



UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOLOGIA E ENGENHARIA
FACULDADE DE GEOLOGIA

KÉSIA MAYARA MIRANDA ALMEIDA

**MAPEAMENTO DE AREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE NA CARTA SB-22-X-D-1 NA ESCALA DE
1:50.000 E IDENTIFICAÇÃO DO USO DO SOLO**

MARABÁ-PA
2015

KÉSIA MAYARA MIRANDA ALMEIDA

MAPEAMENTO DE AREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMANENTE NA CARTA SB-22-X-D-1 NA ESCALA DE
1:50.000 E IDENTIFICAÇÃO DO USO DO SOLO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Geologia
da Universidade do Sul e Sudeste do
Pará – UNIFESSPA, em cumprimento
às exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Brasil
Felipe

KESIA MAYARA MIRANDA ALMEIDA

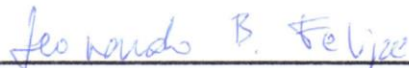
MAPEAMENTO DE AREAS DE PRESERVAÇÃO
PERMAMENTE E IDENTIFICAÇÃO DO USO DO SOLO DA
FOLHA SB-22-X-D-1 (Esc. 1:50.000)

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Geologia
da Universidade do Sul e Sudeste do
Pará – UNIFESSPA, em cumprimento
às exigências para obtenção do grau de
Bacharel em Geologia.

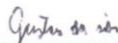
Data de Aprovação: 26 / 02 / 15

Conceito: EXC

Banca Avaliadora:



Prof. Leonardo Brasil Felipe – Orientador
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Gustavo Silva
Mestre em Geografia
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará



Profª. Thulla Esteves
Mestre em Geologia
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Aos meus pais, Kátia e Alcir,
e ao meu irmão, Kelvin, com todo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por nos revelar algo de seus pensamentos por meio da Natureza, e ter me dado a paz de espírito necessária para superar todos os obstáculos.

Aos meus pais, pela dedicação, amor, compreensão e exemplo durante toda a minha vida, e ao meu irmão, por todos os momentos de amor compartilhados.

A minha Tia Creuza, por todo carinho, esforço, apoio e incentivo presente em todos os momentos da minha vida. E a minha avó Zuleide, que sem perceber, me mostrou o mundo fascinante da Geologia.

A todos da minha Família Miranda e Almeida, pela convivência, pela minha base e por estar presente em todas as etapas da minha vida. Todos são muitos especiais pra mim.

A todos os meus professores, que fizeram parte da minha vida neste extenso caminho, até aqui. Em especial, da UNIFESSPA.

Ao meu orientador, pela paciência e compreensão.

As minhas amigas Beatrice e Luna por todos os momentos de risos, companheirismo, cumplicidade e mesmo com a distância, a nossa amizade só fortaleceu ao longo do tempo. Obrigado pelos ombros, ouvidos e conselhos.

A Elaine Pinheiro, obrigado pela amizade, pelas conversas e pelos momentos inesquecíveis em Marabá.

Ao meu namorado Roger, que apesar da distância, nunca “soltou da minha mão” e esteve sempre presente nesta reta final. Onde, com muito carinho e paciência, me ensinou a ver os dias de forma mais leves e a superar todos os obstáculos pelo caminho. Bons ventos para nós, sempre!

A minha segunda família em Marabá: Denise, Anderlone, Rosilda e Alexandre que foram de fundamental importância para os dias se tornassem mais prazerosos, longe de casa.

As minhas amigas Anne, Hienne, Sybelly e Loiane, por todos os momentos ao longo do curso, pelos momentos de alegria e tristezas compartilhados.

Por fim, todos os meus amigos de Belém e a todas as pessoas que conheci ao longo desses cinco anos, em Marabá. Pois, fizeram parte do meu processo de crescimento como ser humano. Obrigada!

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram definidas e constituídas pelo Código Florestal Brasileiro, tendo sido criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original existente. Este trabalho tem como objetivo a delimitação de APPs previstas na Legislação (Código Florestal Brasileiro – Lei 12.651/2012 – e resolução CONAMA 303/2002) e sua classificação em relação ao Uso da terra, de acordo com Terra Class 2010, disponibilizado pelo INPE, na escala de 1:50.000, apoiado na utilização de técnicas de ferramentas computacionais de geoprocessamento e produtos de sensores remotos. Este trabalho faz parte do Programa de Estudos em Sistemas Fluviais Araguaia-Tocantins, e fará parte das observações em Geomorfologia Fluvial na região de Marabá, antes do início da construção da barragem, prevista para o ano de 2015. O uso do solo foi classificado como: pasto, floresta, vegetação secundária, área urbana, não-floresta (solo desnudo, água, nuvem). O mapeamento permitiu identificar que 47.454,06 ha do total de 305.369,03 ha da região estudada, são caracterizados como áreas de preservação permanente, o que correspondeu a 15,78 % da área total da carta. As APPs identificadas foram as de Drenagens (95,2 %), Nascentes (0,8 %), Lagos (4,0 %). Em relação ao uso da terra em áreas que deveriam ser APPs, porém apresentam outro tipo de uso e ocupação do solo, ou seja, áreas que apresentam conflito de ocupação com a legislação ambiental vigente, a pastagem correspondeu a 32,18 % e a vegetação secundária 8,94 % do total de APPs. O uso do sistema de informações geográfica foi eficaz nas análises realizadas, corroborando para futuras tomadas de decisões para eficiência no uso do solo e cumprimento da legislação vigente, bem como na observação para futuras alterações no meio ambiente provocadas pela construção da barragem de Marabá.

Palavras chave: Geoprocessamento. APPs. Uso do Solo. Folha Marabá.

ABSTRACT

Permanent Preservation Areas (APP's) have been defined and established by the Brazilian Forest Code, and created to protect natural environment, which means, they are not suitable areas for land use alteration, and should be covered with existent original vegetation. This paper aims to delimitation provided APP's in Law (Forest Code Brazilian – Law 12.651/2012 – and CONAMA Resolution 303/2002) and its classification related to use of land, according to Earth Class 2010, provided by INPE, in 1: 50.000 scale, supported in computational techniques tools of geoprocessing and remote sensing products. Soil use, was classified as pasture, forest, secondary forest, urban area, non-forest. Mapping identified that 47454.06 *ha* from 305,369.03 total *ha* from studied area, are characterized as permanent preservation areas, corresponding to 15.78% of the total area of the chart. Registered PPA's were the drains (95.2%), springs (0.8%), lakes (4.0%). In relation to soil use in areas that should be APP's, but having other use and occupation, it means that, areas with occupancy conflict with environmental regulations, pasture corresponded to 32.18% and secondary vegetation 8.94% of all PPA's. Use of geographic information system was effective in the realized analyzes, endorsing to future decision-making for efficiency in soil use and agreement with current legislation.

Keywords: Geoprocessing. APP's. Soil Use. Folha Marabá.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Localização da área de estudo.	17
FIGURA 2 – Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico: (A) Tassinari e Macambira (2004); (B) Santos et al. (2000).	24
FIGURA 3 – Mapa geológico da área estudada com suas respectivas unidades.	30
FIGURA 4 – Fluxograma do processo de extração de drenagem a partir da imagem SRTM.	32
FIGURA 5 – (A) Rede de drenagem, com delimitação de 30 m a partir das margens dos rios. (B) Mapeamento de APP nas margens de rios, após a utilização da ferramenta <i>Buffer</i>	34
FIGURA 6 – Exemplo da delimitação de APPs de nascentes com raio de 50 m, a partir do ponto central.	34
FIGURA 7 – Fluxograma com o método para determinação de APP em topo de morro.	36
FIGURA 8 – Mapa com drenagem principal e secundárias.	38
FIGURA 9 – Mapa mostrando a distribuição das APPs de nascentes e lagos da região.	39
FIGURA 10 – Mapa mostrando as áreas de preservação permanente totais na região.	41
FIGURA 11 – Mapa com as cinco classes de uso e ocupação da terra.	43
FIGURA 12 – Mapa com as áreas de pastagem e as APPs intersectando estas regiões, demonstrando os níveis de desmatamentos no terreno.	44
FIGURA 13 – A classe de vegetação secundária e não-floresta com APPs sobrepondo estas áreas.	45
FIGURA 14 – Mapa evidenciando as áreas de APPs sobrepostas em regiões de florestas preservadas.	46
FIGURA 15 – Proporção do desflorestamento interno (azul), externo (vermelho) e a diferença (verde) no estado do Pará.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs- Área de preservação Permanente

CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE- Modelo Digital de Elevação

NASA- Agência Espacial e Aeronáutica.

NGA - Agência Nacional de Inteligência Geoespacial.

SIG- Sistemas de Informação Geográfica

SNUC- Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

SPVEA- Plano de Valorização Econômico da Amazônia.

SRTM- *Shuttle Radar Topography Mission*.

TIN- *triangular irregular network*

UTM- *Universal Transition Mercator*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivos específicos	14
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO	14
1.4 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL PARA AS AREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	18
1.4.1 Unidades de Conservação	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	21
2.1 GEOPROCESSAMENTO.....	21
2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)	21
2.3 SENSORIAMENTO REMOTO	22
3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	23
3.1 PROVÍNCIA TRANSAMAZONAS (2,26-1,95 GA)	24
3.1.1 Domínio Bacajá	25
3.2 PROVÍNCIA DO TOCANTINS.....	26
3.2.1 Cinturão Araguaia (530 Ma)	27
3.2.1.1 Formação Couto Magalhães	27
3.2.1.2 Formação Pequizeiro	28
3.3 COBERTURA SEDIMENTAR CENOZÓICA	28
3.3.1 Depósitos terciários	29
3.3.2 Depósitos Aluvionares	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 DELIMITAÇÃO DAS AREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	33
4.1.1 Delimitações de Áreas de Preservação Permanente (APP)	33
4.1.1.1 Delimitação de APPs ao longo do rio ou de qualquer curso d'água.....	33
4.1.1.2 Delimitações de APPs ao redor de nascentes	34
4.1.1.3 Delimitação de APPs de declividade	35
4.1.1.4 Delimitação de APPs de Topo de Morro	35
4.2 UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	36
4.3 USO DO SOLO	37

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 ANÁLISE DOS PRODUTOS	38
5.1.1 Caracterizações das APPs com relação ao uso da terra	42
5.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	45
6 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

As políticas de planejamento para a Amazônia, a partir da criação da Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), em 1953, tomaram a região amazônica não considerando as suas peculiaridades, além da história da própria população. As políticas públicas voltadas para a Amazônia, em especial a região sudeste do Pará, com a implementação de rodovias e políticas para a ocupação do solo, promoveram importantes transformações que afetaram diretamente os costumes locais e o desenvolvimento da região (ALMEIDA, 2008).

O sudeste paraense possui riquezas com valor crescente na economia, despertando interesse do restante do país o que inclui desde produtos minerais até o potencial hidrelétrico. Neste contexto, a cidade de Marabá possui posição estratégica, decorrentes a estes projetos e planos criado pelo governo federal (ALMEIDA, 2008). A cidade sofreu diversas modificações no seu espaço urbano e na sua economia criando áreas de expansão desordenadas e afetando diretamente o meio ambiente (FEARNSSIDE, 2014).

De acordo com o Código Florestal Brasileiro, as áreas de Preservação Permanente (APPs) foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas apropriadas para alteração de uso da terra, devendo estar cobertas com a vegetação original (REIS et al., 2009). Contudo, nem sempre os limites destas APPs são respeitados. Diante deste fato, as técnicas implantadas por meio de geoprocessamento são alternativas viáveis para a redução das deficiências ao cumprimento da lei. Com a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG), foi possível a delimitação destas áreas protegidas, contemplando rios, nascentes, áreas alagadas e morros com declividade estabelecidas de acordo com as normas ambientais.

Embora a legislação ambiental brasileira seja bastante abrangente, alguns problemas contribuem para a fiscalização da agressão ao meio ambiente como a deficiência de recursos humanos e materiais. Contudo, a geração do produto cartográfico da área de estudo pode subsidiar as políticas públicas voltadas para a região, com o intuito de melhorar o planejamento e a ocupação do solo nestas áreas de preservação permanente (COELHO; MONTEIRO; SILVA, 2006).

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal a delimitação e quantificação de áreas de preservação permanente prevista na legislação, de acordo com a Resolução CONAMA 302 e 303/2002 e o Código Florestal Brasileiro que dispõem sobre a classificação e diretrizes ambientais para a delimitação dos corpos d'água e declividade de morros, visando delimitar áreas de APPs devido a futura construção da Hidrelétrica de Marabá, no rio Tocantins. Por isso a necessidade da confecção do produto cartográfico das áreas de preservação permanente da região estudada, que pode contribuir no processo de gestão ambiental e na tomada de decisões por parte dos órgãos responsáveis. Além de salientar a importância da integridade das áreas protegidas, de modo a conservar seus ecossistemas e sua biodiversidade.

