido, no infravermelho termal e no domínio das micro-ondas.

Os sensores podem se diferenciar devido as suas ferramentas e modo de trabalho. Os sensores que trabalham com a radiação eletromagnética podem ser classificados em função da fonte de energia, ativos ou passivos, em função da faixa do espectro em que operam. Sensores ativos são aqueles que emitem sua própria fonte de REM (radiação eletromagnética), que irá atingir os alvos de interesse e depois retorna com as informações desejadas. Os radares são exemplos de sensores ativos, estes por sua vez utilizam da faixa espectral das micro-ondas. Os sensores passivos não possuem uma fonte própria de energia, recebem a radiação refletida ou transmitida pelo alvo (CROSTA e SOUZA FILHO, 1997).

A comunicação entre sensor e o objeto é feita através da energia eletromagnética refletida pelo alvo, sendo que a conversão da energia em dados se dá através da frequência, polarização e intensidade da energia liberada (Rocha, 2000). De acordo com Novo (2008), podemos destacar que de acordo com o sensor teremos diferentes características, como resolução espacial, espectral e radiométrica.

Pode-se afirmar que a resolução espacial é a menor porção ou área reconhecível por um sensor, sendo que um sensor com resolução espacial de trinta metros, só diferencia alvos maiores ou iguais a 30 metros ou 900 m² (30mx30m) (FLORENZANO, 2002).

A resolução espectral é determinada pela faixa de sensibilidade de cada sensor em distinguir níveis de intensidade de regresso. A largura das bandas é proporcional à faixa de percepção das alterações na reação da assinatura espectral do objeto analisado (NOVO, 2008).

Segundo Rocha (2000), a resolução radiométrica é a competência do sensor em diferenciar as alterações dos sinais ou números digitais em que o dado está armazenado. A sensibilidade para diferenciar alterações na radiação aumenta de acordo com o aumento da resolução radiométrica, sendo essas grandezas proporcionais.

Dentre as ferramentas utilizadas pelo sensoriamento remoto para estudo da paisagem destaca-se o satélite LANDSAT, apresentando uma órbita que cobre grande parte da terra, sendo que as três missões iniciais (LANDSAT 1, 2 e 3) possuíam integrados aos equipamentos subsistema de câmeras de televisão Return Beam Vidicom (RBV), dispondo de recursos que possibilitam análise de imagens em tempo real. Estes sensores possuíam, também, uma técnica de varredura MSS (Multiespectral Scanner), o qual trabalha em quatro canais, sendo dois no visível próximo e dois no infravermelho próximo, com a resolução espacial de 30 metros (NOVO, 2008).

A seguir foram introduzidos na atmosfera, o LANDSAT 4 e 5, estes além de apresentarem as característica dos sensores LANDSAT 1, 2 E 3, apresentam o sensor TM (Thematic Mapper), que por sua vez é um sensor óptico mecânico e arquiva informações em 7 canais multiespectrais diferentes, sendo: três bandas na região do visível; uma no infravermelho próximo; duas bandas no infra vermelho médio e uma no infravermelho termal, com resolução de 30 metros (ROCHA, 2000).

A última versão do satélite foi lançado em 1999 e ficou conhecida como LANDSAT 7. Este possui os sistemas ETM+ (Echanced Themacti Mapper) que opera em 7 bandas diferentes e o sistema PAN (banda pancromático). A resolução espacial do sensor PAN é de 15 e do sensor ETM é de 30 metros (ROCHA, 2000). As informações das faixas espectrais para cada banda do satélite LANDSAT,

bem como as suas potenciais aplicações, foram definidas por Rocha (2000) e estão expostas na Tabela 2.

Tabela 2 – Potenciais aplicações e intervalos espectrais das bandas do LANDSAT. Fonte: Rocha, 2000.

Banda	**Intervalo µm**	**Principais Características e Aplicações das Bandas do LANDSAT**
1	0,45 -0,52	Apresenta grande penetração em corpos d'água, com elevada transparência, permitindo estudos batimétricos. Sofre absorção pela clorofila e pigmentos fotossintéticos auxiliares (carotenóides). Apresenta sensibilidade à fumaça oriunda de queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.
2	0,52 - 0,60	Apresenta grande sensibilidade à presença de sedimentos em suspenção, possibilitando sua análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos de água.
3	0,63 - 0,69	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação (exemplo: solo-exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (exemplo: campo cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento de drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	0,76 - 0,9	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação

		verde, densa e uniforme reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com Pinus e Eucalipto. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrofilas aquáticas (exemplo: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.
5	0,55 -1,75	Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas, servindo para observar estresse na vegetação, causado por desequilíbrio hídrico. Esta banda sofre perturbações em caso de ocorrer excesso de chuva antes da obtenção da cena pelo satélite.
6	0,40 - 2,5	Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termais de rochas, solos, vegetação e água.
7	0,08 - 2,35	Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Esta banda serve para identificar minerais com íons hidroxilas. Potencialmente favorável à discriminação de produtos de alteração hidroterminal.

A criação de mapas a partir de imagens dos sensores LANDSAT é influenciada pelas feições da área de estudo, pelas estações e variações regionais. A junção das bandas 3, 4 e 5 (RGB) é a combinação ideal para visualização discriminada da água, solo e vegetação (ROCHA, 2000).

Tedesco et al. (2000), com a utilização de imagens LANDSAT, analisaram as alterações ambientais provocadas pelo homem em uma área próxima da APA de Guaraqueçaba, no município de Matinhos.

Segundo Tonele et al. (2009), as tecnologias contemporâneas permitem a análise da dinâmica da paisagem em diferentes fases, dando embasamentos para tomadas de decisões. De acordo com Rosa (2003), os sensores atuais possibilitam a obtenção de informação de forma global, confiável, ágil e repetitiva, sendo estas informações de fundamental importância para análise, mapeamento e utilização da ocupação do solo de uma dada região.

Segundo Alves et al. (2007), a utilização de técnicas de sensoriamento remoto na análise microbacias teve bons resultados nas definições de diversos parâmetros para caracterização do uso e cobertura do solo, bem como a junção de informações georreferenciadas dentro de um banco de dados demostrou ser uma ferramenta importante para o gerenciamento de bacias hidrográficas.

Ao estudarmos a dinâmica da paisagem em uma bacia hidrográfica, é fundamental a obtenção de informações de uso e ocupação do solo com técnica de sensoriamento remoto, pois fornece imagens ricas em detalhes, permitindo a criação de um histórico de uso do solo, possibilita também, a descrição e quantificação dos ambientes aquáticos e do uso do solo nas áreas próximas aos corpos d’água, sendo uma importante ferramenta no planejamento dos recursos naturais (JUNIOR et al., 2009).

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

5.1. Localização e Extensão Geográfica

O estudo foi realizado na bacia hidrográfica do Rio Mojuí (Figura 4). Esta por sua vez possui uma área de aproximadamente 1455,9372 km², estando localizado no oeste do estado do Pará, na região norte do Brasil, nos municípios de Santarém e Belterra, na mesorregião do Baixo Amazonas, entre as coordenadas 2°30’12’’S e 3°4’10’’S de latitude e 54°25’46’’W e 54°56’6’’W longitude. A bacia é de fundamental importância para a região, pois sofre influência direta pela Br-163, principal canal de escoamento de produtos da região, e pela Pa-433 (Santarém-Jabuti), que liga Santarém a Vila do Mojuí, área com grande concentração de plantações.

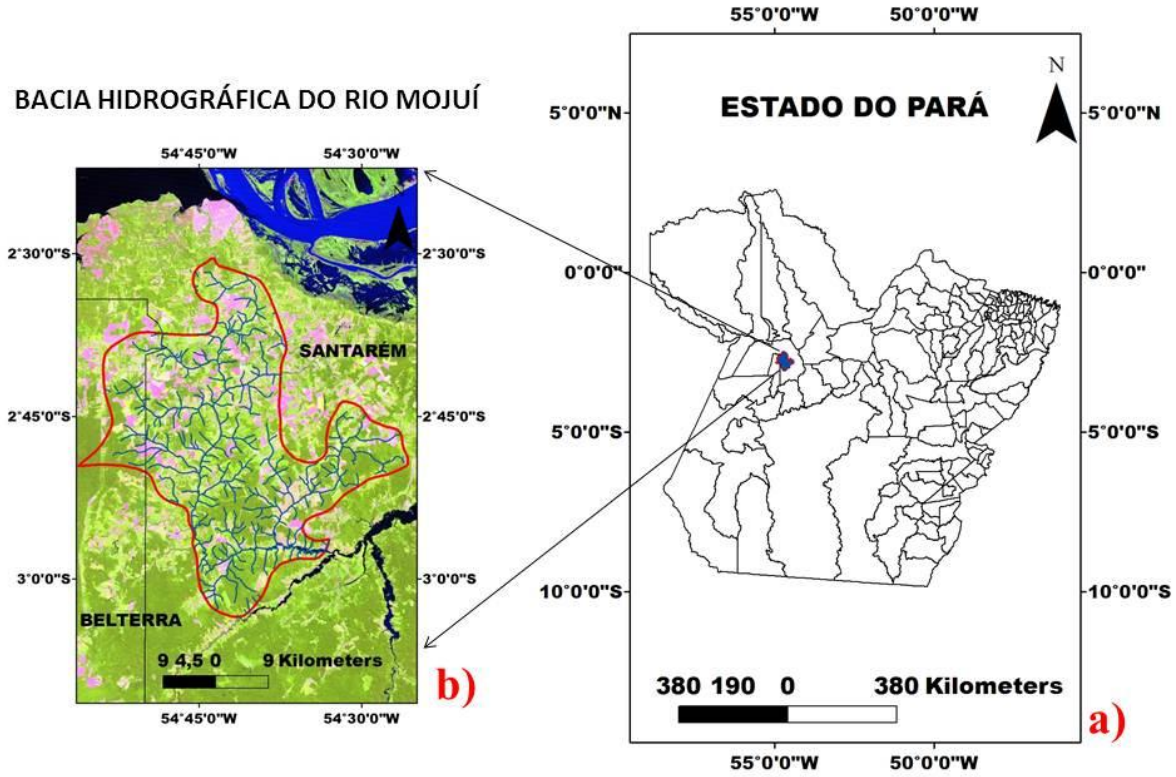

Figura 4. Localização da bacia hidrográfica do Mojuí; a)Estado do Pará; b) Municípios de Santarém e Belterra e limites da bacia hidrográfica do rio Mojuí.

A bacia do rio Mojuí é formada de uma malha hídrica existente na chamada "Região do Planalto", composta por inúmeros igarapés e rios de pequeno porte. Estes pequenos corpos hídricos, na maioria das vezes, permanecem escondidos sob a copa das árvores. A bacia alimenta o rio Mojuí que é tributário da bacia do rio Moju, o mesmo tributa na bacia do rio Curuá-Una, sendo assim responsáveis pelo abastecimento da Hidrelétrica do Curuá-Una (MOJUÍ DOS CAMPOS, 2011).

5.2. Santarém

O município de Santarém está localizado no estado do Pará, mais precisamente entre as coordenadas 2° 24’ 52’’ e de latitude sul e 54° 42’ 36’’ e de longitude oeste, na região do oeste paraense, ocupando uma área de 22 887,080 km², sendo que 77 km² estão em perímetro urbano. Foi fundada em 22 de julho de 1661,

sendo então a segunda cidade mais antiga do norte do país (atrás apenas de Belém). Em 1758 foi elevada a categoria de vila, quase um século depois, em consequência de seu notável desenvolvimento, foi elevada a categoria de cidade em 1948.

É o segundo município mais importante do Pará e o principal centro socioeconômico do oeste do estado. Pertence à mesorregião do Baixo Amazonas e à microrregião de Santarém. Situa-se na confluência do rios Amazonas e Tapajós. Está localizado à meia distância entre as principais capitais da Amazônia (Belém e Manaus). É conhecida poeticamente como "*Pérola do Tapajós*".

Este município sofre influência da rodovia Santarém/Cuiabá (Br-163), que liga Santarém ao sul do Brasil, cruzando a rodovia Transamazônica e a Santarém/ Curuá-una (PA-153). Corresponde aos ecossistemas que sofreram ação antrópica, pelo uso em agricultura itinerante no sistema derruba e queima para implantação de pastagens (SILVA et al., 2000).

5.3. Belterra

É um município brasileiro do estado do Pará, na porção oeste deste estado. Localiza-se a uma latitude 02º 38' 11" latitude sul e a uma longitude 54º 56' 14” oeste, estando a uma altitude de 152 metros. Sua população estimada em 2004 era de 16 790 habitantes. Possui uma área de 2640,699 km². (BELTERRA, 2011).

Tem sua origem intimamente ligada ao período do comercio de borracha na Amazônia, quando o milionário Henry Ford tentou implantar um cultivo racional de seringueiras na Amazônia, transformando-a na maior produtora de borracha natural do mundo.

5.4. Clima

O clima dominante na região é quente e úmido, característico das Florestas Tropicais. Não está sujeito a mudanças significativas de temperatura, devido sua proximidade da linha do equador. (PRIMAZ/CPRM,1999).

As temperaturas médias e máximas variam entre 26°C e 31 °C. As mínimas variam 21°C e 23°C. A precipitação pluviométrica média na região gira em torno de 2000 mm, ocorrendo distribuição irregular durante os meses, apresentando a

ocorrência de dois períodos nítidos de chuva, um mais chuvoso abrangendo o período de dezembro a junho, concentrando em mais de 70 % a precipitação anual (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2001).