1.1.1 Objetivos específicos

- Delimitação e quantificação das áreas de preservação permanente e comparação com o mapa de uso de solo para análise de possíveis degradações ao meio ambiente com o auxílio do mapa de uso do solo;
- Geração do mapa da drenagem em escala 1:50.000 presentes na área de estudo;
- Analisar o conflito da região de APP's, com o uso da terra, disponível no programa de mapeamento TerraClass do INPE (ano de 2010).

1.2 JUSTIFICATIVA

A inserção, principalmente do sudeste do paraense, no cenário econômico nacional, após a década de 1960, se fez em função dos estímulos governamentais

dados ao grande capital nacional e estrangeiro ou por meio da associação entre os dois. A participação do estado ocorreu inicialmente por meio de incentivos fiscais e depois com subsídios para a infraestrutura (ALMEIDA, 2008). Neste cenário, diversas obras foram planejadas para a região, atraindo assim imigrantes de diversas partes do país, o processo de urbanização foi acompanhado por profundas alterações no uso e ocupação do solo, que resultam em impactos ambientais criando áreas de expansão de forma desordenada. Nos últimos anos, a retirada da mata ciliar ao longo dos cursos d'água no rio Tocantins, devido a ocupações irregulares, vem aumentando significativamente o assoreamento dos canais; além da expansão da agricultura e da agropecuária e na extração de areia, em alguns trechos de seus afluentes, utilizado principalmente na construção civil (CARVALHO, 2000). Com o objetivo de gerar mais energia elétrica, para subsidiar novos projetos na região, recentemente, foi anunciado pelo governo federal a construção da hidrelétrica de Marabá, podendo atenuar os possíveis danos ao meio-ambiente.

Está previsto a construção de uma hidrelétrica, localizada no rio Tocantins, próximo de Marabá, a montante de Tucuruí, ela foi planejada para ser concluída em 2016 e aproximadamente 40 mil pessoas seriam deslocadas antes da criação do lago-reservatório, segundo fontes não-governamentais (FEARNSIDE, 2014). O local da barragem encontra-se, à jusante, quatro quilômetros a partir da ponte rodoviária. O objetivo dela é o fornecimento de energia elétrica, principalmente aos projetos de siderurgia e metalurgia Aços Laminados do Pará (ALPA), e pode ser considerada um exemplo sobre a degradação ao meio ambiente, devido a grande área que ficará submersa, não afetando apenas o ecossistema da região, e sim, pequenas cidades e áreas de unidade de conservação (Terra Indígena Mãe Maria), além das áreas de proteção ambiental em torno da construção (FEARNSIDE, 2014).

Para minimizar estes impactos e outros que afetam não somente a região, mas todo o resto do país, o governo brasileiro criou o Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771/1965 substituída pela Lei 12.651/2012), que impõe restrições sobre o uso de áreas denominadas “Áreas de Preservação Permanente” (APPs). Nessas áreas não se pode retirar a cobertura vegetal original, para permitir, assim, o exercício pleno de suas funções ambientais, de acordo com Ribeiro et al. (2005). No entanto, devido à tradição de uso intensivo do solo no passado e à dificuldade de imposição desse código, pouco se tem feito para verificar o uso atual dessas áreas.

As Áreas Protegidas são instrumentos eficazes para resguardar a integridade dos ecossistemas, a biodiversidade além da conservação do solo e proteção das bacias hidrográficas entre outros. A delimitação e a implementação das mesmas, também contribuem para assegurar a conservação do meio ambiente, o direito de permanência e a cultura de populações tradicionais e dos povos indígenas previamente existentes (COELHO; MONTEIRO; SILVA, 2006).

Os impactos das barragens incluem tanto efeitos sobre os povos quanto ao ecossistema, como a perda de peixes e de outros recursos dos rios sem contar a relocação de pessoas das áreas urbanas e rurais. Isto também ocorre com os moradores a jusante, que perdem a subsistência baseada na pesca e agricultura na várzea. Além da perda de vegetação devido a inundação direta (ALMEIDA, 2008). É necessária a delimitação destas áreas para o poder público possuir maior gestão sobre as políticas voltadas para o planejamento e uso sustentável do meio ambiente. No entanto devido ao uso intensivo do solo e a dificuldade de fiscalização por partes dos órgãos competentes que, apesar do avanço da legislação ambiental, com medidas para delimitação de APPs e Unidades de Conservação, atitudes mais radicais devem ser tomadas para minimizar os efeitos negativos nestes recursos naturais.

Diante do exposto, o uso do Geoprocessamento no estudo e monitoramento da região é fundamental, pois reúne um conjunto de ferramentas aplicáveis ao planejamento geográfico na obtenção de dados para serem utilizados no planejamento e zoneamento devido às dificuldades naturais inerentes à região que permite realizar trabalhos em locais e épocas em que o acesso é difícil ou mesmo impossível em boa parte do ano (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Entretanto poucos trabalhos têm sido feitos para investigar e demonstrar a tecnologia em relação a delimitação das áreas de APP's restringidas pelo Código Florestal, bem como sua eventual degradação. Com isto, as ferramentas de geoprocessamento, tornam-se fundamentais para fins de planejamento, pois destaca-se a confiabilidade e a reprodutibilidade dos resultados, que são facilmente organizados e acessados sob a forma de bases de dados digitais, podendo subsidiar o processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas (RIBEIRO et al., 2005).

1.3 LOCALIZAÇÃO E ACESSO

A área estudada encontra-se dentro da Folha Marabá SB-22-X-D-2 está localizada no Sudeste Paraense, município de Marabá, na confluência entre os Municípios de Marabá, Bom Jesus do Tocantins e São João do Araguaia além de parte do estado de Tocantins. (Figura 1). A região possui área total de 47.332295 km² delimitado pelas coordenadas geográficas: latitude sul 5° 00' 00" e 5° 30' 00"; longitude oeste 49° 00' 00" e 48° 30' 00'.

A cidade de Marabá pode ser acessada através das rodovias BR-230 ou PA-150, além dos rios Tocantins e Itacaiunas ou por via aérea, através das principais empresas de aviação. A área mapeada pertence a Folha SB-22-X-D-2, em escala de 1:50.000.

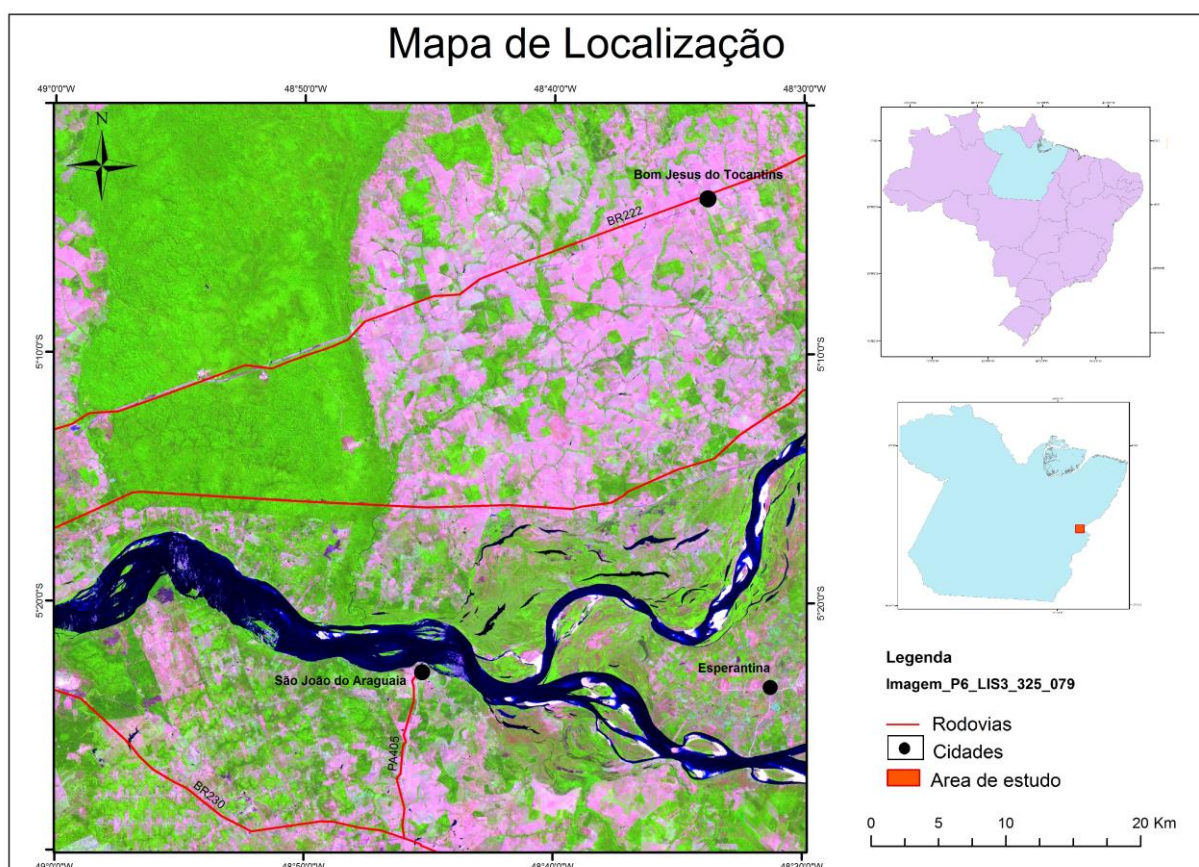


FIGURA 1 – Localização da área de estudo.

1.4 FUNDAMENTAÇÃO LEGAL PARA AS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012) define:

Art 2º As florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação nativa, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País, exercendo-se os direitos de propriedade com as limitações que a legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem.

Art 3º, inc. II – Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas; (BRASIL, 2012).

Estas áreas foram criadas para a proteção do ambiente, logo são áreas impróprias para a ocupação e/ou uso do solo, acarretando desestabilização no sistema atenuando efeitos erosivos e lixiviação do solo além do assoreamento dos cursos d'água prejudicando todo o ecossistema.

Conforme regulamentação da Lei 12.651/2012, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente, juntamente com as Resoluções CONAMA 302 e 303 de março de 2002, foram adotadas novas definições com alterações significativas, principalmente, em relação às distâncias de fixação do limite de APPs, associadas à respectiva largura dos cursos d'água.

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação; (BRASIL, 2012).

1.4.1 Unidades de Conservação

As Unidades de conservação são áreas instituídas e geridas pelo poder público federal, estadual ou municipal. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC – Lei nº 9.985/2000), são definidas como

espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção; (BRASIL, 2000).

A criação dessas áreas se intensificaram entre os anos de 2003 e 2006, e a manutenção destas áreas protegidas que engloba as Terras Indígenas que são territórios da união onde os indígenas têm direito à posse permanente e ao usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, de acordo com a Constituição Federal de 1988 (CATELANI; BATISTA, 2007).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 GEOPROCESSAMENTO

Para Câmara e Medeiros (1998) o Geoprocessamento é um conjunto de técnicas de processamento de dados, destinados a extrair informação ambiental a partir de uma base de dados georreferenciados, ou seja, posicionados corretamente em determinado local do espaço. Remete a área que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para tratar informações geográficas, e que auxilia diversos setores, nos quais se aplicam ferramentas cartográficas para gestão adequada de tarefas, tais como, transporte, comunicações, energia e análise de recursos naturais.

De acordo com Lima (2008) existem metodologias possíveis de serem implementadas, por meio do Geoprocessamento, tornando-se alternativas viáveis para reduzir de maneira significativa as deficiências relativas ao cumprimento das leis pertinentes. As condições oferecidas permitem integrar as informações cartográficas, possibilitando por meio da análise ambiental estabelecer correlações espaciais, relações de causa e efeito e aspectos temporais que antes eram impraticáveis pelos meios tradicionais existentes auxiliando de maneira decisiva a investigação da adequação do uso da terra em APP's

2.2 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

É um conjunto das ferramentas computacionais de geoprocessamento (NOVO, 1988). O georreferenciamento é o processo, que através de um sistema de coordenadas, conecta as feições geográficas reais com as feições gráficas de desenho, tornando possível o uso de informações para tomada de decisões. As técnicas de geoprocessamento podem contribuir também para a delimitação de áreas de preservação permanente (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001).

Logo, Fits (2008) chama a atenção para as aplicações possíveis utilizando esse sistema, dentre elas está às ações de planejamento, gestão, monitoramento,

ao manejo e a caracterização de espaço urbano e rural. Como atualmente os recursos naturais estão sofrendo constante pressão por ações antrópicas o geoprocessamento, com seu conjunto de ferramentas, desempenha um papel importante no monitoramento ambiental principalmente em áreas florestadas.

2.3 SENSORIAMENTO REMOTO

Define-se sensoriamento remoto como aplicação de dispositivos acoplados em aeronaves ou satélites, nos quais se consegue obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da terra, as informações sobre o objeto são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos de força que o cercam (NOVO, 1988). Ou seja, é possível se obter informação sobre um determinado alvo, sem o contato direto.