5.5. Geologia

A geologia da área está representada por litologias dos períodos geológicos: Cretáceo-Terciário e Quaternário (BRASIL, 1976; SHOBBENHAUS, et al. 1984).

Esta formação apresenta-se constituída por intercalações de arenito argilito, com conglomerados subordinados (OLIVEIRA e LEONARDO, 1943; BRASIL, 1976). Podemos afirmar, também, que o período cretáceo /terciário está representado pelas litogias da formação de Alter do Chão, constituída por arenitos finos e médios, síltitos e argilitos cailínicos, vermelhos, amarelos e brancos, mal consolidados; horizonte de ocasional; inclui o arenito Manaus. Esta formação ocupa a maior parte da área e nela são encontrados Latossolos e os Argissolos (OLIVEIRA JUNIOR et al. 2001).

O Período Quaternário está representado pelos Aluviões recentes e Aluviões antigos. Os Aluviões recentes são formados por areias, siltes, argilas e cascalhos, quase sempre inconsolidados, que ocupam as várzeas e restingas do rio Amazonas, indo de Santarém ao Rio Curuá-Una, penetrando no mesmo até a estação Experimental de Curuá-Una (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2001).

Os Aluviões antigos são formados pelos conglomerados, arenitos ferruginosos, concreções lateríticas, siltes e argilas, que foram os terraços antigos. São encontrados entre Aveiro e o Rio Cupari, que limita a área ao sul, estendendo-se até à altura de Fordlândia, tanto pela margem direita como pela esquerda do Rio Tapajós, onde são encontrados os Neossolos Quartzarênicos e alguns Argissolos com textura arenosa/média (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2001).

5.6 Relevo

Na região, é possível constatar a presença de várias formas de relevo, com seus respectivos graus de dissecação, solos e cobertura vegetal (BRASIL,

1976; EMBRAPA, 1983). Dentre elas, podem ser reconhecidas a Planície Aluvial, o Planalto Rebaixado da Amazônia e o Planalto Residual Tapajós-Xingu.

A Planície Aluvial é constituída por extensas áreas de acumulação de sedimentos quaternários nas margens do rio Amazonas, que se caracteriza por apresentar área alagadas e inundáveis, apresentando formação de inúmero lagos, furos, paranás e depósitos lineares. Esta unidade é representada pelas várzeas e restingas do Rio Amazonas e o solo nela encontrados são os Neossolos e Gleissolos, de origem sedimentar, e ocorrem em áreas de relevo plano de várzea. São aproveitados na época de estiagem, principalmente, os extensos campos naturais chamados campos de várzeas, excelentes para criação de gado e para culturas anuais de pequeno ciclo.

Outra formação abrangendo grande parte da área é o Planalto rebaixado da Amazônia (BRASIL, 1976). Esta formação é separada pelo rio Tapajós, apresentando uma grande superfície tabular de relevo plano denominado “planalto de Belterra”, de bordos erosivos, onde são encontrados os Latossolos de textura muito argilosa, desenvolvidos de material da formação de Alter do Chão, os quais possuem uma cobertura de floresta equatorial subperenifólia.

Estas formações tabulares erosivas terminam em alguns trechos com fraca declividade, dando origem às áreas de relevo suave ondulado com pouca dissecação, onde ocorrem os latossolos amarelos, com diferentes graus texturas desenvolvidos de material proveniente de rochas da formação de Alter do Chão, sob floresta equatorial subperenifólia com palmeiras e com grande quantidade de seringueiras,

Os planaltos residuais Tapajós-Xingu, são formados por áreas com relevos dissecados em interflúvios tabulares, com drenagem densa e em menores proporções, áreas em colinas e ravinas localizadas em faixas alongadas entre Belterra e o rio Curuá-Una, com relevo suave ondulado a ondulado.

O processo de pediplanação que sofreu a superfície tabular erosiva originou o pediplano do período pliopliocênico, onde são encontradas áreas de relevo forte ondulado em diferentes níveis de dissecamentos. Nesta são encontrados argissolos vermelhos-amarelos e latossolos amarelos, com textura variando de média a muito argilosa. Os neossolos quartzarênicos são frequentes nas áreas de terraço e tem vegetação de floresta equatorial subperenifólia.

5.7. Vegetação

O norte é a região onde se situam as maiores formações florestais do continente. Dominada pela Floresta Equatorial Subperenifólia de Terra Firme em áreas de clima quente, com pluviosidade elevada, evidencia o aparecimento dessa floresta densa bastante estratificada, possuindo espécies bem variadas, onde o vale amazônico é o principal local dessas formações (BRASIL, 1976).

A floresta equatorial subperenifolia dominante da região é representada, principalmente, por espécies sempre verdes com folhagens um pouco reduzidas no período de estiagem. Encontram-se árvores que vão até 50 m de altura ou mais, com um sub-bosque rico em palmáceas.

As espécies mais comuns encontradas são: acariquara (*Minguarita guianensis*), açacu (*Hura creptans*), andiroba (*Carapa guianensis*), angelim-pedra (*Dinizia excelsa Duque*), babaçu (*Orbignia martiana*), bacaba (*Oenocarpus bacaba*), breu (*Protium spp*), buriti (*Mauritia flexuosa*), carapanaúba (*Aspidosperma carapanaúba*), casca-preciosa (*Aniba canelilla*), castanha-sapucaia (*Lecythis paraensis*), castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), copaíba (*Copaifera ducke*), cumaru (*Coumarouma odorata*), envira (*Xilopia spp*), faveira (*Vatairea paraensis*), freijó (*Cordia goeldiana*), inajá (*Maximiliana regia*), ipê (*Macrolopium campestre*), itaúba (*Mezilaurus itaúba*), e outras de menor expressão econômica (BRASIL, 1976; EMBRAPA, 1983).

Na área de mata, as espécies florestais de maior valor econômico estão deixando de existir em consequência de constantes derrubadas, encontrando-se nas áreas de vegetação secundária o aparecimento de grande quantidade de babaçu (SILVA, et al., 2000) .

A classificação de floresta equatorial subperenifolia, adotada pela Embrapa (1988), tem como objetivo principal, facultar variações de condições de umidade de solos e a identificação das disponibilidades de deficiência de água dos mesmos, para uso agrícola. (Silva et al., 2000).

5.8. Hidrografia

A bacia do Mojuí está situada na porção central da região, circundada pelas bacias do Tapajós, Amazonas, Curuá-Una e Moju (MOJUÍ DOS

CAMPOS, 2011). A bacia sofre influência de forma indireta de dois maiores rios da região, o rio Tapajós e o rio Amazonas, importantes vias de escoamento de produtos e transporte de pessoas na região, sendo utilizados até por grandes navios mercantes para abastecimento da Amazônia e para transportar produtos da Amazônia e do restante do Brasil com o mundo, através de importante entre postos marítimos na região. A bacia, também, sofre influência de forma direta dos rios Moju e Curuá-Una, não por sua navegabilidade, em virtude de ser um rio bastante encachoeirado, mas por seu poder energético, pois, é nele que se encontra a hidrelétrica de Curuá-Una, com um potencial de energia capaz de abastecer em parte os municípios da região.

6. MATERIAS E MÉTODOS

6.1. MATERIAL

6.1.1. Sistematização dos Dados Geográficos

A condução dos tratamentos e análise do banco de dados, associados com as informações georreferenciadas da área de estudo foram realizadas nos programas Envi 4.5 (ENVI, 2012) e ArcGis 9.3 (ESRI, 2012). Visando o levantamento multitemporal da cobertura vegetal e uso da terra, foram selecionadas imagens digitais TM/ LANDSAT, órbita/ pontos 227/62, bandas TM 3, 4 e 5, referentes aos anos de 1999, 2005 e 2010.

A drenagem e a malha viária da área de estudo foram obtidas a partir da base cartográfica e planialtimétrica compilada a partir do uso de dados digitais disponibilizados pelo IBGE.

Tabela 3. Lista de Imagens utilizadas na pesquisa.

DATA	SATÉLITE	ORBITA PONTO	RESOLUÇÃO
2/08/1999	LANDSAT 5	227/62	30 m
1/07/2005	LANDSAT 5	227/62	30 m
9/06/2010	LANDSAT 5	227/62	30 m

A seleção das imagens foi determinada considerando-se os períodos climáticos próximos, com as mesmas circunstâncias de iluminação e cobertura de nuvens, não ultrapassando a 5 % da área da bacia.

6.1.2. Softwares Utilizados

A navegação e amarração dos pontos de controle no campo foram realizadas com o auxilio do programa GPS Trackmaker Free v.13,0. Para a análise, georreferenciamento, classificação das imagens e demais etapas envolvendo o processamento das análises de satélites foi utilizado o programa Environment For Visualizing Images- Envi 4.5 (ENVI, 2012). A criação e a edição dos mapas utilizou-se o ArcGis 9.3.

6.1.3. Instrumentos de Campo

A visita de campo foi realizada com o auxílio de um GPS de navegação do tipo Garmin 76c, acoplado ao Notebook da marca hp br-214, Windows seven e o Software TRACKMAKER FREE v.13,0 que proporcionou a navegação em tempo real sobre a carta imagem digital. No registro das imagens e das informações coletadas em campo, utilizou-se uma câmera fotográfica Samsung-ES90 com resolução 14.0 megapixels.

As viagens foram realizadas com o apoio de um automóvel Fiat, modelo Estrada Working, acompanhado de um morador da região para agilizar na caracterização da bacia.

6.2. MÉTODOS

6.2.1. Procedimentos Metodológicos

O procedimento empregado na pesquisa está exposto na forma do fluxograma abaixo (Figura 5), sendo detalhada a seguir.

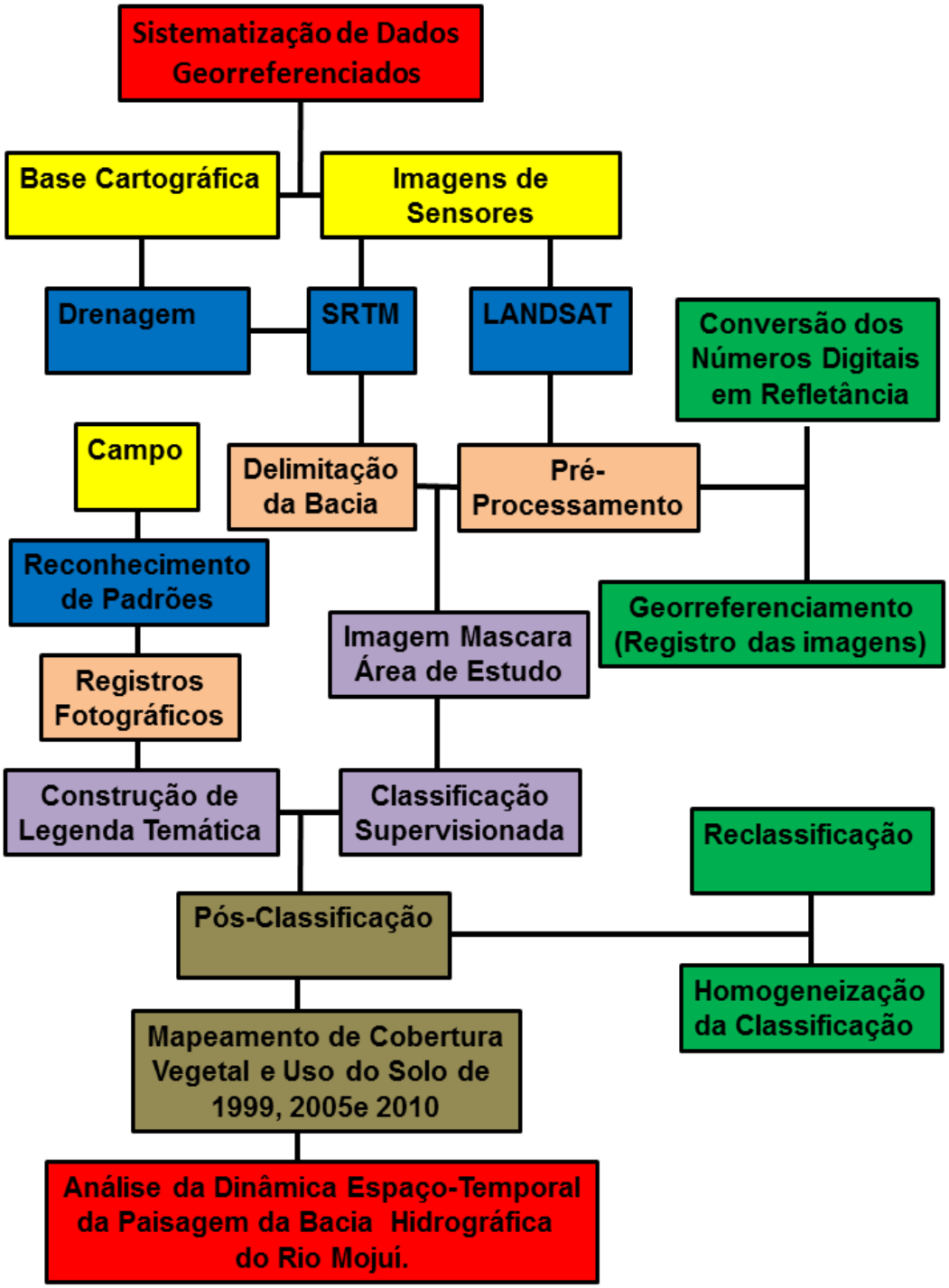

Figura 5. Fluxograma das etapas do trabalho

6.2.2.1. Delimitação da Bacia Hidrográfica

A demarcação da área de estudo foi apoiada em informações georreferenciadas do relevo da região em questão, derivados de produtos Shuttle Radar Topography Mission- SRTM. Para isso, aplicou-se a extensão HIDROLOGY do programa ArcView 3.1. Os limites da bacia foram estabelecidos pelos divisores topográficos que formam a área que drena para um ponto específico.

6.2.2.2. Pré-processamento

6.2.2.2.1. Registro das Imagens

Devido à abordagem multitemporal deste trabalho, o processo de registro de imagens torna-se imprescindível, pois proporciona uma uniformidade cartográfica às diferentes imagens utilizadas.

Neste presente trabalho foram utilizados aproximadamente 20 pontos de controle (Figura 6) bem distribuídos em cada cena a ser registrada. A Imagem utilizada com base para o registro foi a LANDSAT 5 de 29 de junho de 2010, fornecido pela Sema/PA (Secretária de Estado do Meio Ambiente do Pará).

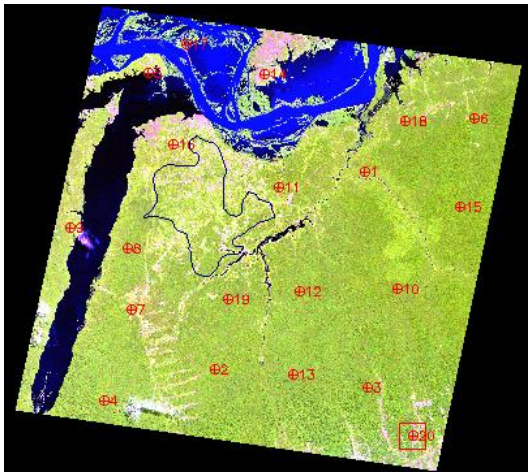

Figura 6. Demonstra a distribuição dos pontos de controle no processo de georreferenciamento das imagens.

Para se analisar a viabilidade do georreferenciamento, foi estabelecido que o erro medido em pixel da cena ficasse abaixo de 0,5 pixels.

6.2.2.2.2. Pré-processamento das Imagens

A partir disso as cenas georreferenciadas, procurando uma maior uniformização dos padroes de uso da terra. As imagens sofreram o procedimento de normalização radiométrica, o qual consiste na transformação dos números digitais das imagens brutas em valores de radiância, e a sua posterior conversão para refletância aparente.

Segundo Jensen (1986), para que duas imagens sejam perfeitamente coincidentes no espaço é necessário que as mesmas sofram um tipo de transformação espacial. Tal transformação, denominada de registro de imagens, refere-se ao processo de alinhamento geométrico de duas ou mais imagens, ou seja, o ajuste do sistema de coordenadas de uma imagem ao sistema equivalente de outra, cobrindo a mesma área. O registro de imagens se fez necessário, pois se deseja realizar uma análise comparativa de imagens multitemporais.

6.3. Processamento das Imagens

De posse do conjunto de imagens já retificadas, as mesmas foram submetidas ao processo de classificação pelo algoritmo de Máxima-verossimilhança (Maxrver) que, por ser ligado ao método supervisionado, necessita de um conhecimento prévio das feições ocorrentes na área de estudo. Tal análise teve apoio do trabalho de campo, permitindo assim, correlacionar as feições espectrais presentes nas imagens com padrões de cobertura vegetal e uso da terra observada no campo.

Para se analisar erro na classificação utilizou-se a técnica de análise multivariada, denominada de estatística Kappa (K). Este procedimento consiste em avaliar a concordância entre a verdade terrestre e os resultados obtidos pela classificação digital. Nesta pesquisa buscou-se sempre um valor acima de 0,9 para o Kappa, valor considerado excelente de acordo com a Tabela 4, adaptada por Sales (2005).

Tabela 4. Qualidade da Classificação Associada aos valores da estatística Kappa. Fonte: Sales (2005).

DATA	SATÉLITE	ORBITA PONTO	RESOLUÇÃO
02/08/1999	LANDSAT 5	227/62	30 m
01/07/2005	LANDSAT 5	227/62	30 m
29/06/2010	LANDSAT 5	227/62	30 m

Após este procedimento, realizou-se uma reclassificação visual, em que se identificaram os alvos classificados erroneamente. Estes foram reclassificados associando-os à classe correta. Visando reduzir a quantidade de pontos isolados observados nas imagens classificadas e, consequentemente, promover uma maior uniformidade nas classes definidas, aplicou-se um filtro de mediana, através de uma máscara de convolução de dimensão 3 x 3, facilitando a visualização sem prejuízos as informações.

6.5 Análise Espaço-Temporal

Para se quantificar as áreas das classes de vegetação e uso da terra, para cada um dos anos envolvidos no estudo, foi utilizada a função ‘Medida de Classes’. Esta função, por sua vez, fornece à área das classes em porcentagem e quilômetros quadrados.

A análise da dinâmica do uso da terra, nos períodos considerados, foi conduzida por meio de tabulação cruzada entre imagens temáticas das diferentes datas. A partir da inspeção de matrizes de mudanças, foi verificado o correspondente porcentual em área de uma classe que foi convertida em outra, durante os períodos de tempo analisados. Assim, tomando-se os valores da diagonal principal de cada matriz, correspondentes às diferentes classes de uso e cobertura. Com isso foi obtido um percentual de área que permaneceu inalterado entre os anos considerados.

6.6 Elaboração de Mapas Temáticos

Os mapas de desmatamento de uso e cobertura da Terra foram elaborados a partir das classificações das imagens dos anos de 1999, 2005 e 2010. Para os mapas de cobertura vegetal e uso da terra foram geradas legendas temáticas baseadas nos dados do IBGE e nas características da região.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1. Determinação da Legenda Temática na Bacia do Rio Mojuí

Baseando- se nos dados obtidos no levantamento de campos e com o suporte da fotointerpretação das cenas dos sensores nos anos estabelecidos pela pesquisa, foi definida uma legenda temática para classificação da vegetação e uso do solo na bacia hidrográfica de Mojuí, sendo identificadas sete formas de cobertura vegetal e uso do solo na área de abrangência da bacia do rio Mojuí. Foram estabelecidas as seguintes classes de cobertura do solo: Floresta Ombrófila Densa, Sucessão Secundária, Floresta Ombrófila Densa Aluvial, Pastagem, Pastagem Degradada, Agricultura e Corpos D'água. Não foram consideradas as classes nuvens e/ou sombras, pois não ocorreram dentro dos limites da bacia. A descrição das classes foi fundamentada na classificação da vegetação proposta pelo IBGE (2012) e pelo levantamento de campo. A seguir tem-se a tipologia e a descrição das respectivas classes:

Figura 7. Floresta Ombrófila Densa (FOD)

São características de regiões muito quentes (média de 25°C) e muito úmidas, com altas precipitações. Esta categoria é caracterizada por uma rica biodiversidade, com árvores que chegam a atingir 40m de altura e uma densa copa que chega a reduzir a incidência de luz dentro da floresta.

Figura 8. Sucessão Secundária (FS).

Conhecida também como capoeiras, está dentro desta categoria áreas que, depois de terem sofrido uma supressão total ou parcial da sua vegetação original, estão em processo de regeneração do tipo arbóreo-arbustiva (INPE, 2009). Também são reconhecidas como aquelas vegetações que apresentam um estágio de desenvolvimento correspondendo à terceira e quarta fases do sistema secundário do IBGE (2012).

Figura 9. Floresta Ombrófila Densa Aluvia (MC).

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial, também conhecida como Mata Ciliar, Floresta de Várzea, é um tipo de vegetação que está estabelecida em ambientes situados nas margens de alguns cursos de água, periferia de brejos, bem como em baixadas úmidas, podendo estar em área temporariamente ou permanente alagadas (IBGE, 2012).

Figura 10. Pastagem (PST).

Nesta classe “pastagens”, foram consideradas tanto as pastagens cultivadas como as naturais, estando esta em bom estado de conservação. Sendo que foi associado pastagem a grandes extensões de áreas dominadas por espécies forrageiras.

Figura 11. Pastagem Degradada (PSD).

Foi associada a esta categoria toda área de cultivo de forrageiras para pastejo, em que existe o predomínio de espécies invasoras (arbustos e palmeiras), porém ainda comportam o pastejo. Também são reconhecidas como aquelas vegetações que apresentam um estágio de desenvolvimento correspondendo à primeira e segunda fases do sistema secundário do IBGE (2012).

Figura 12. Agricultura (AGRI).

Nesta classe estão englobadas tanto áreas produtivas com monoculturas e agrossistemas, como áreas limpas, preparadas para os cultivos, pois de acordo com o período do ano das imagens, a área se encontra em pousio, com isso podendo ser confundida com solo exposto.

Figura 13. Corpos D'água (AGU).

Foram diagnosticados nesta classe, todos os corpos d'água presentes na classificação (Rios, lagos, represas, igarapés, etc.) dentro da área de abrangência da bacia do rio Mojuí.

7.2. Distinção e Quantificação das Categorias Encontradas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Mojuí.

Ao analisarmos os dados da pesquisa foi possível determinar as modificações ocorridas ao longo dos anos, expondo os dados da pesquisa na Tabela 5, apresentando as informações referentes à dimensão de cada categoria de uso do solo e cobertura vegetal extraída pelas imagens temáticas da pesquisa (Figuras 15, 16, 17).

Tabela 5. Quantificação do uso e cobertura da Terra, em Quilômetros e em porcentagem, de 1999, 2005 e 2010.

CLASSES	ÁREA 1999		ÁREA 2005		ÁREA 2010	
	Km	**%**	**Km**	**%**	**Km**	**%**
FOD	565,00	38,81	382,07	26,24	337,87	23,21
MC	59,52	4,09	79,66	5,47	64,92	4,46
FS	317,90	21,83	236,56	16,25	275,42	18,92
PST	134,66	9,25	114,22	7,84	117,49	8,07
PSD	267,66	18,38	178,74	12,28	96,54	6,63
AGRI	108,22	7,43	461,63	31,71	560,70	38,51
AGU	2,97	0,20	3,06	0,21	2,98	0,20
TOTAL		**100%**		**100%**		**100%**

FOD = Floresta Ombrófila Densa, FS= Sucessão Secundária, MC= Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Mata Ciliar), PST= Pastagem, PSD= Pastagem Degradada, AGRI= Agricultura, AGU = Corpos D'água (Água).

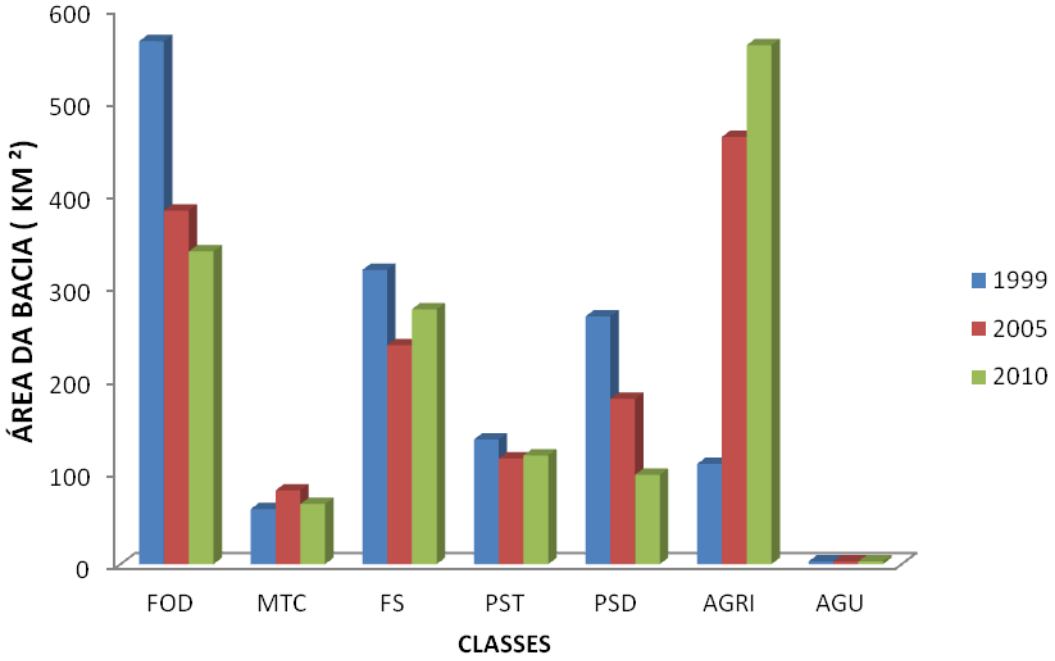

Figura 14. Quantificação do uso e cobertura da Terra, anos 1999, 2005 e 2010.

Ao analisarmos a tabela e o gráfico anterior, verifica-se que a bacia hidrográfica do rio Mojuí está num cenário de instabilidade, com constantes mudanças envolvendo as coberturas vegetais e o uso da terra, onde em 1999 predominavam as coberturas vegetais como Floresta Ombrófila Densa, Sucessão Secundária (Capoeiras). Porém, constataram-se que grandes porções destas foram substituídas por áreas com caráter produtivas, principalmente pastagens e agricultura. O governo federal é um dos principais estimuladores das transformações ocorridas na Amazônia, pois incentivou a ocupação desta região via agricultura e pecuária (FURTADO, 2002).