Os dados obtidos através de sensoriamento remoto orbital vêm atendendo as necessidades de informações a respeito de monitoramento da superfície e servem como fonte de estudos em levantamentos florestais, agrícolas, geológicos, cartográficos entre outros (HOTT et al, 1993).

Dessa forma, o uso do Geoprocessamento no monitoramento ambiental auxilia na investigação, descrição e interpretação a partir da análise criteriosa de diversas ferramentas, auxiliando no monitoramento do avanço da ocupação da terra, aumentando o controle ao uso dos recursos naturais.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

O continente Sul-americano está dividido em três unidades geotectônicas, as quais são Plataforma Sul-Americana, Faixa Orogênica Andina e Plataforma Patagônica, de acordo com Almeida et al. (1981) o Brasil em sua grande parte, está inserido na Plataforma Sul-Americana, que é por sua vez subdividida em três grandes escudos pré-cambrianos, o Escudo das Guianas, o Escudo Brasil Central ou Guaporé, e o Escudo Atlântico, além disso, ocorrem muitas áreas de coberturas sedimentares fanerozóicas, que formam diversas bacias.

O Cráton Amazônico, localizado na porção norte da Plataforma Sul-Americana, cobre uma área de aproximadamente 4.500.000 km², que inclui a parte norte do Brasil, Guiana Francesa, Venezuela, Guiana, Suriname, Colômbia e Bolívia, é constituído pelos escudos das Guianas e Brasil Central, separados pelas bacias sedimentares Fanerozóicas do Solimões e Amazonas. É limitado a norte pela margem Atlântica, e em suas extremidades oriental e meridional por faixas orogênicas Neoproterozóicas amalgamadas durante o Ciclo Brasileiro (Cinturão Paraguai-Araguaia-Tocantins). O limite ocidental ocorre com a Cadeia Andina é em grande parte convencional, uma vez que geralmente está encoberto por depósitos cenozóicos das bacias de antepaís, retroarco e sub-andinas (SCHOBENHAUS; BRITO NEVES, 2003).

Nas últimas décadas vários modelos de compartimentação tectônica foram propostos para o Cráton Amazônico (AMARAL, 1974; CORDANI et al., 1979; SANTOS et al., 2000; TASSINARI 1996; TASSINARI et al., 2000; TEIXEIRA et al., 1989). Dentre as propostas mais discutidas na literatura (Figura 2), destacam-se a de Tassinari e Macambira (2004) e Santos et al. (2006), em que de maneira geral, são similares, porém, apresentam algumas discordâncias, sobretudo em relação aos limites de províncias tectônicas, mas ambas admitem que a evolução do Cráton Amazônico é resultante de sucessivos episódios de acreção crustal durante o Paleoproterozóico e o Mesoproterozóico, em volta de um núcleo mais antigo, estabilizado no final do Arqueano denominado Província Carajás (SANTOS et al., 2006) ou porção sudeste da Província Amazônia Central (TASSINARI; MACAMBIRA, 2004).

Dentre a proposta de Santos et al. (2006) o Cráton Amazônico seria dividido

em sete províncias geocronológicas: Carajás (3,0 Ga a 2,5 Ga), Transamazonas (2,2 Ga a 1,9 Ga), Tapajás-Parima (2,03 Ga a 1,86 Ga), Amazônia Central (1,9 a 1,86), Rondônia-Juruena (1,85 Ga a 1,54 Ga), Rio Negro (1,82Ga a 1,52 Ga) e Sunsás (1,45 Ga a 1,0 Ga).

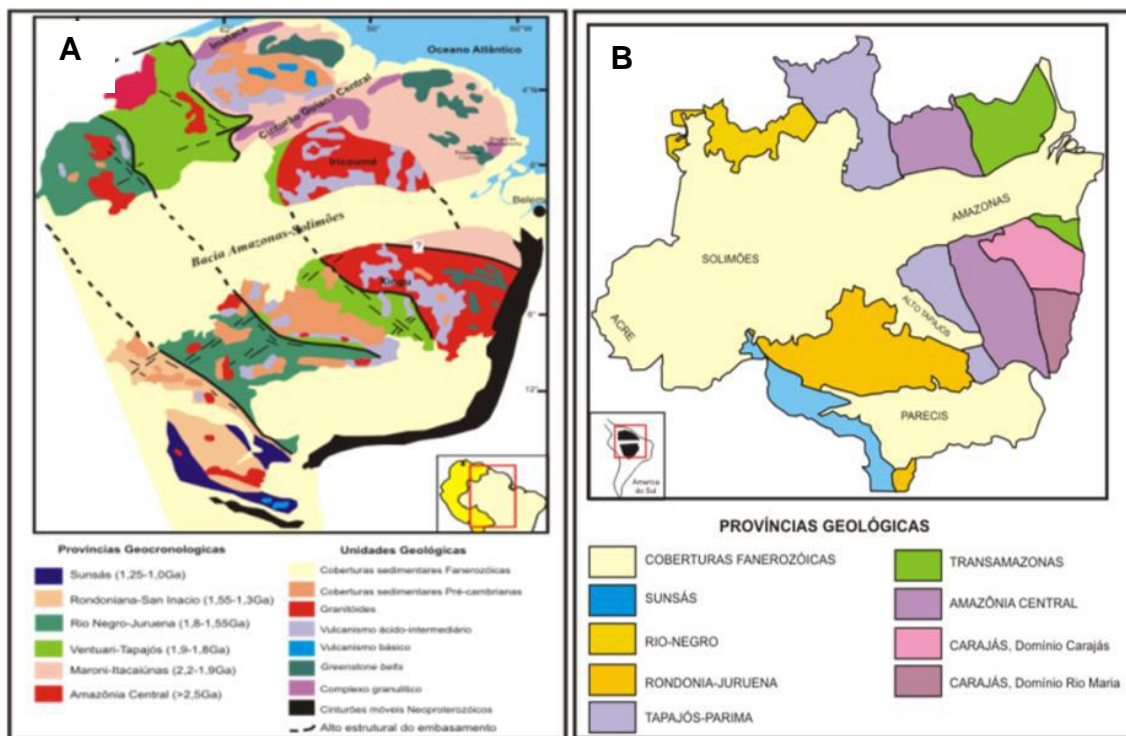


FIGURA 2 – Províncias geocronológicas do Cráton Amazônico: (A) Tassinari e Macambira (2004); (B) Santos et al. (2000).

As unidades geológicas encontradas na área estudada são: Província Transamazonas (Domínio Bacajá), Província Tocantins (Grupo Tucuruí, Formação Morrote), Cinturão Araguaia (Formação Couto Magalhaes), depósitos terciários (Bacia do Marajó, Sub-Bacia de Mocajuba, Formação Barreiras) e depósitos aluvionares.

3.1 PROVÍNCIA TRANSAMAZONAS (2,26-1,95 GA)

A Província Transamazonas representa um expressivo orógeno paleoproterozóico, com evolução relacionada ao Ciclo Transamazônico (2,26 – 1,95 Ga), que se estende ao longo das porções norte e nordeste do Cráton, desde o

nordeste do Escudo Brasil Central, e recobrimdo a porção setentrional do Escudo das Guianas, através do norte do Brasil (Amapá e noroeste do Pará), Guiana Francesa, Suriname, Guiana e leste da Venezuela (SANTOS, 2003). Segundo a proposta de compartimentação tectônica do Cráton Amazônico de Tassinari e Macambira (2004), este órogeno corresponde à Província Maroni-Itacaiúnas, e em escala global é correlacionado aos terrenos birrimianos do Cráton Oeste Africano, formados durante o Evento Eburneano, em linhas gerais, a Província Transamazonas consiste de grandes domínios juvenis paleoproterozóicos e segmentos arqueanos retrabalhados durante o Transamazônico, essa província é constituída pelo Bloco Amapá, Domínio Carecuru, Domínio Paru, Domínio Bacajá, Domínio Santana do Araguaia (VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008).

3.1.1 Domínio Bacajá

O Domínio Bacajá está contido na Província Transamazonas ou Maroni-Itacaiúnas na porção leste do Cráton Amazônico, localizado a sudoeste da Rodovia Transamazônica, sendo tectonicamente justaposto ao Bloco Carajás, que se situa ao sul (RICCI; COSTA; OLIVEIRA, 2003; SANTOS 2003; VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008).

O Domínio é composto por associações tectônicas que representam fragmentos arqueanos e siderianos retrabalhados durante o Ciclo Transamazônico, granitóides de arcos magmáticos riacianos, granitóides e charnockitos relacionados ao clímax e estágios posteriores da colisão continental riaciana, podendo ser considerado como um órogeno colisional (VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008).

Em linhas gerais, o Domínio Bacajá apresenta predomínio de rochas de alto grau metamórfico, uma menor proporção de rochas supracrustais, charnockitos e granulitos reequilibrados (descharnockitizados e retrometamorfisados) além de uma notável tectônica transcorrente, marcada por extensas zonas de cisalhamento nas direções NW- SE e WNW-ESE, paralelas e contínuas, que imprimem deformação dúctil nas rochas (RICCI; COSTA; OLIVEIRA, 2003).

As unidades estratigráficas do Domínio Bacajá foram distinguidas quanto a sua composição litológica, grau metamórfico, padrão estrutural e idade e, sobretudo aquelas que definem a assembleia de embasamento, foram consideradas como unidades tectono-estratigráficas, portanto com ocorrência restrita a um específico terreno tectônico (COSTA, 2006; RICCI et al., 2003).

As unidades estratigráficas são agrupadas em grandes conjuntos litológicos denominados: Complexos Metamórficos, *Greenstone Belts* e, de acordo com os estágios orogênicos do Ciclo Transamazônico, Magmatismo Orogênico Pré-colisional, Magmatismo Orogênico *Sin* a Tardi-Colisional, Magmatismo Orogênico *Tardi* a Pós-Colisional e Magmatismo Pós-Orogênico.

3.2 PROVÍNCIA DO TOCANTINS

A Província Estrutural Tocantins, localizada na região central do país, nos estados do Pará, Tocantins e Goiás, é uma entidade tectônica formada por um sistema de orógenos essencialmente neoproterozóicos, denominados faixas Brasília, Paraguai e Araguaia, e Arco Magmático de Goiás, cuja evolução se deu durante o Ciclo Orogênico Brasileiro/Pan-Africano, a partir da convergência e colisão de blocos continentais: o Cráton Amazônico (a oeste), o Cráton São Francisco (a leste) e o Cráton Paranapanema (a sudoeste, e encoberto por rochas fanerozóicas da Bacia do Paraná), durante a amalgamação do Gondwana Oriental. Além dos orógenos neoproterozóicos, a Província Tocantins é constituída por diversos terrenos com idades que variam do Mesoarqueano ao Mesoproterozóico, tendo sido todos eles retrabalhados durante o Ciclo Orogênico Brasileiro (ALMEIDA et al., 1977; DELGADO et al., 2003).

A porção setentrional desta província está representada, no estado do Pará, pelo Cinturão Araguaia, que margeia a borda oriental do Cráton Amazônico, e que corresponde ao segmento norte do Cinturão Paraguai-Araguaia (ALMEIDA et al. 1981)

3.2.1 Cinturão Araguaia (530 Ma)

O Cinturão Araguaia apresenta extensão de aproximadamente 1200 km e largura de cerca de 100 m, prolongando-se na direção N-S, margeando a borda leste do Cráton Amazônico. Costa et al. (1988) definiram o Cinturão Araguaia como um cinturão de cisalhamento oblíquo cavalgante, descaracterizando a anterior concepção de cinturão de dobramento. O cinturão Araguaia é constituído pelas rochas alcalinas pertencentes as suítes Monte Santo e Serra da Estrela, e essencialmente pelas formações supracrustais do Supergrupo Baixo Araguaia, dividido nos grupos Estrondo (formações Morro do Campo e Xambioá) e Tocantins (formações Pequizeiro e Couto Magalhaes). Além de corpos máficos e ultramáficos alojados concordantes ou discordantemente a estruturação do Cinturão Araguaia, bem como os granitoides *sin* e tarditectonicos. Somente as unidades litológicas relacionadas ao Grupo Tocantins afloram próximo a região de Marabá (FELIPE, 2012).

3.2.1.1 Formação Couto Magalhães

Esta formação aflora em boas exposições nas margens do rio Araguaia, no trecho entre as cidades de Santana do Araguaia e Conceição do Araguaia, nas adjacências de Araguacema e Conceição do Araguaia, e na rodovia TO-367, nos arredores de Couto Magalhães (GORAYEB, 1981; FIGUEIREDO et al., 1994).

Esta unidade é constituída essencialmente por um conjunto de rochas de baixo grau metamórfico representada por filitos pelíticos e filitos grafitosos, metarcósios, metassiltitos e lentes de quartzitos. Os filitos pelíticos apresentam granulação fina, coloração cinza esverdeada e são constituídos por sericita, clorita e quartzo (GORAYEB 1981).

Sousa e Moreton (1995) se referem a estruturas sedimentares primárias preservadas em metarcósios da Formação Couto Magalhães, como estratificações plano-paralelas e cruzadas. Segundo Soares et al. (2002) o metamorfismo para essas rochas varia de anquimetamórfico a fácies xisto verde.

Soares et al. (2002) realizaram estudos em um furo de sondagem executado na região de Redenção, sudeste do Pará. Segundo esses autores, essas rochas foram depositadas em águas profundas relacionadas à zona de talude e assoalho de bacia marinha.

3.2.1.2 Formação Pequizeiro

Os clorita xistos da Formação Pequizeiro distribuem-se em uma estreita faixa de aproximadamente 65km de comprimento, direção da camada, aproximadamente NNW-SSE. Os xistos desta unidade são frequentemente do tipo cálcio-muscovita-quartzo-clorita xistos, com granulação média a fina, colorações esverdeadas e tendo cores de alteração amareladas e/ou esverdeadas (VASQUEZ; ROSA-COSTA, 2008).

3.3 COBERTURA SEDIMENTAR CENOZÓICA

A Bacia do Marajó situa-se na confluência dos rios Amazonas e Tocantins, Estado do Pará, possuindo uma área de 53.000 km². É constituída por falhas normais NW-SE cortadas por falhas de transferência NE-SW e ENE-WSW, que a compartimentaram nas sub-bacias Mexiana, Limoeiro, Mocajuba e Cameté (Villegas 1994), formando, assim, a típica geometria de meia-lua da bacia (Zalan et al.2010). Esta bacia se estende desde as plataformas do Pará e Amapá até o continente, atravessando a Ilha de Marajó, e limita-se a sul com a Bacia do Grajaú, através do Arco Capim, e a oeste tem o seu limite com Bacia do Amazonas marcado pelo Arco Gurupá. A Bacia do Marajó é constituída pelas unidades cretáceas Grupo Itapecuru e Formação Ipixuna, e pela Formação Tucunaré, do Neógeno (VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008).

Seu preenchimento sedimentar compreende um pacote de rochas sedimentares depositado desde o Eocretáceo até o Recente, atingindo espessura de até 11 km dividido na sequência Rife e Pós-Rife (SOARES et al.2002).

3.3.1 Depósitos terciários

A denominação Barreiras foi utilizada para definir os sedimentos das falésias que ocorrem ao longo da costa litorânea do Brasil (FELIPE, 2012). A formação é constituída por arenitos friáveis e quartzosos, argilitos variegados estratificação sigmoidal e arenosa com estratificação cruzada acanalada e conglomerados depositados num sistema estuarino de vales incisos, cuja evolução está ligada a flutuações do nível relativo do mar e eventos tectônicos maiores que afetaram a América do Sul nos últimos 25 milhões de ano (ROSSETTI 2000).

Em superfície, os depósitos sedimentares que afloram na Sub-bacia de Mocajuba, arredores da cidade de Marabá, têm sido designados de formações: Itapecuru (Albo- Cenomaniano), Ipixuna (Cretáceo Superior/Terciário Inferior), Barreiras/Marabá (Mioceno), Sedimentos pós-Barreiras (Plio-Pleistoceno) e coberturas holocênicas (FELIPE, 2012; LIMA et al., 1980; SOUZA; SANTOS JUNIOR, 2010; SUGUIO; FÚLFARO, 1977; VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008).

Estes depósitos apresentam forte similaridade com o empilhamento estratigráfico de bacias lateralmente adjacentes (Sub-bacia de Cametá) (NASCIMENTO; GOES, 2005; ROSSETTI, 2004; SANTOS JUNIOR, 2002; 2006; SANTOS JUNIOR; ROSSETTI, 2003; 2006; SOUZA et al., 2007), os quais são representados pelas formações Alcântara/Itapecuru (Albo-Cenomaniano), Cujupe/Ipixuna (Cretáceo Superior/Terciário Inferior), Barreiras (Mioceno) e pós-Barreiras (Plio-Pleistoceno) (FELIPE, 2012; GÓES, 1981; 1995; MENDES; TRUCKENBRODT, 2009; NASCIMENTO; GOES, 2005; ROSSETTI et al., 1989; 1990; ROSSETTI, 2000; ROSSETTI; GOES, 2003; 2004; ROSSETTI; SANTOS JUNIOR, 2004; SANTOS JUNIOR, 2002; 2006; SANTOS JUNIOR; ROSSETTI, 2003; 2006; VASQUEZ; MACAMBIRA; ARMSTRONG, 2008; VILLEGAS, 1994).

A Formação Itapecuru é constituída por arenitos cinza esbranquiçados, esverdeados ou vermelhos castanhos. Góes (1981) considera esta unidade como essencialmente siliciclástica e formada, sobretudo, por arenitos caulínicos finos, com níveis argilosos e conglomeráticos, que exibem, via de regra, abundante estratificação cruzada, e que foram depositados em ambiente continental fluvial, sob condições semi-áridas (VASQUEZ, 2008).

Rossetti e Góes (2004) assinalam que a Formação Ipixuna compreende argilitos caulínicos e arenitos finos a grossos, originada em ambiente flúvio-lacustre.

3.3.2 Depósitos Aluvionares

Esta unidade representa os sedimentos clásticos inconsolidados relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água, que constituem basicamente depósitos de canais (barras em pontal e barras de canais) e de planícies de inundação (VASQUEZ; ROSA-COSTA, 2008)

Diante do exposto, em relação as unidades mapeadas, segundo CPRM (2008) segue o mapa abaixo (Figura 3).

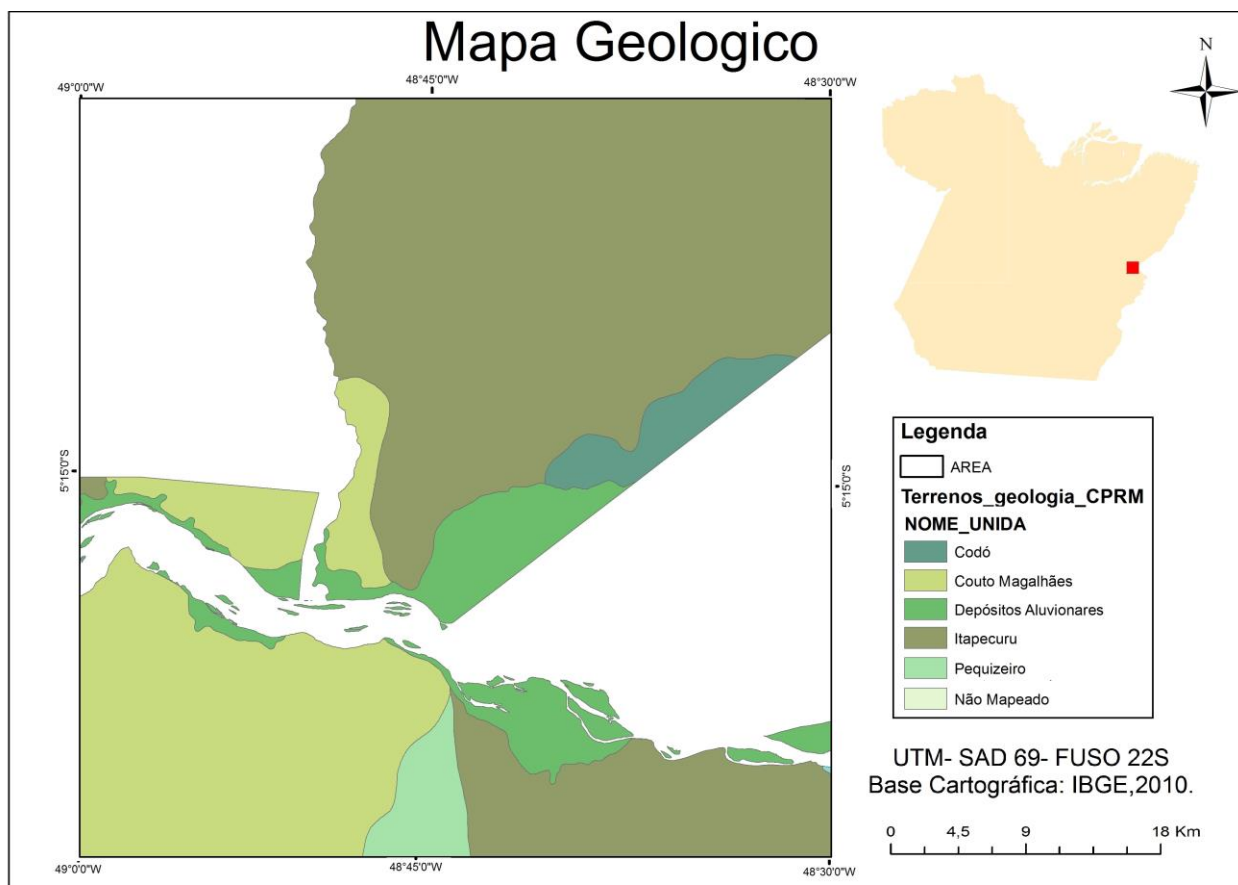


FIGURA 3 – Mapa geológico da área estudada com suas respectivas unidades.
Fonte: Menezes; Monteiro e Galvão (2010).

4 MATERIAL E MÉTODO

Para a realização desse estudo, foi necessário fazer um levantamento de dados cartográficos necessários e pesquisa bibliográfica referentes aos assuntos abordados. A seguir encontram-se descritos os procedimentos para alcançar o objetivo deste trabalho.

A área foi delimitada com base na Carta Topográfica do IBGE, escala 1:50.000. Neste trabalho foram utilizados Modelo Digital de Elevação (MDE) com aproximadamente 90 metros de resolução espacial. Este dado é originário do mapeamento do relevo terrestre SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), da NASA (Agência Espacial e Aeronáutica) e NGA (Agência Nacional de Inteligência Geoespacial) dos Estados Unidos, executado no ano 2000, e disponibilizado pelo USGS *Eros Data Center* (Centro de Dados do Departamento de Levantamento Geológico dos Estados Unidos). Além na aquisição de imagens Landsat LISS orbita/ponto 223- 064, com passagem em 25/07/2010 necessárias para o estudo, fornecidas pelo INPE. As composições coloridas foram geradas com as bandas 5(R), 4(G) e 3(B).

Após a composição RGB, a imagem foi georeferenciada tendo como base o mosaico georeferenciado gerado a partir das imagens TM/Landsat, bandas TM 7,4,2 combinadas com a pancromática, com resolução espacial de 14,25m, construído pela NASA, que segundo Mello et al. (2004) pode ser utilizada como base de referência para georreferenciamento de imagens de satélite principalmente em áreas do território brasileiro de difícil acesso, como a Amazônia Legal, onde não existem documentos cartográficos atualizados ou em escalas superiores a 1:250.000 km.

Neste trabalho foram utilizados modelos digitais de elevação ou modelo numérico de terreno, pois se faz útil para representar a realidade em três dimensões, e através do mesmo pode-se obter mapas de declividade e disposição do terreno. O MDE é uma representação numérica, em formato digital, da distribuição espacial da elevação da superfície e pode ser representado por grades regulares e irregulares. (CATELANI; BATISTA, 2007). As grades irregulares possuem formas de triângulo, sendo chamadas de TIN (*triangular irregular network*). O TIN é uma estrutura vetorial, que representa a superfície através de conjuntos de faces triangulares interligadas. Cada vértice do triângulo possui coordenadas x, y e z, obtendo-se o

valor de elevação em qualquer ponto na superfície das faces (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Para facilitar a visualização na imagem, as cores representam diferentes cotas na superfície do terreno. As curvas de nível obtidas a partir da imagem SRTM, são as fontes mais comuns para geração de MDEs. A partir desse tratamento prévio dos dados, torna-se possível o mapeamento das Áreas Protegidas, utilizando-se metodologia específica para cada uma das classes de APPs. (MOREIRA, 2001). Toda a base cartográfica foi georeferenciada ao sistema Geodésico SAD 69 na projeção UTM, fuso 22S.

Inicialmente foi utilizado para a extração da rede de drenagem, a imagem SRTM correspondente a área estudada, com o auxílio da ferramenta *Hidrology*, com a ferramenta *Fill*, as depressões foram preenchidas. Deste arquivo, foi gerado um novo arquivo a partir da ferramenta *Flow direction* que demonstra a direção do fluxo de água em cada célula que em seguida foi utilizado para gerar o fluxo acumulado de água pela ferramenta *Flow accumulation*. O mapa de fluxo acumulado de água foi dividido em classes, e as mesmas foram quantificadas em área e percentualmente em relação à área da bacia, por fim, foi gerado a rede de drenagem representando os maiores rios da bacia. Como mostrado no fluxograma (Figura 04).