Com base na análise dos dados, verificou-se que em 1999 a Floresta Ombrófila Densa era a maior categoria presente nesta bacia, porém foi verificada que esta foi a que teve a maior perda em área, sendo que em 1999 esta classe correspondia a 565 km², algo em torno de 38,80% da bacia. A partir de 2005 foi verificada uma grande redução desta classe, onde esta foi reduzida para apenas 26,24% da bacia (382,07 km^2) em 2005. No ano de 2010 verificou-se uma pequena redução comparada ao período anterior analisado. Esta categoria agora passou a representar apenas 23,20% da bacia. Quando se analisar a redução ocorrida durante o período todo da pesquisa, nota-se que a redução se aproxima dos 40,19% FOD. Essa redução na área de Floresta Densa em parte é provocada de forma indireta pela agricultura, pois segundo Puty (2007), a chegada da agricultura mecanizada no Planalto Santareno gerou um forte processo de valorização fundiária, gerando forte pressão para que os agricultores familiares vendessem suas propriedades, com isso iniciar-se uma a fronteira agrícola em áreas de floresta primária ao sudeste e ao leste da sede do município, provocando a fuga para áreas de terras devolutas ou para regiões mais afastadas do próprio planalto.

Nas áreas ocupadas pela classe de Floresta Ombrófila Densa Aluvial, observou-se uma pequena oscilação durante o período analisado. Em 1999 identificou-se que 4,08% da bacia pertenciam a esta classe, já em 2005 esta área passou para 5,47% e no ano de 2010 a área reduziu para 4,45%. Essa baixa variabilidade desta classe se deve, principalmente, as Florestas Ombrófilas Densas Aluviais serem conhecidas como área de preservação permanente (APP), sendo estas protegidas pelo código florestal Brasileiro. Através das Figuras 15, 16 e 17 é possível perceber que essa formação está em grande parte restrita ao longo dos cursos d'água, caracterizando áreas de APPs. As Florestas Ombrófilas Densas Aluviais são de fundamental importância para preservação do meio ambiente, pois funcionam como berçário para várias espécies,

assim como, age como filtro, evitando o arrasto das partículas que provocariam o assoreamento dos corpos d'água. De acordo com Dill (2007), este tipo de vegetação são os reguladores do fluxo de água, superficiais e subterrâneas, e dos sedimentos, entre as áreas mais altas da bacia, por isso é essencial a sua preservação.

A classe Sucessão Secundária, também conhecida como capoeira, em 1999 representava 21,83% da bacia, isso se deve pelo sistema produtivo de derruba e queima, prática dominante na região. O produtor explorava área continuamente e após o quase esgotamento do solo ele abandonava essa área para que esta recuperasse parte da sua fertilidade natural com o crescimento da capoeira. Com a chegada de produtores que priorizam a utilização insumos e maquinários em detrimento ao sistema tradicional de corte no final da década de 90, houve grandes mudanças. A categoria Sucessão Secundária sofreu uma perda considerável, sendo que em 2005 perdeu 81,35 km², com isso foi reduzida para 16,24% da área de estudo. Na avaliação do período de 2005 a 2010, percebeu-se que a Sucessão Secundária voltou a crescer na região, representando 18,91%.

Porém, com os altos preços das commodities, verifica-se que existe uma tendência desta categoria voltar a diminuir, pois verificou-se o inicio de uma nova procura de áreas produtivas na região, principalmente para cultivo de milho e soja. De acordo com as projeções do agronegócio do Brasil, a área de milho está projetada para crescer 1,7% ao ano nos próximos 10 anos, a área plantada deverá aumentar 0,4%, algo próximo de 700 mil ha. Por sua vez, nas projeções da cultura da soja verifica-se uma expansão de área plantada, revelando que a área deve passar para 29,0 milhões de hectares em 2021/2022, representando um acréscimo de 4,7 milhões de hectares em relação à área prevista em 2011/2012, sendo que a expansão da produção de soja no país se dará pela combinação de expansão de área e de produtividade (MAPA, 2011).

As Pastagens Cultivadas foram divididas em duas classes, Pastagem e Pastagem degradada, sendo que a classe Pastagem refere-se ao pasto limpo, bem conduzido, com pouca ou nenhuma incidência de plantas daninhas. A Pastagem Degradada é caracteriza por área com grande incidência de invasoras, em consequência menor população das espécies forrageiras na quadra.

Quando se analisam estas duas classes como uma única categoria "Pastagens Cultivadas", verifica-se que em 1999 esta categoria era bem abrangente, representando a segunda maior classe, estando presente em 27, 62% da bacia. Porém, no decorrer dos períodos analisados, as Pastagens Cultivadas reduziram a

sua expressão para 20,11% em 2005 e posteriormente para 14,38% em 2010. Ao analisarmos estas categorias de forma separada, a classe pastagem pouco variou. Segundo Dias Filho (2007), a partir de 1990, ocorreu uma mudança no manejo das pastagens no Estado do Pará, onde a mudança ocorreu concomitante com a redução da disponibilidade de terra barata; pressões ambientais contra o desmatamento; o avanço na produção de grãos e a maior disponibilidade de tecnologia para a formação e manejo de pastagens.

A categoria Pastagem Degradada, em 1999, representava 18,38% da bacia, correspondendo a terceira maior classe. Segundo Dias Filho (2007), estima-se que cerca de 70 milhões de hectares pastagens, nas regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil, estariam degradados ou em processo de degradação, isto é, seriam pastagens improdutivas ou de muito baixa produtividade.

Esta classe sofreu grandes perdas, principalmente com o advento do cultivo da soja e milho em larga escala na região. Foi a que mais sofreu consequências com a vinda da agricultura tecnificada para região, pois a pastagem degradada é caracterizada por uma baixa produtividade, com maior facilidade de incorporação ao processo produtivo quando se compara as categoria de Floresta Ombrófilas Densas ou Sucessão Secundária. Outro motivo para redução desta classe está no menor preço por hectare em relação ao preço da mesma área com pastagens limpas, por isso esta classe esta sendo substituída em grande parte por culturas anuais. As Pastagens Degradadas reduziram de uma área de 267,65 km² em 1999, para 178, 74 km² em 2005 e 96,54 km² em 2010. Quando se analisa o período como um todo, ela perdeu uma área aproximada de 171,11km².

A Agricultura tem se expandido de forma veloz na região, principalmente com o plantio da soja, que tem como incentivo os altos preços das commodities, o valor baixo das terras e a grande oferta de áreas propícias à mecanização. Dentre os diversos fatores que contribuíram para a expansão da soja no Pará, os baixos custos da terra foi um dos mais importantes, o hectare em 1999 chegava a custar R$ 25,00 reais. Outro importante fator foi a grande oferta de terras, estima-se que existam 500 mil hectares de área propícia para a mecanização no planalto santareno, área esta já foi alterada pela ação humana, através da extração madeireira, pecuária e agricultura familiar (PUTY, 2007).

Com base no levantamento de campo, foi observado que a bacia é caracterizada por pequenas propriedades com média de até 200 ha, que produzem basicamente, arroz, milho e soja. O principal mercado consumidor é o entreposto comercial da Cargill. A partir do levantamento de campo e das imagens de satélites verificou-se que a categoria agricultura a partir de 2005 tornou-se a classe de maior expressão na bacia, com um aumento de aproximados 518,11% da área inicial da pesquisa. Em trabalho semelhante Carvalho & Tura (2006) demonstraram que ocorreu um crescimento do "complexo soja" no Estado do Pará, sendo que nas safras 2001/02 e 2002/03 ocorreu a maior expansão da produção no Estado, com um aumento de 505,5% e, entre 2002/03 a 2003/04, com crescimento de 114,9%.

Ao analisarmos os dados obtidos, em 1999, a área Agricultável representava 108,22 km² (7,43% da bacia), porém nos anos posteriores analisados, ocorreu salto enorme na área agricultável da região, principalmente com a chegada dos grandes sojicultores de origem mato-grossense e sulista no final da década de 90. Através de incentivos governamentais, como pode ser verificada na criação do Banco da Amazônia (BASA) e seu financiamento ao PRONAF para pequenos produtores, o qual trouxe uma política de financiamento de produção agrícola (Teixeira et al, 2012). No ano de 2005 a área agrícola da bacia correspondia a 31,7% (461,62 km²), no segundo período (2005 a 2010) analisado, ocorreu outro aumento, porém bem menor do que ocorrido em 1999 a 2005, isso se dá devido às ações do governo para tentar frear o desmatamento e consequente expansão das culturas agrícolas sobre a floresta, como exigência do CAR (Cadastro Ambiental Rural) para aquisição de financiamento.

Classe Corpo D'água, pouco variou no período analisado, sempre se mantendo entre 2,5 a 3% da bacia, podendo ser explicada essa variação pela variabilidade da precipitação que ocorre dentre os anos e consequência variação na lâmina d'água.

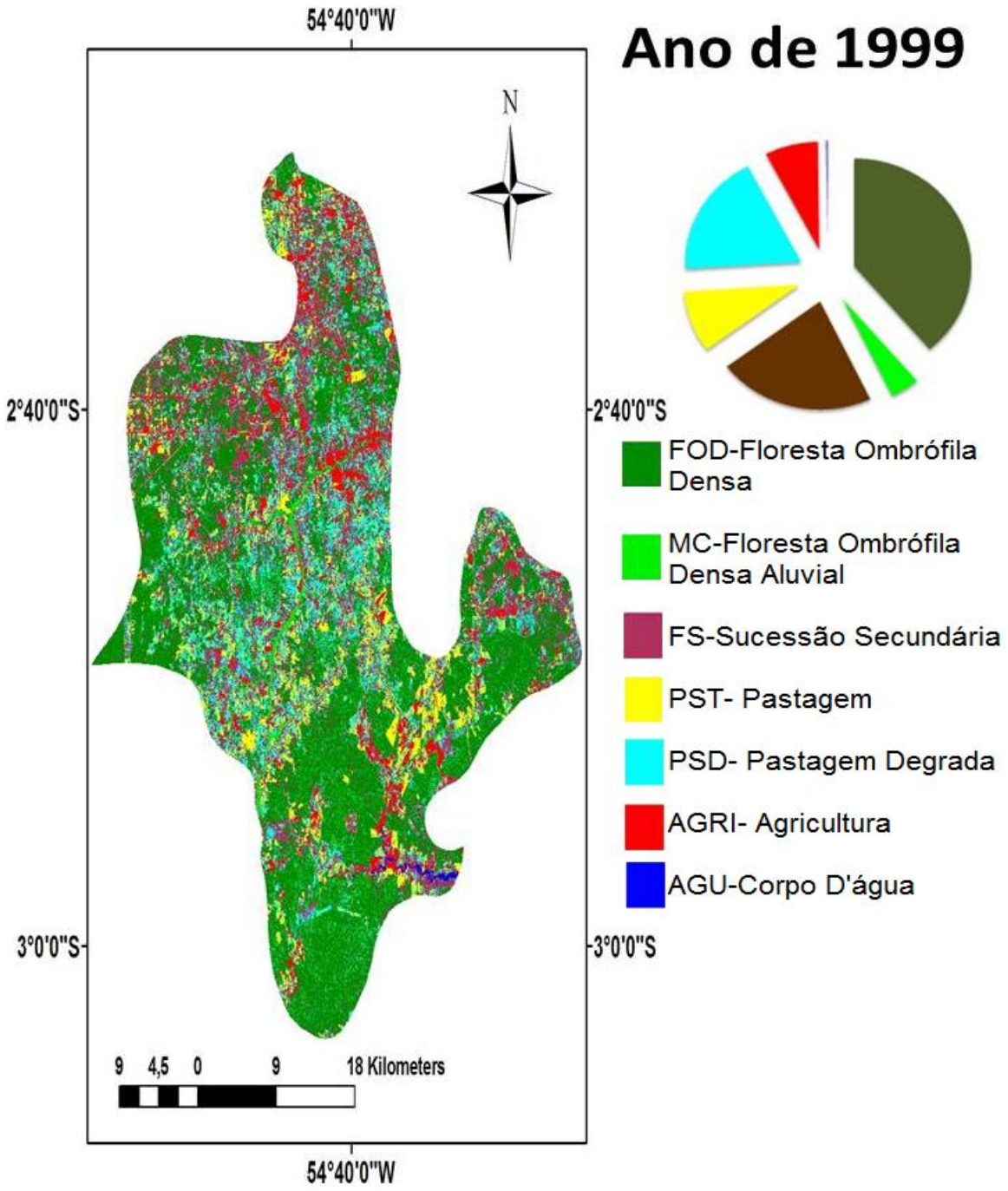

Figura 15. Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Mojuí em 1999.

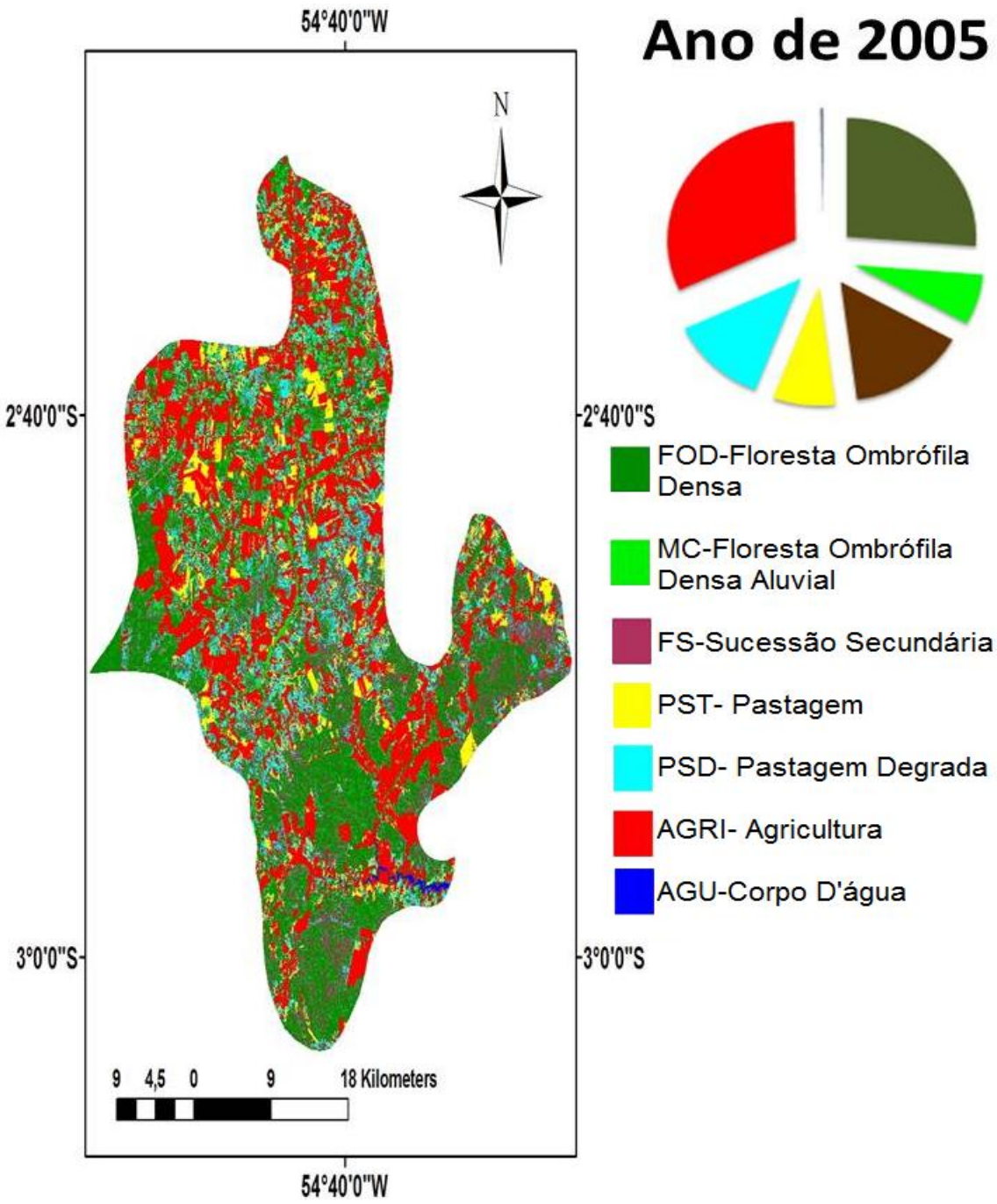

Figura 16. Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Mojuí em 2005.

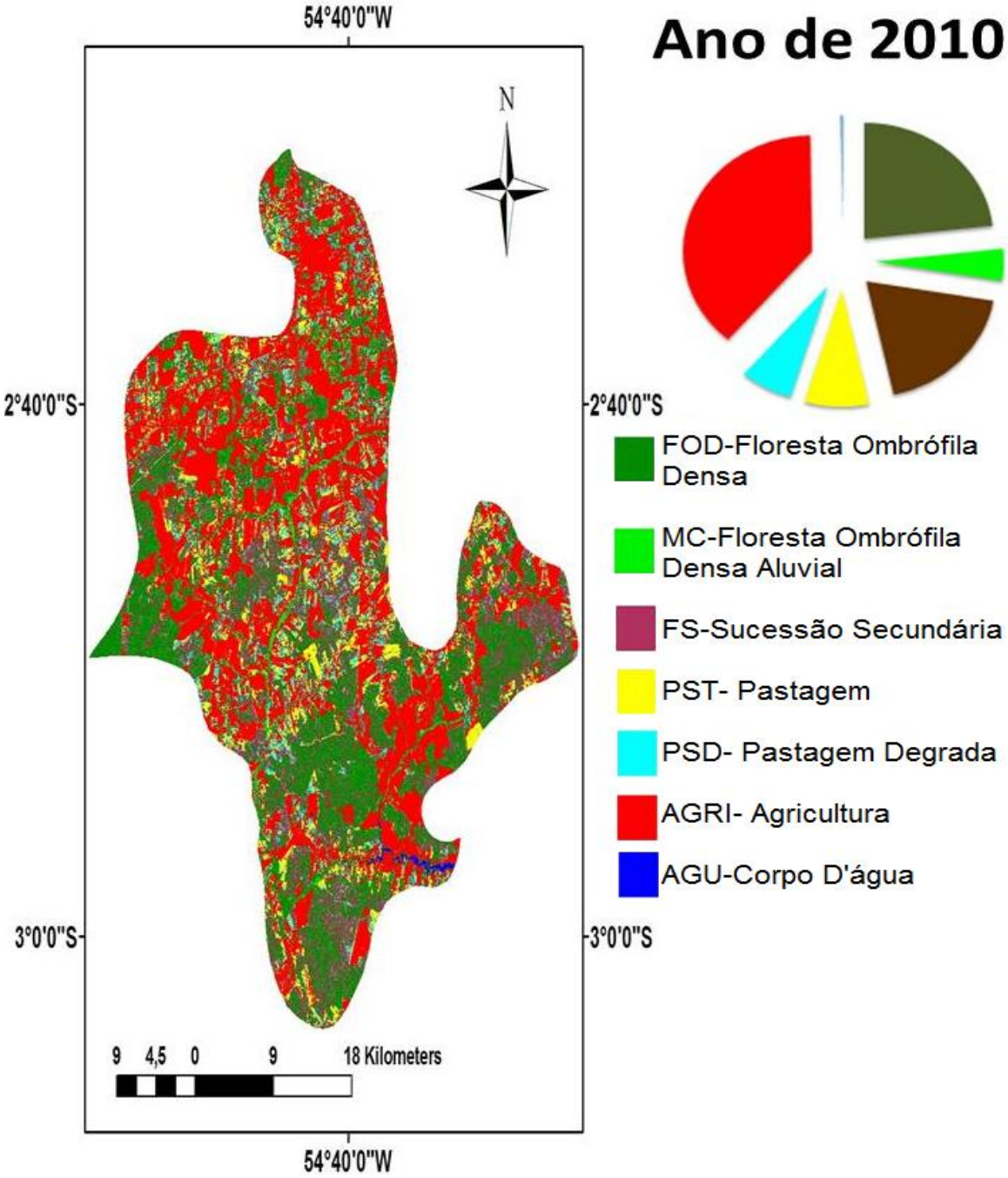

Figura 17. Representação da cobertura vegetal e uso do solo na bacia hidrográfica do rio Mojuí em 2010.

7.3 A Paisagem e suas Transformações no decorrer da Pesquisa

Ao observarmos o desempenho das distintas categorias de uso do solo e cobertura vegetal no espaço da bacia no decorrer da pesquisa, podemos verificar que é evidente a instabilidade ocorrida nesta região, sendo provocada pelas

constantes mudanças entre as classes. Para quantificar e qualificar as alterações obteve-se a dinâmica das classes, permitindo assim caracterizar e justificar tais transformações ocorridas na cobertura vegetal e nas classes de uso do solo na bacia.

A partir das interpretações dos resultados da dinâmica da paisagem (Tabela 6 e 7) foi possível observar a problemática da ocupação da bacia, bem como avaliar os processos produtivos envolvidos nas alterações da paisagem e uso do solo. Por meio das informações obtidas nos períodos analisados observou-se que no período de 1999 a 2005, 42% da cobertura vegetal e uso do solo na bacia do rio Mojuí permaneceu inalterada. Quando se analisa de 2005 a 2010, houve um aumentou da área que se manteve sem alterações, com uma estabilidade de 56,75% das classes. Dentre os prováveis motivos desse aumento da área de estabilidade está a queda de preços do arroz na safra 2003/2004 e consequente diminuição no investimento para incorporação de novas áreas. Segundo Ferreira et al. (2007), devido a uma grande produção ocorrida na safra 2003/2004, o preço do arroz despencou de R$ 42,00 para R$ 14,00/sc de 60 kg e na safra de 2004/2005 o preço desse produto apresentou uma nova queda, chegando a R$ 12,00/sc de 60 kg. Em função destas adversidades, provocadas pela baixa do produto, muitos produtores quebraram e tiveram problemas para obter novos créditos.

Segundo o levantamento de campo, podemos utilizar o arroz como uma cultura indicadora de alteração para esta região, pois se verificou que esta cultura vem logo após a derrubada e queima da cobertura vegetal, pois comparada ao milho e à soja é uma cultura mais rústica e, devido ao seu porte, permite o plantio e a colheita mecanizada em área com grande incidência de raízes e restos vegetais. Segundo Puty (2007), o arroz prepara o solo para introdução da cultura da soja.

Ao se observar a unidade com as menores flutuações em termos de mudanças verifica-se que a Floresta Ombrófila Densa, dentro das coberturas vegetais, foi a que se manteve mais imutável, sendo que nos dois períodos analisados esta classe teve uma taxa de estabilidade próxima a 60%. Com isso, nota-se que por enquanto, mesmo com as intensas ações antrópicas no ambiente da bacia, as Florestas Ombrófilas Densas ainda vêm sendo pouco utilizadas nos processos dinâmicos ocorridos na bacia em detrimento das demais categorias. A tendência é a preservação dos remanescentes florestais devido às pressões pela preservação ambiental por parte do governo e instituições internacionais, com o intuito da segurança ambiental para futuras gerações.

A categoria Floresta Ombrófila Densa Aluvial se comportou de forma semelhante à categoria anterior, apresentando uma estabilidade, mantendo-se uma taxa de estabilidade próxima de 50% durante os períodos da pesquisa. Ao se analisar o dado da matriz de mudanças desta classe verifica-se que a maior taxa de conversão ocorreu entre as classes Floresta Ombrófilas Densas e a Sucessão Secundárias. Por essas categorias terem em alguns casos aspectos semelhantes, pode ter acontecido alguma confusão na análise dentro destas classes, podendo a taxa de estabilidade desta categoria na bacia ser bem maior. A partir desta análise, verifica-se que parte dos produtores desta região vem respeitando as leis para a preservação das Florestas Ombrófila Densa Aluvial, pois estas também são conhecidas como matas ciliares, sendo um bioma floresta que possuem características peculiares em seu habitat. Estão presentes às margens dos corpos d'água e são vegetações protegida por lei, conhecidas como área de preservação permanente (APP).

A classe de Sucessão Secundária demonstrou uma dinâmica diferente para os dois períodos analisados. No primeiro período, o qual culminou com a chegada de produtores de outras regiões, uma maior procura por áreas e um aumento nos preços da commodity milho e soja, esta classe apresentou estabilidade de apenas 22%, onde esta perdeu, principalmente, para a classe agricultura, algo entorno de 116,54 km². Segundo estimativas da prefeitura de Santarém, em 2004, a cidade tinha entre 500 mil e 600 mil hectares de floresta antropizada, propícia para o uso agrícola, sendo estas áreas utilizadas pelos primeiros produtores de grãos para a sua expansão (Puty, 2007).

No segundo período ocorreu um grande aumento da estabilidade desta classe, passando de apenas 22% para 44%, porém esta classe continua perdendo grandes áreas para as classes Agricultura, Pastagem e Pastagens Degradadas, contudo esta perda, se comparada ao período anterior, é bem menor. Isso se explica devido à queda no preço do arroz e consequente diminuição dos investimentos na abertura de novas áreas, pois ocorreu uma descapitalização dos produtores com os prejuízos nas safras de 2003/2004 e 2004/2005 e consequente redução nos investimentos em novas áreas.

Ao analisarmos, as categorias Pastagem Degrada vem perdendo espaço no sistema produtivo da bacia hidrográfica do rio Mojuí. Esta classe reduziu a sua taxa de imutabilidade de 23,65% no primeiro período para 18,52% no segundo período. A classe esta sendo substituída, principalmente, por área de agricultura e floresta secundárias, com taxa de conversão de 44,18% e 16,77%, respectivamente. No

segundo período, verifica-se que a taxa de substituição de Pastagem Degrada para Floresta Secundária cresceu para 33,34% em detrimento da substituição para agricultura, que reduziu para 27,28%. Essa mudança se deve ao fato de muitos produtores terem sido prejudicados com as quedas no preço do arroz ocorridos em 2003 e 2004. Em consequência os produtores perderam o poder de aquisição de novas áreas e com isso reduziram a expansão da agricultura sobre novas áreas.

Quando se observa a classe Pastagem, verifica-se que esta apresentou comportamento diferente da categoria anterior. A taxa de estabilidade aumenta de 21,51% no primeiro momento para 26,47% no segundo momento da pesquisa. Isso se deve, principalmente, pela tecnificação da pecuária paraense, que se viu obrigada a evoluir para não perder espaço para a agricultura na região. Assim como na classe Pastagem Degradada, ocorreram grandes taxas de conversão de classe Pastagem em Agricultura, porém em proporções bem maiores, onde no primeiro período 48,04% das áreas de pastagens foram substituídas para agricultura e posteriormente 53,28% no segundo período. Essas alterações se devem, principalmente, a questão cultural dos produtores que migraram para a região, pois estes preferem a lida com a agricultura e em menor escala a pecuária.