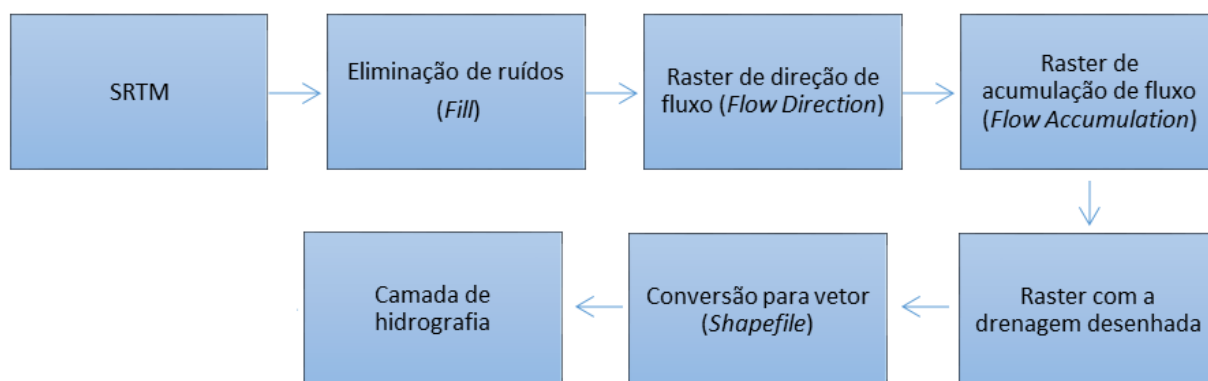


FIGURA 4 – Fluxograma do processo de extração de drenagem a partir da imagem SRTM.

4.1 DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

As áreas de preservação permanente foram delimitadas segundo a legislação do Código Florestal de 2012 e resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 303, de 20 de março de 2002 e descritas a seguir:

As áreas de preservação permanente relacionadas a rede hidrográfica foram demarcadas segundo o método usado por Peluzio; Santos e Fieldler (2010), no qual se utilizou da ferramenta *Buffer* do *Analysis Tools* do *Arc Toolbox* do *software ArcGis 9.3*. Essa operação de análise de proximidade nada mais é do que uma ferramenta que consiste em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, onde os limites externos possuem distância fixa x e os limites internos são formados pelos limites da feição geográfica em análise.

4.1.1 Delimitações de Áreas de Preservação Permanente (APP)

De acordo com os critérios estabelecidos na legislação, a área foi mapeada seguindo a metodologia específica para cada classe descrita baseada na Lei Federal Lei 12.651/2012 institui o Novo Código Florestal Brasileiro e nas Resoluções CONAMA Nº 302 e 303/2002.

4.1.1.1 Delimitação de APPs ao longo do rio ou de qualquer curso d'água

O Mapeamento das APPs de margens de rios (APP1) foi obtido através do mapa de rede de drenagem, onde uma área de extensão regular foi definida utilizando a ferramenta *Buffer* com distância de 30 metros (Figura 5) quando este rio apresenta largura igual o inferior a 10 m e 500 metros quando este rio apresenta largura superior a 600 metros.

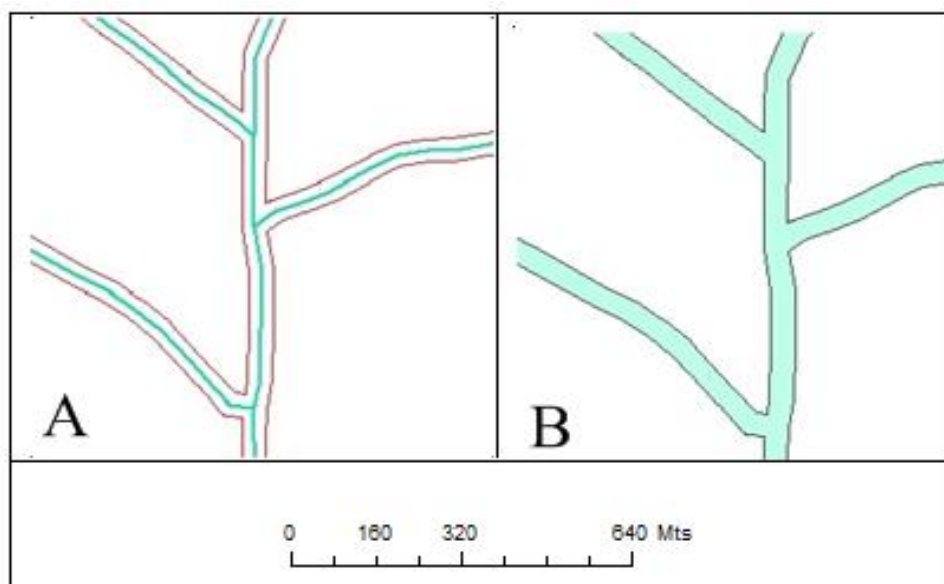


FIGURA 5 – (A) Rede de drenagem, com delimitação de 30 m a partir das margens dos rios. (B) Mapeamento de APP nas margens de rios, após a utilização da ferramenta *Buffer*.

4.1.1.2 Delimitações de APPs ao redor de nascentes

O mapeamento de nascentes (APP2) foi obtido de forma similar ao mapeamento de rios, porém foi utilizado dados com informações previamente estabelecidas com os pontos correspondentes as nascentes (Figura 06). A partir destas informações foi utilizada a ferramenta buffer criando uma área de extensão de 50 metros a partir do ponto central.

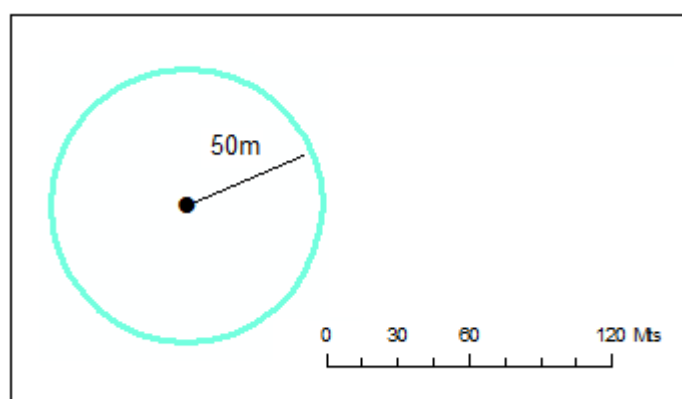


FIGURA 6 – Exemplo da delimitação de APPs de nascentes com raio de 50 m, a partir do ponto central.

4.1.1.3 Delimitação de APPs de declividade

A partir do modelo digital de elevação, realizou-se a análise de declividade, usando a função *Sloop* no *Spatial Analyst Tools* do *Arc toolbox* do *ArcGis 9.3*. Com o auxílio da ferramenta *Reclassify* no *Spatial Analyst Tools* do *Arc Toolbox* foi gerado uma grade de declividade em graus da região, que foi posteriormente fatiado, gerando um mapa temático em que áreas cuja declividade apresentou valores iguais ou superiores a quarenta e cinco graus, e foram atribuídos a classe APPs.

4.1.1.4 Delimitação de APPs de Topo de Morro

O mapeamento de APPs de topo de morro depende da caracterização do relevo e a tomada dos pontos de cume e base de morro necessários ao cálculo do terço superior, que corresponde a área de preservação propriamente dita. A metodologia utilizada neste tópico foi descrito por Peluzio; Santos e Fieldler (2010) e por Oliveira (2009) considerando os itens que devem ser obrigatoriamente observados para a delimitação dos topos de morro, de acordo com os procedimentos da Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais, Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, delimitando assim as APPs.

O CONAMA adota na Resolução Nº 303, as seguintes definições no Art. 2º:

IV- morro: elevação de terreno com cota do topo em relação à base entre 50 m e 300 m e encostas com declividade superior a trinta ou aproximadamente dezessete graus na linha de maior declividade;

V- montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI- base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII- linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma sequência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas (CONAMA, 2002).

Seguindo a metodologia, a identificação de morros e montanhas é feita invertendo-se o modelo digital de elevação, sendo os topos identificados como depressões. Para cada depressão, identifica-se a respectiva bacia de contribuição, cujo contorno representará, então, a base do morro ou montanha. Após isolar-se cada elevação do terreno que satisfazia os critérios mencionados, e com base nos valores de altimetria, delimitou-se o respectivo terço superior (RIBEIRO et al., 2005) conforme figura 7.

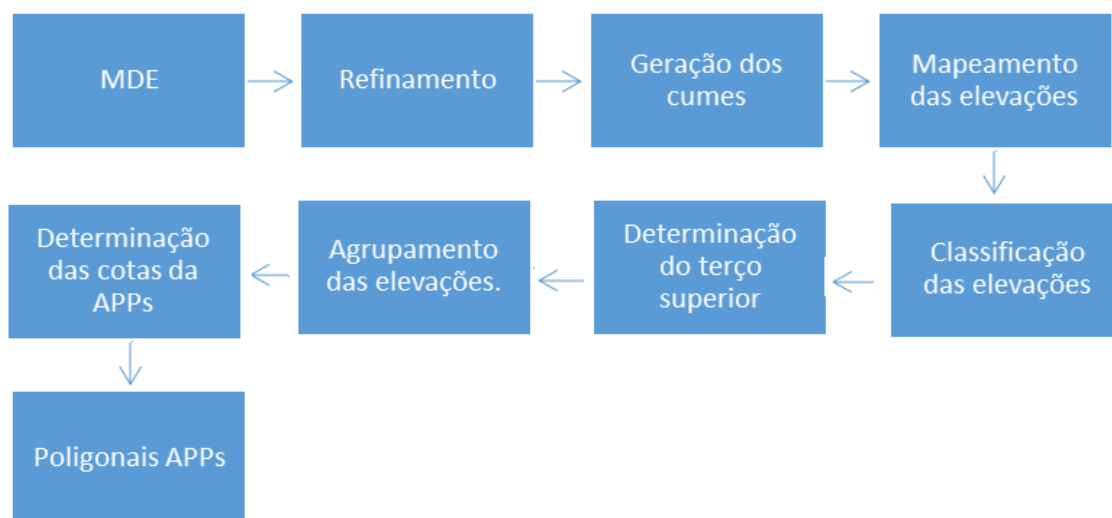


FIGURA 7 – Fluxograma com o método para determinação de APP em topo de morro.

4.2 UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

A presença da Floresta na área de estudo permite a discussão sobre o papel que as unidades de conservação de uso sustentável, a criação de novas unidades tem sido uma das principais estratégias criadas pelo Ministério do Meio Ambiente o controle do desmatamento da Amazônia. Neste trabalho foram utilizados dados do Zoneamento Ecológico- Econômico da Zona Leste e Calha Norte do Estado do Pará editado por Menezes; Monteiro e Galvão (2010).

4.3 USO DO SOLO

O uso do solo foi caracterizado em cinco classes para fazer o confronto com as APPstotais e, assim, se verificar como as mesmas estão distribuídas entre as respectivas classes e os conflitos de uso do solo existente entre o definido pela legislação e o atual uso e ocupação do solo. Para se fazer a classificação utilizou-se arquivos *Shapefile* gerados pelo TerraClass de 2010, versão mais recente, disponibilizados pelo INPE, com coordenada geográfica UTM e *Datum* SAD-1969.

A classificação é do tipo não supervisionada onde se utiliza somente o arquivo para classificar os usos do solo, não se foi ao campo verificar se o tipo de uso é o mesmo que a imagem apresenta. A classificação foi realizada através da ferramenta *Arctools box > Intersect do ArcGIS 9.3*, na qual utilizaram-se as seguintes classes: área urbana, floresta, vegetação secundária, pasto/solo exposto, não-floresta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DOS PRODUTOS

A metodologia de delimitação automática das áreas de preservação permanente possibilitou identificar e quantificar as categorias de APPs, ao longo das margens cursos d'água – APP-1, nas nascentes – APP-2, lagos – APP-3. Totalizando 3 categorias de APPs na área de estudo.

Na figura 8 apresenta-se as APPs ao longo das margens dos cursos d'água. Foram delimitadas duas classes: a drenagem principal, representada pelo rio Tocantins, cuja largura foi de 500 m com 31643,27 ha e a delimitação para as drenagens secundárias foi de 30 m com 14981,62 ha ocupando cerca de 95,2% dentro da categoria de APPs.

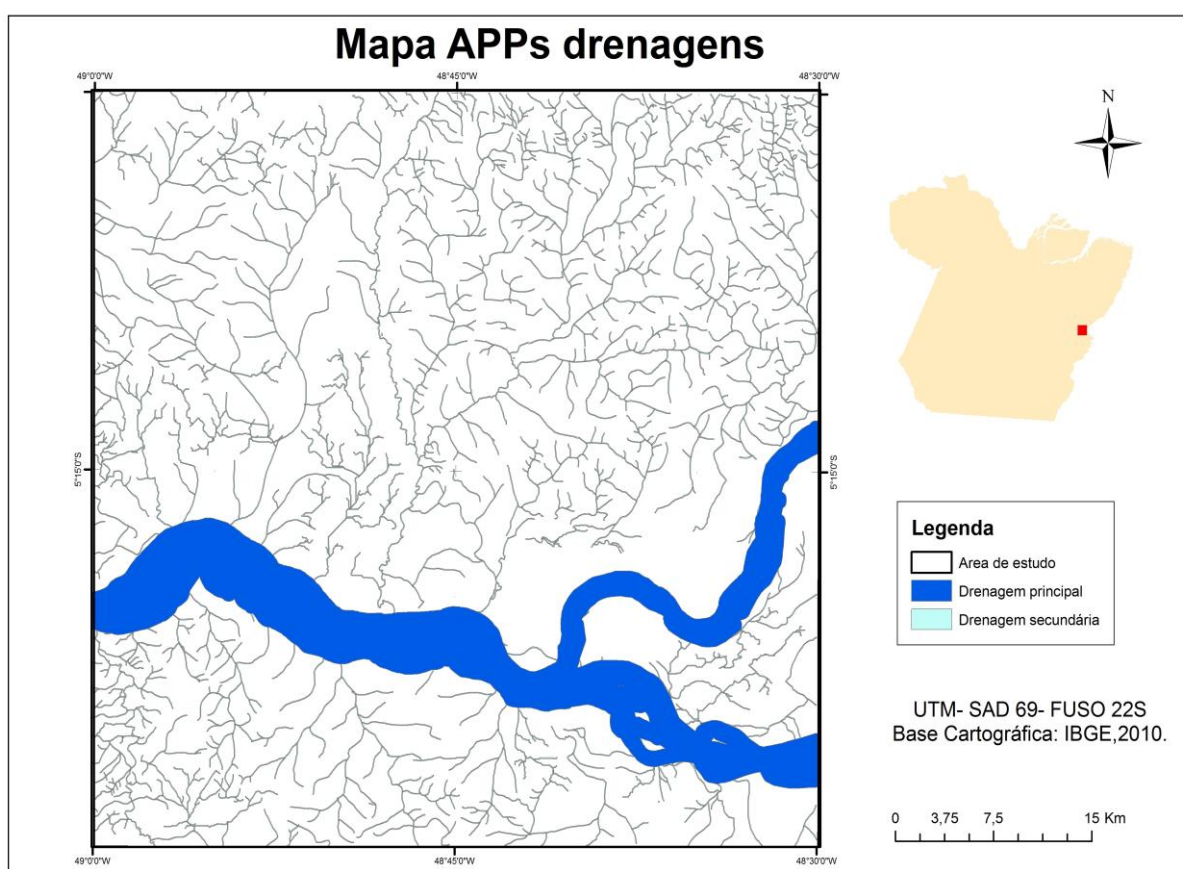


FIGURA 8 – Mapa com drenagem principal e secundárias.

As áreas em um raio de 50 m ao redor das nascentes somam 2.47 Ha, representando cerca de 0,8 % da superfície da área (Figura 09).

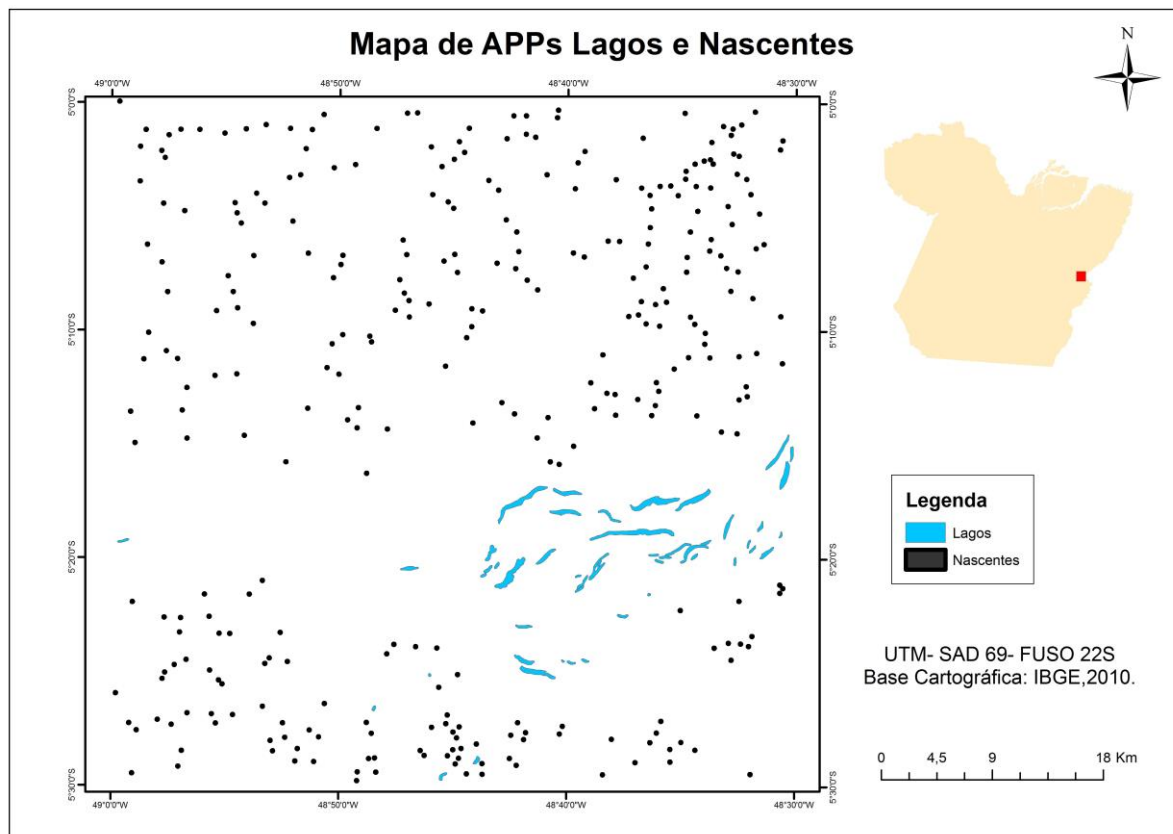


FIGURA 9 – Mapa mostrando a distribuição das APPs de nascentes e lagos da região.

A análise da tabela 1 mostra a participação entre as categorias de APPs, sendo as APPs de drenagem principal e secundárias agrupadas apenas em uma variável (APP-1). Nota-se que as áreas de preservação ocuparam uma área de 48.982,20 há. De um total de 305.369,03 ha da área da região estudada, apenas 4027,74 ha estão efetivamente protegidas, pois a maior parte está inserida na unidade de conservação ambiental.

TABELA 1 – Quantificação das APPs na região de estudo.

Categorias de APPs	Área	
	ha	%
APP-1	46.624,89	95,2
APP-2	2.47,15	0,8
APP-3	2.109,78	4
TOTAL	48.982,20	100

Na área estudada, não foi detectado regiões classificadas como APP de topo de morro, podendo levar em consideração a baixa altitude da região, bem como o seu relevo. É bom salientar ainda que as informações de APPs de topo de morro encontram-se no ponto de maior complexidade tanto no entendimento de seus limites reais e legais, quanto na sua delimitação espacial (MOREIRA, 2001). Em relação a classe de declividade, a região de estudo apresentou relevo com declividades inferiores a 100 %, que representa 45° de inclinação, por esse motivo não se identificaram áreas de preservação permanente de encostas. Esse resultado deve-se em parte a resolução espacial dos dados de relevo usados no presente trabalho. Quintero et al. (2008) em estudo realizado no município de Barra Mansa no estado do Rio de Janeiro, onde foram amostrados pontos de GPS diferencial e posteriormente comparados a MDEs em escalas diferentes, obtidos de mapeamentos da prefeitura municipal na escala 1: 5.000 do IBGE na escala 1:50.000 e do SRTM na escala 1:100.000, observaram que somente o MDE na escala 1:5.000 detectou-se declividades acima de 45°. Evidenciando que a escala de trabalho pode influenciar nos resultados.

Para a totalização das áreas de preservação permanente, foi executada a superposição dos mapas APPs 1, APPs 2 e APPs 3, obtendo-se um mapa representando as categorias acima mencionadas, possuindo área total de preservação permanente (App total) de 47454,06 ha, que ocupa cerca de 15,78% da área total estudada (Figura 10).

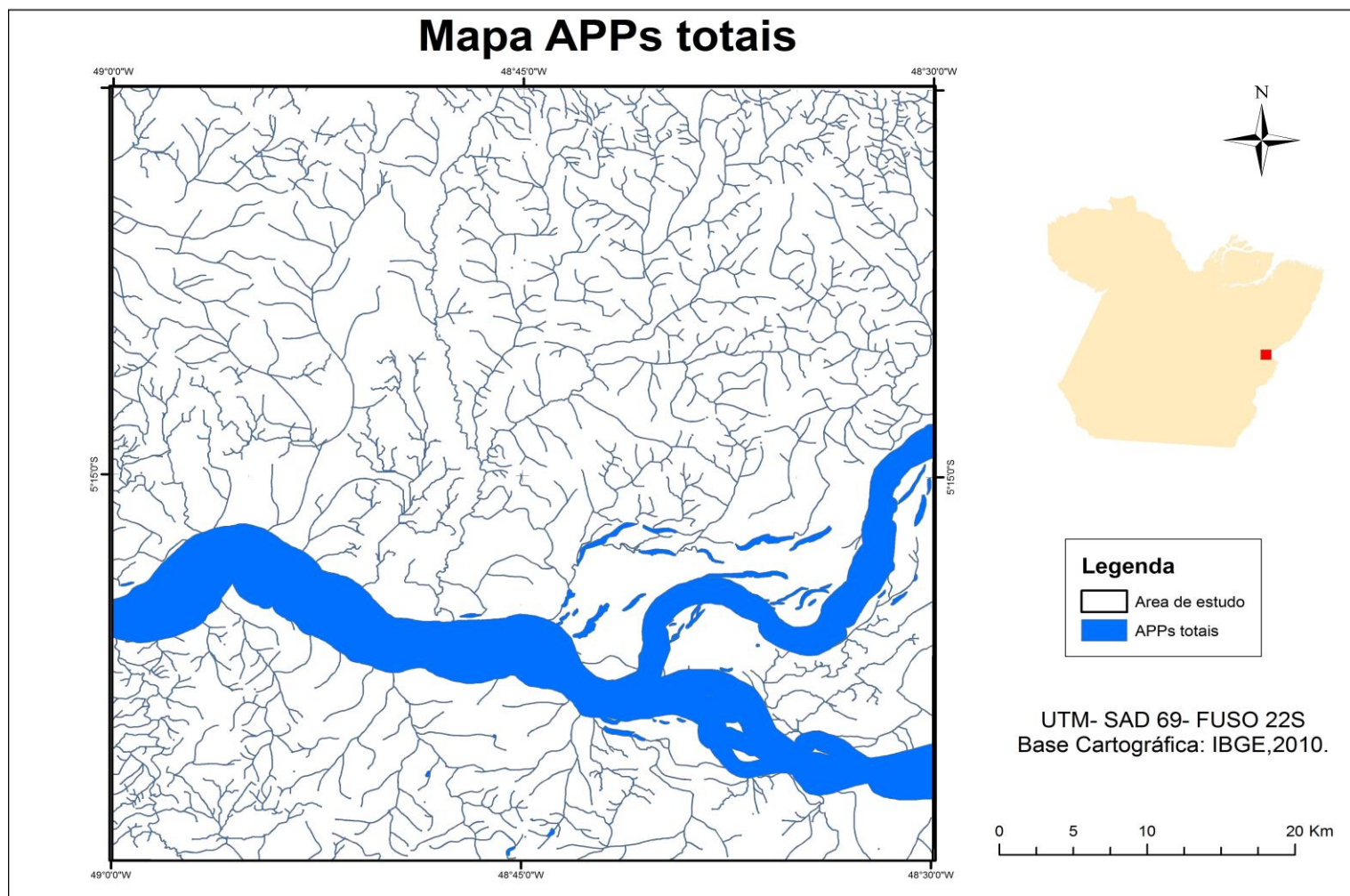


FIGURA 10 – Mapa mostrando as áreas de preservação permanente totais na região.

5.1.1 Caracterizações das APPs com relação ao uso da terra

Na identificação e análise do conflito de uso nas áreas destinadas à preservação permanente foram utilizados os mapas temáticos de uso e ocupação da terra e das categorias de APPs (Figura 11).

Com a finalidade de localizar e quantificar o uso indevido das áreas de preservação permanente, por atividades agrícolas e pecuárias, foi executada a superposição com o mapa de uso da terra e o mapa de área total de preservação permanente (App total), gerando a ocorrência de conflitos de acordo com as classes de uso que foram identificadas e mensuradas, obtendo-se o mapa final para quantificação de áreas de acordo com a categoria e o tipo de uso da terra.

De maneira geral, as classes de uso da terra estão situadas dentre as categorias de APPs mapeadas, sendo as classes pastagem (125.6719 ha) (Figura 12) e vegetação secundária (42.597 ha) com maior ocorrência, ocupando respectivamente 23,24% e 8,94% das áreas legalmente protegidas pela legislação ambiental. Ou seja, verificou-se que 32,18% das áreas de preservação permanente encontram-se com o uso indevido, ou seja, com pastagens e culturas agrícolas.