Em relação às classes de uso do solo, as áreas de Agricultura foram as que tiveram menor alteração, com taxas de estabilidade de 76,93% no primeiro período e de 80,54% no segundo período, tornando-se a classe mais expressiva na bacia hidrográfica do rio Mojuí. Esta categoria é caracterizada pelo plantio de espécies perenes, com ciclo de vida curto e com isso apresentando em algum período do ano o solo exposto para preparo da área.

Quando esta classe não se manteve constante, foi transformada em Pastagem e Pastagem Degrada, sendo que a Classe Pastagem ganhou sobre a agricultura nas taxas de 7,78% no primeiro período e 8,71% no segundo. Dentre os prováveis motivos da transformação desta classe em pastagem está o uso por parte de alguns produtores da prática da integração lavoura-pecuária, onde se mantém durante o período de pousio da área a presença de forrageiras para suplementação animal e proteção do solo. A Agricultura perdeu 10,46% da sua área no primeiro período e 4,69% no segundo, para a classe Pastagem Degradada. Verifica-se que houve uma redução da transformação desta classe para Pastagem Degradada, isso se deve principalmente ao aumento dos preços das commodities milho e soja e consequente

procura por áreas para serem incorporadas aos processos produtivas em detrimento das atividades de baixa produtividade.

A classe Corpo D'água caracterizou-se por taxas de estabilidade acima de 85% durante os períodos analisados. No geral, esta classe foi predominantemente convertida para Floresta Ombrófila Densa e Sucessão Secundária no período avaliado. As variações ocorridas nesta classe estão ligadas a diversos fatores que vão desde a diferença de precipitação que ocorrem durante os anos, assim como as diferenças de umidade dos elementos da paisagem, tais como a vegetação e o solo.

Tabela 6. Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 1999 e 2005, para a Área da bacia hidrográfica do Rio Mojuí.

1999 / **2005**	**FOD**	**MC**	**FS**	**PST**	**PSD**	**AGRI**	**AGU**
FOD	**58,90**	5,43	12,51	1,32	1,23	1,11	1,56
MC	3,61	**50,34**	5,20	1,06	3,88	0,89	0,10
FS	16,28	21,87	**22,24**	9,16	16,77	2,79	7,70
PST	4,00	4,51	7,58	**21,51**	10,28	7,78	0,15
PSD	4,15	8,42	15,60	18,91	**23,65**	10,46	0,03
AGRI	13,06	9,42	36,66	48,04	44,18	**76,93**	1,41
AGU	0,01	0,01	0,21	0,00	0,00	0,04	**85,04**

FOD = Floresta Ombrófila Densa, FS= Sucessão Secundária, MC= Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Mata Ciliar), PST= Pastagem, PSD= Pastagem Degradada, AGRI= Agricultura, AGU = Corpos D'água (Água).

Tabela 7. Matriz de mudanças percentuais das classes de cobertura vegetal e uso do solo entre os anos de 2005 e 2010, para a Área da bacia hidrográfica do Rio Mojuí.

2005 / 2010	FOD	MST	FS	PST	PSD	AGRI	AGU
FOD	**65,63**	12,93	24,56	1,17	5,79	1,50	1,08
MST	2,86	**48,43**	2,07	0,76	2,71	0,87	0,44
FS	17,52	24,86	**44,89**	5,33	33,34	3,58	3,26
PST	2,18	2,76	6,29	**26,47**	12,34	8,71	0,11
PSD	2,00	2,79	7,26	12,97	**18,52**	4,69	0,09
AGRI	9,69	8,18	14,86	53,28	27,28	**80,54**	5,87
AGU	0,13	0,05	0,07	0,02	0,02	0,12	**89,16**

FOD = Floresta Ombrófila Densa, FS= Sucessão Secundária, MC= Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Mata Ciliar), PST= Pastagem, PSD= Pastagem Degradada, AGRI= Agricultura, AGU = Corpos D'água (Água).

As Figuras 18 e 19 mostram de forma ilustrativa as transformações ocorridas na paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí no período de 1999 a 2005, e 2005 a 2010, respectivamente. A partir destas imagens verifica-se de forma resumida os processos de transformação ocorridos na bacia durante o período da pesquisa.

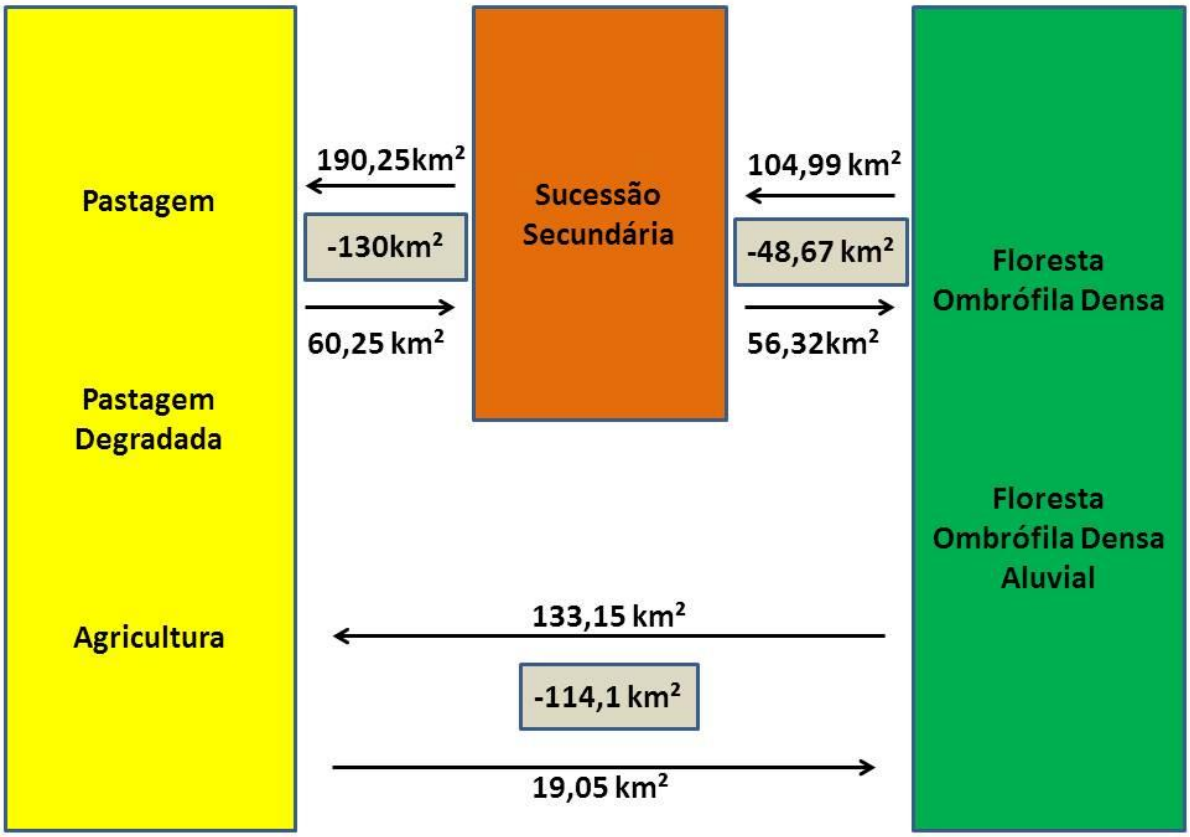

Figura 18. Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí no período de 1999 a 2005 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal

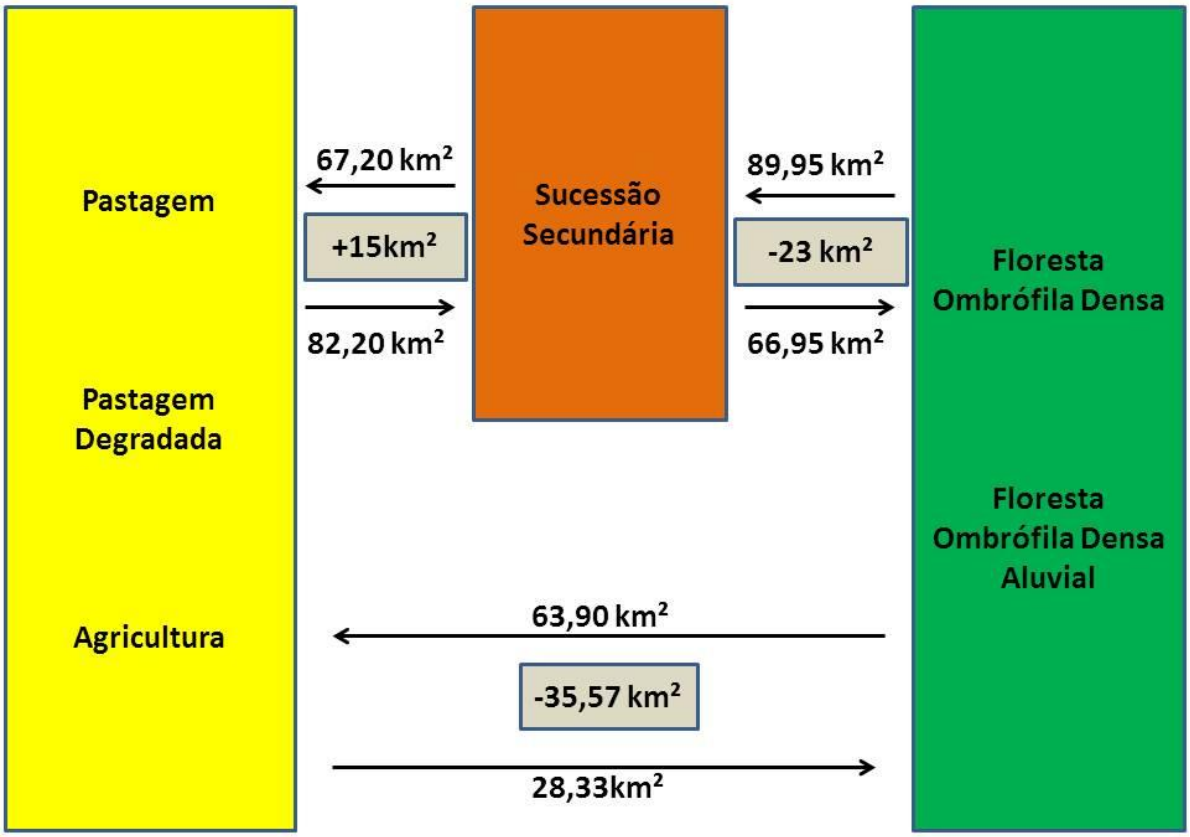

Figura 19. Dinamismo ocorrido na paisagem da bacia hidrográfica do rio Mojuí no período de 2005 a 2010 em termos de perdas e ganhos de cobertura vegetal.

Ao se observar as ilustrações feitas a partir das evoluções ocorridas na bacia do rio Mojuí constatou-se que as coberturas vegetais vêm padecendo devido o desmatamento provocado pelo homem que busca o aumento das áreas produtivas, sem levar em conta que existem tecnologias para aumento da produção sem a incorporação de novas áreas, usando a desculpa da busca do "desenvolvimento local". Para Santos (2010) o desmatamento está relacionado com a supressão de florestas naturais de qualquer composição, campos naturais ou arbustos, mesmo que em fase de regeneração.

A evolução ocorrida no período de 1999-2005 é demonstrada de forma resumida na Figura 18. Com isso verifica-se que, as áreas de vegetação, representadas pela Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Densa Aluvial, perderam ao todo 238,14 km², sendo 133,15 km² para as classes Agricultura, Pastagem, Pastagem Degrada e 104,99 km² para as Sucessões Secundárias. Em relação aos ganhos

foram bem menores do que comparado com as perdas, sendo 114,1 km² das classes Pastagens, Pastagem degradada, Agricultura e 48,67 km² das Sucessões Secundárias, ao todo foram ganhos de 162,77 km², contabilizando um déficit de 75,37 km² das vegetações Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Aluvial na área da bacia. Em trabalho semelhante Escada et al, (2009), avaliaram os desmatamentos nos municípios que fazem parte do Distrito Florestal Sustentável da BR-163, para os anos de 1997, 2000, 2003 e 2006, sendo que os municípios de Santarém, Novo Progresso e Itaituba foram os que apresentaram maior área desmatada nos anos analisados.

Quando se analisa a Figura 19 que expõe de forma resumida as evoluções ocorridas na bacia no período de 2005-2010, verifica-se uma redução do desmatamento se comparado ao período anterior, no qual as áreas de vegetação, representadas pela Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Densa Aluvial perderam ao todo 153,85 km², sendo 63,90 km² para as classes Agricultura, Pastagem, Pastagem Degrada e 89,95 km² para as Sucessões Secundárias. Os principais ganhos foram de 28,33 km² para Agricultura, Pastagem e Pastagem Degradada e 66,95 km² de Sucessão Secundária. Quando se analisa os ganhos verifica-se que o déficit foi de 58,57 km², porém bem menor se comparado ao período anterior. De acordo com Assunção et al. (2012), o declínio observado nos níveis de desmatamento não foi apenas uma resposta às condições de mercado e à dinâmica da economia (preços agropecuários), mas também ao resultado do conjunto de políticas implementadas, que se demonstraram efetivas na contenção do desmatamento.

8. CONCLUSÃO

As técnicas de Sensoriamento Remoto aliadas aos Sistemas de Informação Geográfica foram fundamentais para a pesquisa, pois compõem um conjunto de ferramentas que auxiliam no estudo da dinâmica da paisagem, sendo essenciais para reconhecimento das feições e alterações do espaço.

A Amazônia é considerada a nova fronteira agrícola do mundo, por isso o seu desmatamento vem ocorrendo. Fazendo parte deste contexto amazônico, a bacia hidrográfica do rio Mojuí vem sofrendo constantes alterações. A crescente demanda de alimentos pelo mundo, as políticas de incentivos aos créditos e a chegada em massa de produtores de outras regiões no início deste século, vêm provocando mudanças na paisagem. Durante a pesquisa foi observado que a bacia hidrográfica do rio Mojuí perdeu 221,73 km² de coberturas vegetais naturais (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Densa Aluvial). Em 1999 a Floresta Ombrófila Densa era a maior categoria presente nesta bacia, porém teve grandes perdas. A categoria agricultura, a partir de 2005, tornou-se a classe de maior expressão na bacia, com um aumento de aproximados 518,11% da área inicial da pesquisa.

Quando se analisou os resultados de uma forma mais específica, destacou-se que a área mapeada sofreu uma forte expansão agrícola no período das

pesquisas, em detrimento das demais classes. A exceção do avanço da Agricultura foi sobre as Classes Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Corpo d'água, pois estas classes são protegidas por lei e impróprias para a agricultura mecanizada. Dentre as classes de uso do solo a Pastagem Degradada foi a que sofreu maior redução, principalmente devido aos avanços da classe Agricultura e Sucessão Secundária dentro da bacia.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. A. P. DE; GOMES, L. J. Dinâmica da Paisagem na Foz do Rio São Francisco a parti de Imagens LANDSAT e CBERS. Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 25 a 27 de outubro de 2006.

ALVARES, I. A.; TAURA, T. A.; PEREIRA, L. A.; ANDRADE, R. G. Dinâmica da paisagem no submédio do Rio São Francisco. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n° 23, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, 2011.

ALVES, H. Q.; ROSSETE, A. N. Áreas de uso e de conflito em APP na microbacia hidrogáfica do Córrego Murtinho, Nova Xavantina-MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. Anais... Florianópolis: INPE, 2007. p.3701-3708.

AMORIM, A. T. dos S. Santarém, Uma Síntese Histórica, 2000

ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. Anais. Natal: 2009. p. 4631-4638.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.C.; ROCHA, R., 2012. A Queda do Desmatamento na Amazônia Brasileira: Preços ou Políticas? Climate Policy Initiative Rio de Janeiro. Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas, PUC-Rio. Janeiro, 2012

BARBOSA, M. J. DE S.; DIAS, M. DO C. DA S. TEIXEIRA, M. J. A.; TREPAKI, P. G. Relatório Analítico do Território do Baixo Amazonas – Pará. Grupo de Estudo e Pesquisa Trabalho e Desenvolvimento na Amazônia – GPTDA-Projeto Desenvolvimento Sustentável e Gestão Estratégica dos Territórios Rurais no Estado do Pará. Belém .Agosto de 2012

BASTOS, T.X. O estado atual do conhecimento das condições climáticas da Amazônia brasileira. In: IPEAN (Belém, PA). Zoneamento agrícola da Amazônia: 1° aproximação. Belém, 1972. P. 68-122 (IPEAN. Boletim técnico, 54).

BENEDETTI, A. C. P. Modelagem dinâmica para simulação de mudanças na cobertura florestal das Serras do Sudeste e Campanha Meridional do Rio Grande do Sul. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BELTERRA. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2011. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Belterra&oldid=27918665>. Acesso em novembro de 2012.

BORDALO, C.A.L. A bacia hidrográfica como unidade de planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos. In: X SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGREFIA FÍSICA APLICADA. Universidade do Estado do Rio de Janeiro- Departamento de Geografia/Instituto de Geociências, de 11 a 16 de novembro de 2003. Temas e debates da geografia física na contemporaneidade. Livro de Resumo. Universidade do Pará. p. 101.

BRAGA, A.C.F.M. Efeitos de fatores climáticos e o uso do solo sobre o escoamento em uma Região Semi-Árido da Paraíba. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Paraíba/Campina Grande-Engenharia Civil, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e Planejamento Integrados no Contexto do Plano Amazônia Sustentável: o setor soja na Área de Influência da Rodovia BR-163. Relatório Final. Brasília, DF: MMA, 2006.

BRASIL. Casa Civil da Presidência da República. Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal. Brasília, DF: Casa Civil da Presidência da República, 2004d. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/casacivil/desmat.pdf>
Acesso em julho de 2012.

BRIASSOULIS, H. Analysis of land use change: theoretical and modeling approaches. 1.ed. Virginia: Regional Research Institute, West Virginia University, 2000.

BRASIL, Departamento Nacional da produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha AS- 21 Santarém: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976. 522p. (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 10).

CASTRO, E. R. Dinâmica socioeconômica e desmatamento na Amazônia. Novos Cadernos NAEA, Brasília-DF, v.8, n.2, p. 5-39, dez. 2005. Disponível em: <http://www.naeafpa.org/revistaNCN/ojs/viewarticle.php?id=10>. Acesso em março de 2012.

CARVALHO JUNIOR, O. A. et al. Processamento e análise de imagens multitemporais para o perímetro de irrigação de Gorutuba (MG). In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Goiânia, 2005. Anais. INPE, p. 473-480, 2005.

CARVALHO, Vânia; TURA, Letícia. A expansão do monocultivo de soja em Santarém e Belterra: injustiça ambiental e ameaça à segurança alimentar. Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional (FASE). Belém. mimeo, 2006.

CATELANI, C. S.; BASTISTA, G. T. Mapeamento das áreas de preservação permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v.2, n.1, p 31-43, 2007.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama 001/86 de 23.01.86. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/conama> Acesso em outubro de 2011.

COSTA, F. A. da. Aplicação de Geoprocessamento na Análise e Modelagem Ambiental da Microbacia Arroio Passo do Pilão: Estudo de Adequação de Uso da Terra Relacionado aos Sistemas Agrícolas. 2000. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.

CONHENCA, D. A expansão da fronteira agrícola e sua relação com o desmatamento detectado em imagens Landsat TM e ETM+ na região norte da BR-163, Pará entre os anos de 1999 a 2004. 2005, 23 p. Monografia (Gestão e Manejo Ambiental em Sistemas Florestais) - Universidade Federal de Lavras. Santarém, 2005

CPT (2004). Relatório do Levantamento Preliminar dos Impactos Sócio-Ambientais da Expansão da Agricultura Mecanizada na Região de Santarém.

CPT (2006). Entrevista com o Sr. Marcos Santos. Santarém. Fevereiro.

CSORNEI, G.; WIRNHARDT, Cs.; SUBA, Zs.; SOMOGYI, P.; NADOR, G.; MARTINOVICH, L.; TIKASZ, L.; KOCSIS, A.; ZELEI, Gy.; LELKES, M. Crop monitoring by remote sensing. In: FIG Commission 3 Annual Meeting and Seminar, 21-23 Outubro , Budapest, Hungria, 1999. Proceedings… Budapest: FÖMI Remote Centre, 1999.

CROSTA, A. P.; Souza Filho, C. R. Sensoriamento Remoto. In: ANUÁRIO Fator GIS 97:o guia de referência do geoprocessamento. Curitiba: SAGRES, 1997. p. C10 – C21.

CUNHA, K. L. Uso de imagens Landsat e CBERS no mapeamento da suscetibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT. 2009. 63f. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. 2009.

DIAS FILHO, M.B. Degradação de pastagem: processos, causas e estratégias de recuperação. 3. Ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2007.190p.

DILL, P.R.J. Gestão Ambiental em Bacias Hidrográficas. TESE DE DOUTORADO Santa Maria, RS, Brasil 2007.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade Ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.10, n. 1, p. 175–181, 2006.

DUNN, P.C. ET AL. Methods for analyzing temporal changes in Landcaspe Pattern. In: Turner, G.M.; GARDNER, R.H. Quantitative methods in landscape ecology: the analyses and interpretation of landscape heterogeneity. New York, Springer Verlag, 1991. P.173-188

EMATER (2006) Entrevista com Sr. Valdir Marinho Ribeiro. Uruará. Fevereiro

EMBRAPA (2006). Entrevista com o Sr. Olinto Gomes. Santarém, Fevereiro.

EMBRAPA. Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e notação de horizontes e camadas de solo. 2° edição revista atualizada. Rio de Janeiro, 1988. 54p. (Documentos, 3)

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da área do polo tapajós. Rio de Janeiro, 1983. 284p. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 20)

ESCADA, M. I. S. ;AMANRAL,S.;RENNÓ,C.D.;PINHEIRO,T.F. Levantamento do uso e cobertura da terra e da rede de infra-estrutura no distrito florestal da Br-163. Relatório Técnico de atividade de Campo - Projeto Integrado de Modelagem da Cobertura da Terra no Pará INPE São José dos Campos 2009.

ESCADA, M. I. S.; ALVES, D. S. Indicadores para a Compartimentação da Paisagem em Unidades de Ocupação em uma Região de Fronteira Agrícola em Rondônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11., 2003, Belo Horizonte. Anais... São José dos campos: INPE, 2001. p. 1099-1106. Disponível na biblioteca digital URLib: < iris.sid.inpe.br:1908/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.19.09.06/doc/0585.587.194.pdf >. Acesso em julho de 2012.

ESPÍNDOLA, E.L.G.; Silva, J.S.V.; Marinelli, C.E. & M.M. Abdon. 2000. A Bacia hidrográfica do rio do Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. São Carlos: Rima. 188p.

ENVIRONMENT FOR VISUALIZING IMAGES (ENVI). Guia do ENVI. Disponível em:<http://www.envi.com.br/ guia_envi>. Acesso em abril de 2012.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INTITUTE (ESRI). Programa ArcGis. Disponível em: <www.esri.com/software/arcgis/index.html>. Acesso em abril de 2012.

FERREIRA, D. S.; RIBEIRO, C. A. D.; XAVIER, A. C.; CECÍLIO, R. A.; CASTRO, F. S. Utilização de dados de sensoriamento remoto para obtenção das características físicas da Bacia Hidrográfica do Córrego João Pedro em Linhares – Espírito Santo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. Anais...Florianópolis: 2007. p. 3343-3348.

FILHO, J. C. de A. Árvore do conhecimento. AGEITEC- Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2tjys6j3.html>. Acesso em agosto de 2012

FLEXOR, G.G.; LEÃO, S.A.V.; LIMA, M. DO S. A Expansão da cadeia da Soja na Amazônia: Os Casos do Pará e Amazonas. XLIV CONGRESSO DA SOBER "Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento". Fortaleza, Julho de 2006.

FLORENZANO, T.G. Imagens de Satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 97p.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R.; ASNER, G. P.; BARFORD, C.; BONAN, G.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; CEO, M. T.; DAILY, G.C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD, E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREAD, C.; PATZ, J. A.; PRENTICE,I. C.; RAMANKUTTY, N.; Snyder, P. K. Global consequences of land use. Science, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. 1986. Landscape ecology.NewYork, John Wiley.

FORMAN, R. T. T. Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions. New York: Cambridge University Press, 1995.

FROEMMING, V.M. Saúde AMBIENTAL. Disponível em: http://www.careplus.com.br.Acesso em : Agosto de 2012.

FURTADO, R. Agrobussines- A História. São Paulo: ABAG. ED. EVOLUIR CULTURAL, 2002.

GAYOSO, S. Território e Mercado de Terras no Baixo Amazonas: Expansão da Sojicultora e Valorização Fundiária. VI ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS. 2012. BELÉM-PA-BRASIL

GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. 2ª edição, 416 p. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

GURGEL, H. de C.B. at. al. Perfil ecológico do Rio Ceará-Mirim. Diário de Natal, Natal 27 setembro de 2003. Caderno DAVINCIT- Textos acadêmicos.

HASLAM, A.; TAYLOR, B. Mapas. São Paulo: Scipione, 1999.

HESSBURG, P.F.; SMITH, B.G.; SALTER, R.B.; OTIMAR, R.D.; ALVARADA, E. Recent changes (1930s-1990s) in spatial patterns of interior northwest forest, USA. Forest Ecology and Management, v. 136, p.53-83, 2000. Disponível em: <http://servicos.capes.gov.br > Acesso em Novembro de 2011.

_____IBGE (2005). Produção Agrícola Municipal. CD ROM. Ministério do Meio Ambiente (2005). Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência da Rodovia BR-163. Disponível em:http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=38&idConteudo=2249. Acessado em março de 2013

_____IBGE - Produção Agrícola Municipal de 1997 a 2010. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo1.asp?e=p&t=1&z=t&o=3 Acessado em novembro de 2012.

_____IBGE-Manual Técnico da Vegetação Brasileira Sistema fitogeográfico-Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos. 2° edição. 2012. Disponível em:< ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_vegetacao_brasileira.pdf> Acesso em maio de 2013.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Manual do Usuário SPRING- Tutorial de Geoprocessamento. Brasília, 2002. Disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html>. Acesso em maio. 2012.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisa Espacial. Metodologia para Mapeamento de Vegetação Secundária na Amazônia Legal. 32p. 2009. Disponível em: < http://mtcm19.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtc-m19@80/2009/11.23.17.06>. Acesso em fevereiro de 2013.