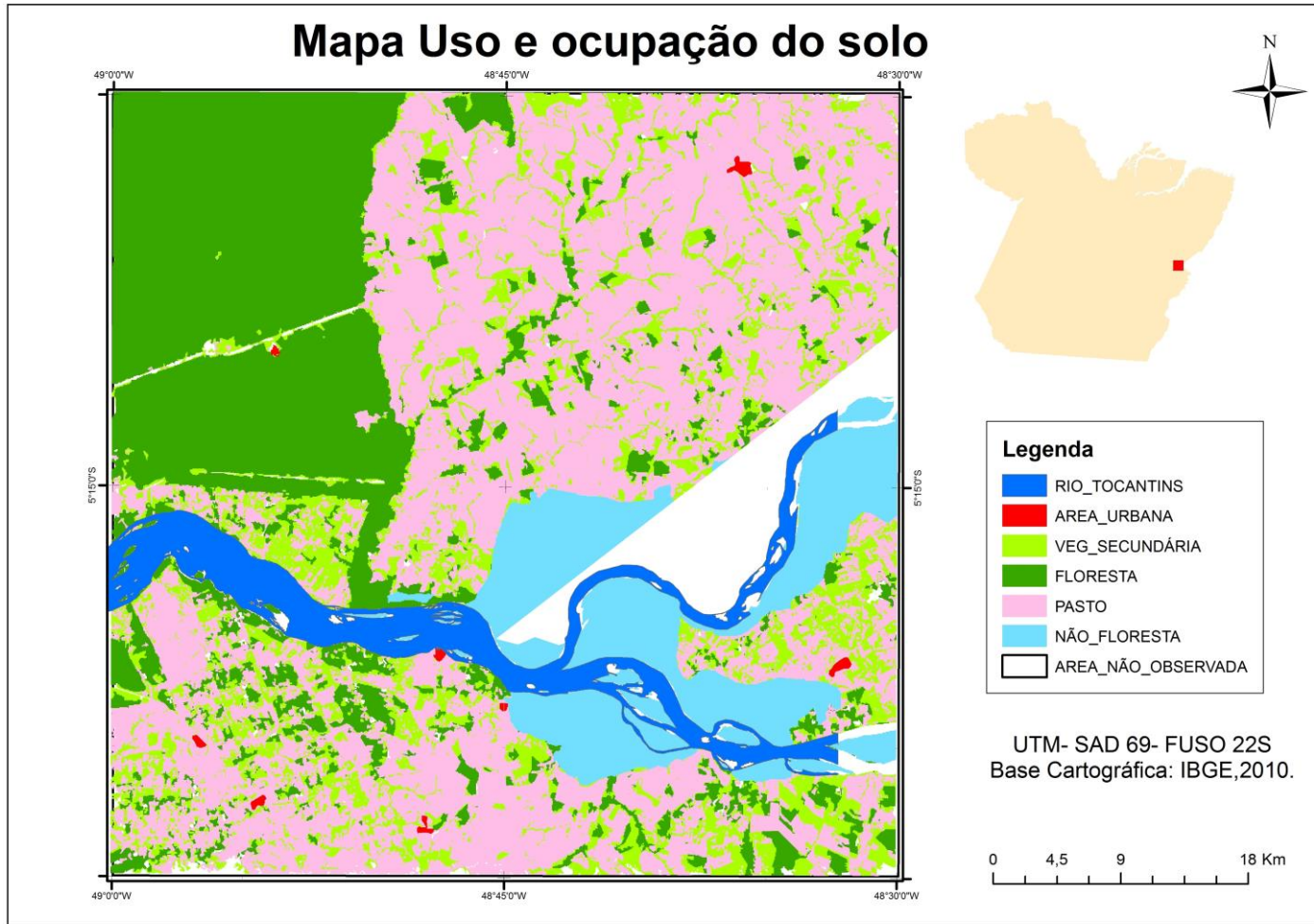


FIGURA 11 – Mapa com as cinco classes de uso e ocupação da terra.

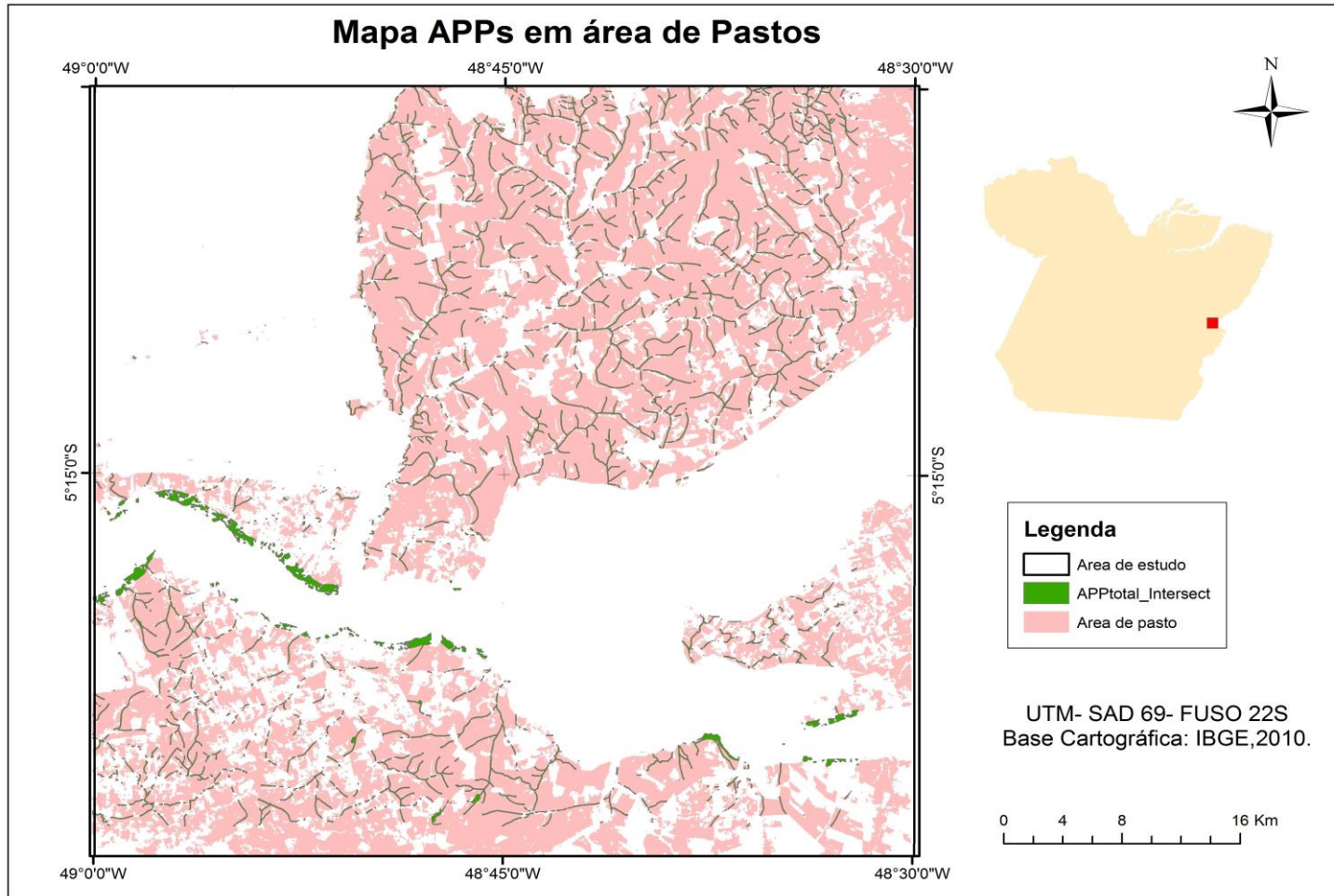


FIGURA 12 – Mapa com as áreas de pastagem e as APPs intersectando estas regiões, demonstrando os níveis de desmatamentos no terreno.

A classe de vegetação secundária e não-floresta (várzea), com 42597,51 ha e 854,55 ha respectivamente, ocuparam as menores porções entre as categorias de classes do uso do solo (Figura 13). Além disso, verificou-se que as áreas de preservação permanente situadas nas margens dos cursos d'água (APP-1) apresentaram, dentre as categorias de APPs, a maior redução de floresta nativa, por outro lado, a classe de regeneração com APP possui 2494,56 ha que corresponde a cobertura florestal em estágio de recuperação.

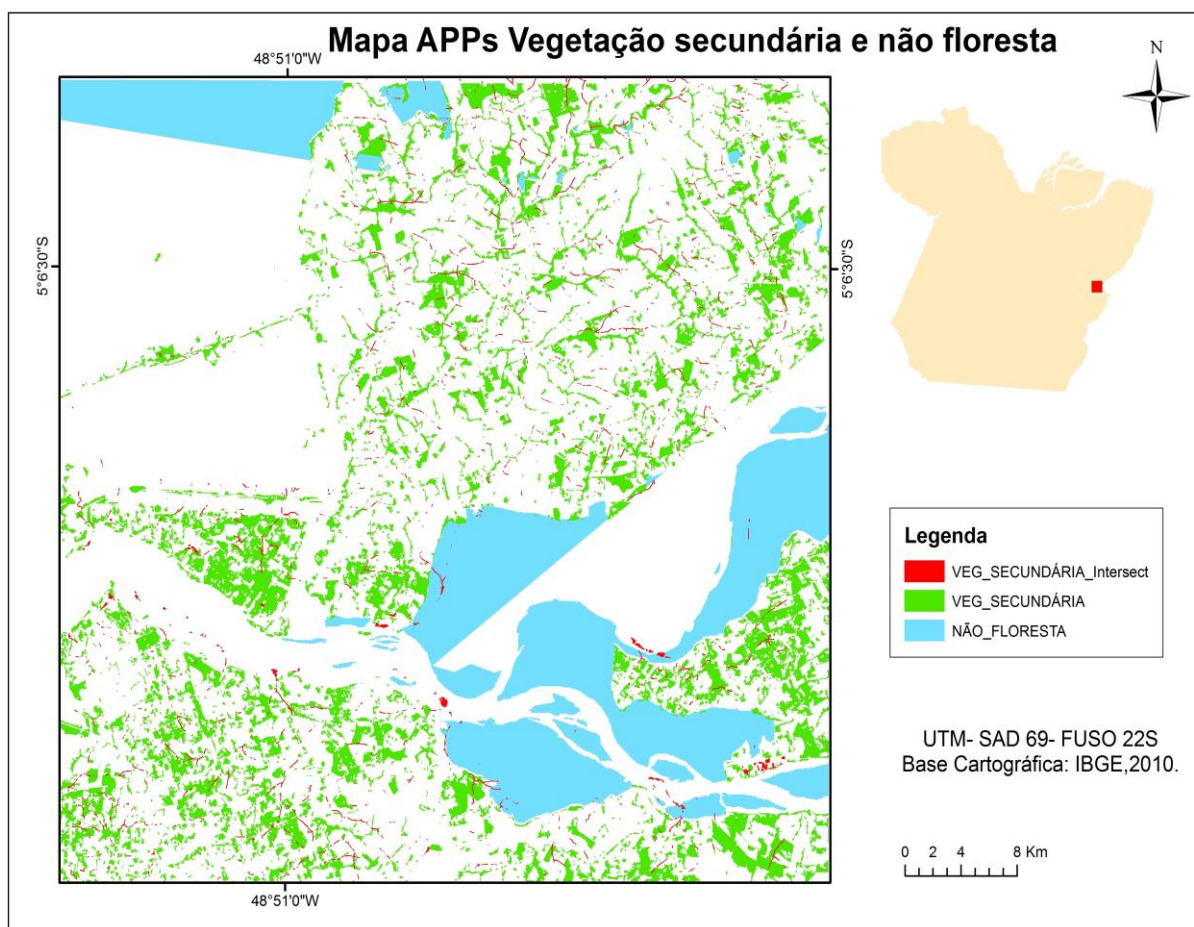


FIGURA 13 – A classe de vegetação secundária e não-floresta com APPs sobrepondo estas áreas.

5.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A conservação das unidades objetiva proteger e manter a qualidade ambiental equilibrando os ecossistemas terrestres e aquáticos. Esta abordagem baseia-se na constatação de que muitos dos problemas ambientais podem ser

evitados ou resolvidos de maneira eficaz (RIBEIRO, 2002). No contexto da área de estudo, encontra-se a reserva indígena Mãe Maria, pertencente a tribo Gaviões (Figura 14).