INTERSAT 2003. Disponível em: <http://www.intersat.com.br>. Acesso em abril 2013.

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos, SP: Ed Parêntese, 2009. 598 p.. Traduzido por José Carlos Neves Epiphano et. Al.

JENSEN, J. R.Introductory Digital Image Processing. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, New Jersey: 1986.

JESUÍNO, S. DE A. Análise da fragmentação da vegetação arbórea na bacia hidrográfica do rio Apeú, como subsídio ao planejamento ambiental. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais- UFRA (Universidade Federal Rural da Amazônia) Belém-Pará 2010.

JUNIOR, A. F. M.; WAICHMAN, A. V. Mapeamento dos ambientes aquáticos e da cobertura da terra na Bacia do Rio Purus, Amazonas, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIV, 2009, Natal. Anais... Natal: 2009. p.5973-5980.

JÚNIOR, J. S. B.; ALMEIDA, A. S. de. Analise multitemporal com a utilização da técnica de sensoriamento remoto e geoprocessamento no município de Bonito – Pará. In: III SIMPOSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. Recife, 2010. Anais p. 001 – 007, 2010.

KEISER, E.; PINHEIRO, R.; CARVALHO, R. Avaliação do Estudo de Impacto Ambiental do Terminal Graneleiro da Cargill em Santarém. Julho de 2010. Disponível em:< http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/8/Analise_EIA_RIMA_Cargill_24_julho_2010.pdf>. Acesso em agosto de 2013.

LEAL, A.C. Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema - São Paulo. Campinas, 2000. Tese (Doutorado em Geociências – Área de concentração em Administração e Política de Recursos Minerais) – Inst. de Geociências – UNICAMP, 299p.

LEROY, J.P. Uma chama na Amazônia. Rio de Janeiro: VOZES/FASE, 1991.

LIMA, W. P; ZAKIA, M.J.B. As Florestas Plantadas e a Água – Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. São Carlos, SP: Ed Rima, 2006. 226p.

LISBOA FILHO, J. Projeto de banco de dados para sistemas de informações geográficas. In: ESCOLA DE INFORMÁTICA RJ/ES, 2., 2002, Vitória. Anais... Vitória: FAESA, 2002. p.109-145.

_____MAPA- BRASIL PROJEÇÕES DO AGRONEGÓCIO 2011/2012 a 2021/2022. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - Assessoria de Gestão Estratégica. 2011. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/PROJECOES%20DO%20AGRONEGOCIO%202010-11%20a%202020-21%20-%202_0.pdf> Acesso em julho de 2013.

MARTINS, E. de S.; REATTO, A.; JUNIOR, O. A. de C.; GUIMARÃES, R. F. Ecologia de Paisagem: Conceito e aplicações potenciais no Brasil-Planaltina, DF: EMBRAPA CERRADOS, 2004.

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

MELLO, K. de; TOPPA, R. H.; ABESSA, D.M. Dinâmica da paisagem do município de Cubatão: crescimento entre portos, indústrias e a Serra do Mar. O Mundo da Saúde, São Paulo: 2011. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/artigos/dinamica_paisagemc_ubatao_crescimento_industria_portos_serra_do_mar.pdf. Acesso em fevereiro de 2013.

MENKE, A.B.; Carvalho Junior, O.A.; Gomes, R.A.T.; Martins, E.S.; Oliveira, S.N. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luis Eduardo Magalhães (BA -Brasil). Sociedade & natureza (UFU. Online), v. 21, p. 315-326, 2009.

MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. Sensoriamento Remoto: reflectância de alvos naturais. Brasília-DF: Editora Universidade de Brasília – UNB, Embrapa Cerrados, 2001. 262p.

METZGER, J.P.; GOLDENGERD, R.; BERNACCI, L.C. Caminhos da biodiversidade.Ciência Hoje, v.25, n.146, p.62-64,1999.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? . Biota Neotropica, v. 1. n. 1/2, p. 271-287, 2001.

MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Conjunto de normas legais: recursos hídricos. 6. ed. Brasília; DF: 2008. 466 p.

MOJUÍ DOS CAMPOS. IN: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2011. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Moju%C3%AD_dos_Campos&oldid=27646609>. Acesso em dezembro 2011.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicações. 2ed. – Viçosa: UFV, 2003. 307p.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. Landscape ecology, theory and application. 2 ed.New York: Springer Verlag, 1994. 360p.

NASCIMENTO, M. C. do; et al; Uso do Geoprocessamento na Identificação de Conflitos de Uso da Terra em Áreas de Preservação Permanente na Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. Ciência Florestal, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005

NOVO, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edgar Blücher, 1992. 308p.

NOVO, E.L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2008. 363 p.

ODUM.E.P. Ecologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. 434p.

OLIVEIRA, A.I. DE; LEONARDOS, O.H. Geologia do Brasil. 2. Ed. Rio de janeiro, Serviço Nacional de informação Agrícola, 1943. 813p (Série Didática, 2).

OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L. dos; VALENTE, M. A.; SILVA, J. M. L. da; JUNIOR, E. Q. C. Caracterização dos solos da área dp planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 55p.

OLIVEIRA, A.I. de; LEONARDOS, O.H. Geologia do Brasil. 2. Ed. Rio de janeiro, Serviço Nacional de informação Agrícola, 1943. 813p (Série Didática, 2).

OLIVEIRA JUNIOR, T.G. Análise Ambiental para proposição de MicrocorredorEcológico na parte sudeste da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro. Dissertação de Mestrado. Juiz de Fora. 2007. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/63546140/7/ECOLOGIA-DA-PAISAGEM> Acesso em dezembro de 2011.

OLIVEIRA, M. J. Proposta Metodológica para Delimitação Automática de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morro e em Linha de Cumeada. Viçosa: UFV, 2002. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.

_____. Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável para a Área de Influência da BR-163 (Cuiabá-Santarém). Versão Final. Brasília, DF: Casa Civil da Presidência da República, 2006.

Primack, R. B.; RODRIGUES, E. Biologia da conservação. 3. ed. Londrina: Editora Vida, 2002.

PRIMAZ/CPRM. Programa de Integração Mineral em Municípios da Amazônia: Caracterização Preliminar das Potencialidades Hidrogeológicas da Vila Mojuí dos Campos, com Projeto de Poço Tubular, 1999. Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/conteudo/?item=116&fa=62>Acesso em Dezembro de 2011.

PUTY, C.A.C.B. Agricultura Empresarial Mecanizada. In Zooneamento-Ecológico Econômico da área de influência da rodovia da BR-163 (Cuiabá- Santarém): gestão territorial. Belém, EMBRAPA, Amazônia Oriental, 2007. Volume 1: diagnóstico do meio socioeconômico, jurídico e arqueologia. ps. 229-252.

REBOUÇAS, A. Uso inteligente da água. São Paulo, SP: Ed Escritura Editora, 2004. 207p.

RISSER, P.G.; Landscape ecology: state-of-the-art. In: TURNER, M.G. Landscape heterogeneity and disturbance. New York: Springer-Verlag, 1987. p. 3-14.

ROCHA, C.H.B. Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar. Juíz de Fora: Ed do Autor, 2000. 220p.

ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. 5 ed., Uberlândia: EDUFU, 2003, 228p.

ROSS, J. L. S. & DEL PRETTE, M. E. Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP. Nº 12, 1998.

SANTARÉM, ESTADO DO PARÁ. BELÉM: EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL-DOCUMENTO 115, 2001. 54p.

SALES, M.G. Ecologia da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, NE do Estado do Pará Belém.. MANUAL DE VEGETAÇÃO.UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Centro de Geociências Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica,TESE DE MESTRADO 2005.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. Oficina de textos, São Paulo, 2004. 184p.

SANTOS, P.A.F. E CANALI, N.E. Fragilidade ambiental da bacia dos rios Mãe Catira São João- Morretes/PR. In: XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. Universidade de São Paulo, Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, letras e Ciencias Humanas, de 5 a 9 de setembro de 2005. Resumo.p.122.

SANTOS, R. P. DOS. Os Principais Fatores do Desmatamento na Amazônia (2002-2007)- Uma Análise econométrica e espacial. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. BRASILIA- DF, ABRIL DE 2010.

SCHAMA, S. Paisagem e memória. São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 645p.

SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. DE A.; DERZE, G.R.; AAMUS, H. E. Geologia do Brasil e área oceânica incluindo depósitos minerais: escala 1:2500000. Brasilia: dnpm, 1984. 501P.

SEMAB (2006) Entrevista com o Sr. Raimundo na Secretaria de Agricultura Familiar.

SERIGATTO, E. M.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SOARES,V. P.; KER, J. C.; SILVA, E.; MARTINS, S. V.; VILELA, M. F. Conflito de uso da terra nas áreas de preservação permanente na sub-bacia do rio Queima Pé , MT.(um estudo de caso). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. Anais...Florianópolis: INPE, 2007. p.3569-3576.

SILVA, M. J.V. DA. Baixo Amazonas: Da chegada do Negro a Constituição de Quilombos. Trabalho apresentado para obtenção de conceito na disciplina Historiografia da Amazônia. Disponível em: <http://amazoniagraopara.ufpa.br/publicacoes/artigo_historiogra_amazonia.pdf> Acesso em março 2013.

SILVA, A. DE B. Sistemas de Informações Geo-referenciadas: conceito e fundamentos. Campinas, SP: Ed da UNICAMP, 2003. 236 p.

SILVA, J.M.L. DA; SANTOS, P.L. DOS; LIMA, A.A.C.; MARTINS, J.S.; RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A.; REGO, R.S.; CARDOSO JUNIOR, E.Q. Levantamento semi detalhado dos solos do campo experimental de Belterra- Estado do Pará. BELÉM: EMBRAPA AMAZONIA ORIENTAL. DOCUMENTO 57, 2000. 30p.

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

SOUZA, A.D.G. DE. Diagnóstico ambiental integrado e subsídios ao estabelecimento de metas de qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Jaboatão (Pe). Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, Ecologia e recursos naturais, 2002. Disponível em: http://serviços.capes.gov.br. Acesso em novembro de 2012.

SOUSA, D. V.; BENEVENUTO, L. F.; SOUSA NETO, W. M. Utilização do geoprocessamento para a demarcação de áreas de preservação permanente, em uma microbacia do Rio Pomba, no município de Cataguases (MG). Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Câmpus Jataí - UFG, Jataí - GO, n.8, p 37-48, 2007.

SOUZA, U. B.; SOUZA, S. F. DE; SANTOS, C. A. dos; Amaral, A. G. Uso do Sensoriamento Remoto na Análise da Dinâmica da Paisagem em um Período de 20 Anos na região do Anel da Soja, Oeste da Bahia. Anais XV, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto- SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE p 3014, 2011. I

STEWARD, C. The Santarém Agricultural Landscape, Pará, Brazil. A working paper on agro-industrial and smallholder agriculture in Santarém. Yale School of Forestry and Environmental Studies. Master of Environmental Science Thesis Project. June, 2004.

TEDESCO, A.; et al. Uso das técnicas de posicionamento por satélite e sensoriamento remoto para monitoramento do impacto ambiental decorrente da ação antrópica na

região de Matinhos (PR). Curitiba, 2000. Trabalho acadêmico (Projeto final)–Curso de Engenharia Cartográfica, Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná

TEXEIRA, B. E. S.; CUNHA, I. M. M.; TERRA, A. A Expansão da Fronteira Agrícola da Soja no Município de Santarém (pa) e suas transformações socioespaciais. XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária. " Território em Disputa: Os desafios da Geografia Agrária nas Condições do desenvolvimento brasileiro". Urbelandia-MG. Outubro de 2012.

THOMAZ, E. L.; VESTENA, L. R. Aspectos climáticos de Guarapuava-PR. Guarapuava: UNICENTRO, 2003.

TONELLI, C. A. Z.; CARVALHO, L. M. T.; JUNIOR. Utilização das imagens Landsat TM nas épocas de verão e inverno para classificação de diferentes formações vegetais. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009. Anais... INPE, 2009. p. 3127-3134.

TONELI, C. A. Z.; CARVALHO, L. M. T.; JUNIOR. Utilização das imagens Landsat TM nas épocas de verão e inverno para classificação de diferentes formações vegetais. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009. Anais... INPE, 2009. p. 3127-3134

TORRES, D. R.; Analise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites LANDSAT e ALOS. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Santa Maria, RS, Brasil 2011

TRENTIN, M. A. Mapeamento da paisagem com uso de geotecnologias no município de São Pedro das Missões, RS. 2003. 91 f. Monografia (Especialização em Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. DE. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. 428p.

TURNER, M.G. Spatial simulation of changes in Georgia: a comparison of 3 transition models. Landscape ecology, v. 1,n.1,p.29-36, 1987.

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

VENTURIERI, A.; WATRIN, O. DOS S. ROCHA, A. M. A. DA; SILVA, B. N. R. DA; Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Ilha do Mosqueiro, Município de Belém, Pará. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, 11-18 setembro 1998, INPE, p. 247-25

VENTURIERI, A.; COELHO, A. S.; THALES, M. C.; BACELAR, M. D. R. Análise da expansão da agricultura de grãos na região de Santarém e Belterra, Oeste do estado do Pará. In: In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 26, 2007, Florianópolis, Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos: INPE, 2007. Artigos, p. 7003-7010. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.16.02.21/doc/7003-7010.pdf >. Acesso em setembro de 2012.

VESTENA, R. L.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – PR. Revista Ambiência, Guarapuava, v.2, n.1, p 73-75, 2006.