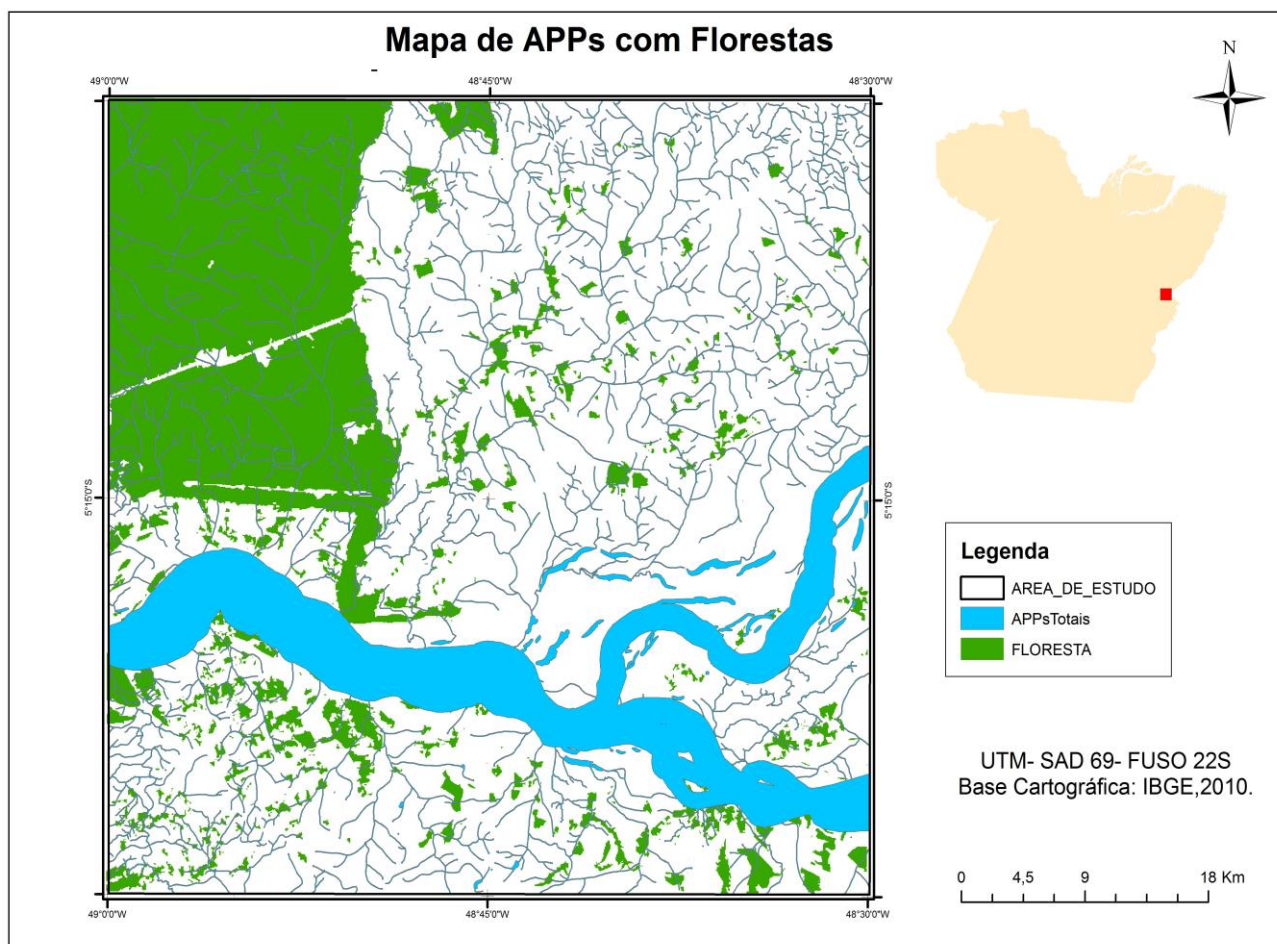


FIGURA 14 – Mapa evidenciando as áreas de APPs sobrepostas em regiões de florestas preservadas.

Carvalho (2000) demonstra que a proporção de área desflorestada, dentro de áreas protegidas no estado, enquanto a proporção de desflorestamento fora das Unidades de Conservação (Proteção Integral, Uso Sustentável e Terras Indígenas) variou de 29,2%. A diferença do desmatamento dentro ou fora das áreas protegidas variou de aproximadamente 19,6 vezes estado do Pará (Figura 15). Constando a importância da criação de áreas de conservação ambiental, a partir das áreas mais vulneráveis no ecossistema.

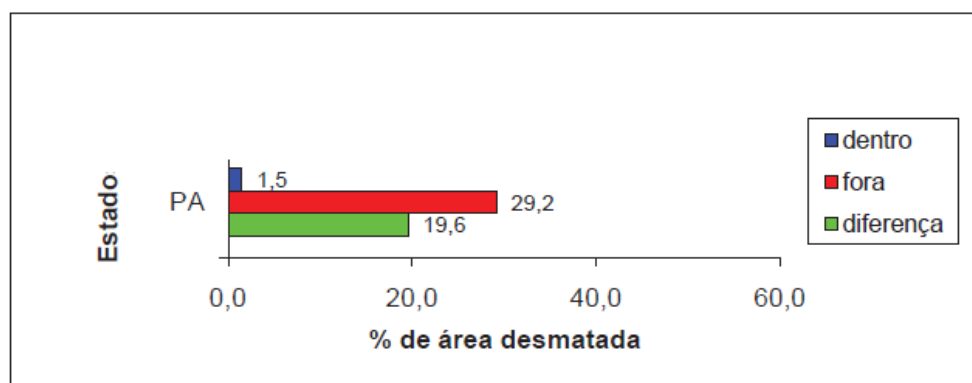


FIGURA 15 – Proporção do desflorestamento interno (azul), externo (vermelho) e a diferença (verde) no estado do Pará.

Fonte: Lima (2008).

Estes dados demonstram a importância das políticas públicas para a proteção destas áreas na contenção ou diminuição do processo de desmatamento na região, além da preservação de espécies da fauna e flora que estão em extinção.

6 CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, a região apresenta 47.4533 ha de área caracterizada como áreas de preservação permanente pela legislação ambiental, que corresponde a cerca de 15,26% da área total estudada. A APP que mais contribui para este valor é a drenagem principal e as secundárias. A região não possui APPs de topo de morro e declividade devido ao seu baixo relevo e a resolução das imagens utilizadas neste trabalho, disponibilizados gratuitamente pelo governo federal.

A principal função destas APPs é a preservação dos recursos hídricos. A conservação da mata ciliar ao longo dos rios, mantém o equilíbrio ecológico através da estabilização das margens, controlando o aporte de sedimentos nos rios evitando assim o processo de assoreamento das bacias hidrográficas. Além da qualidade da água nos rios e represas que garantem alimentação para os organismos vivos e a subsistência da população ribeirinha, geralmente garantido a economia local. Outra categoria que merece atenção é a preservação das nascentes, pois as mesmas podem auxiliar no controle de erosão do solo, minimizar as possíveis contaminações químicas e biológicas da água, pois as mesmas fornecem água de boa qualidade de forma contínua e abundante, além de manter a continuidade dos rios.

Porém, com a construção prevista da hidrelétrica de Marabá, a população ribeirinha e os povos indígenas localizados próximos a área devem sofrer diretamente os impactos, pois quando uma represa é construída, além do reservatório que está enchendo, o trecho abaixo da represa frequentemente seca completamente, causando o deslocamento dessas populações da área de reservatório, que podem sofrer com os efeitos da poluição da água e perda de recursos pesqueiros que afetam todos os moradores a jusante da barragem, que em sua maioria são dependentes de peixes e outros recursos dos rios para sua subsistência. Outro impacto causado é o desmatamento devido e principalmente a construção de estradas de acesso a barragem, sem contar a apropriação inadequada por pessoas oriundas de outras regiões geralmente atraídas pelo empreendimento, ocupando de forma irregular estes terrenos as margens das novas rodovias, ocasionando a degradação de rios e nascentes. Contudo, deve-se

elaborar alternativas para adoção de medidas de planejamento aliados ao uso sustentável, bem como o fortalecimento de políticas públicas voltadas aos pequenos agricultores para maior esclarecimento sobre o uso sustentável do solo.

Diante do exposto, é notado a funcionalidade desses procedimentos automatizados, integrado as informações produzidas pelas imagens de satélite, podem produzir análises de extensas áreas e fornecer subsídios capazes de identificar e mensurar a ocorrência de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente, fortalecendo as ações ambientais de monitoramento e como suporte para os instrumentos jurídicos de controle e fiscalização ao cumprimento da lei e otimização do espaço físico, evitando conflitos pelo uso da terra. O mapa de APP depende fortemente da escala de trabalho. Portanto, para a aplicação da legislação com o erro mínimo possível, recomenda-se averiguar tais informações em campo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; NEVES, B. B. B.; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande. *Atas...* Campina Grande: SBG, 1977. p. 363-391.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Science Review*, v. 17, p. 1-19. 1981.

ALMEIDA, J. J. *A cidade de Marabá sob o impacto dos projetos governamentais*. 2008. 272 f. Dissertação (Mestrado em História Econômica) – Universidade de São Paulo, Departamento de História, São Paulo, 2008.

AMARAL, G. *Geologia Pré-cambriana da Região Amazônica*. 1974. 212 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1974.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 25 maio 2012. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=28/05/2012&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=168>>. Acesso em 15 jan. 2015.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 18 jul 2000. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=19/07/2000&jornal=1&pagina=45&totalArquivos=58>>. Acesso em 15 jan. 2015.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S.; Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E.; SANO, E. E. (Ed.). *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura*. Brasília: EMBRAPA, 1998. p. 3-12.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; MEDEIROS, J. M. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344 p. Disponível em:

<<http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>>. Acesso em 26 nov. 2014.

CARVALHO, J. A. M. *Migrações internas na região Norte: Estudo de Campo da Região de Marabá*. Belo Horizonte: UFMG-CEDEPLAR, 2000.

CATELANI, C. S.; BATISTA, G. T. Mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP) do município de Santo Antônio do Pinhal, SP: um subsídio à preservação ambiental. *Ambi-Agua*, Taubaté, v. 2, n. 1, p. 30-43, 2007.

COELHO, M. C. N.; MONTEIRO, M. A.; SILVA, R. P. **Alterações entre Natureza e Sociedade em Áreas do Sudeste do Pará-Brasil**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 3., 2006, Brasília. *Anais...* Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro3/arquivos/TA510-05032006-230739.DOC>. Acesso em 26 nov. 2014.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/05/2002&jornal=1&pagina=67&totalArquivos=96>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 13 maio 2002. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=13/05/2002&jornal=1&pagina=68&totalArquivos=96>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S.; KAWASHITA, K. 1979. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLÓGICO CHILENO, 2., 1979, Arica. *Actas...* Arica: 1979, p. 137-148.

CORDANI, U.G.; TASSINARI, C.G.; TEIXEIRA, W.; BASEI, M.A.S.; KAWASHITA, K. 1979. Evolução tectônica da Amazônia com base nos dados geocronológicos. In: CONGRESSO GEOLÓGICO CHILENO, 2., 1979, Arica. *Actas...* Arica: 1979, p. 137-148.

CRÓSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. Campinas: IG/UNICAMP, 1993. 164 p.

DELGADO, I.M; SOUZA J.D.; SILVA, L.C.; SILVEIRA FILHO, N.C.; SANTOS, R. G.; PEDREIRA, A. J.; GUIMARÃES, J. T.; ANGELIM, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; LACERDA FILHO, J.V.; VALENTE, C. R.; PERROTTA, M.M.; HEINECK, C. A. Geotectônica do Escudo Atlântico. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Eds.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas & SIG*. Brasília: CPRM, p. 227-334, 2003.

Fearnside, P.M. *Análisis de los Principales Proyectos HidroEnergéticos en la Región Amazónica*. Lima: Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR). Montevideu: Centro Latino-americano de Ecología Social (CLAES), 2014. 53p.

FELIPE, L.B. *Geologia, geomorfologia e morfotectônica da região de Marabá-PA*. 2012. 158 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2012.

FITS, P. R. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo: Oficina de Texto, 2008. 160p.

Gorayeb, P. S. de S. *Evolução Geológica da Região de Araguacema-Pequizeiro, Goiás – Brasil*. 1981. 99 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Pará, Núcleo de Ciências Geofísicas e Geológicas, Belém, 1981.

HOTT, M.C.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E.E.. **Um método para a determinação automática de áreas de preservação permanente em topos de morros para o Estado de São Paulo**. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005. Anais, INPE, p. 3061-3068

LIMA, A. **Instrumentos para a conservação da diversidade biológica: o Zoneamento Ecológico-Econômico, as unidades de conservação, o Código Florestal e o sistema de recursos hídricos**. Livro: BENSUSAN, N. Seria Melhor Mandar Ladrilhar? 428 p. 2ª edição, 2008.

MENEZES, C. R. C.; MONTEIRO, M. de A.; GALVAO, I. M. F. (Ed.). *Zoneamento Ecológico-Econômico das Zonas Leste e Calha Norte do Estado do Para*. Belém: Núcleo de Gerenciamento do Programa Para Rural, 2010. 3v

MOREIRA, M. A. *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. São José dos Campos: INPE, 2001. 250 p.

NOVO, E. M. L. M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Ed. Edgard Blüncher, 1988. 308 p.

OLIVEIRA, I. *Delimitação de APP de Topo de Morro e Montanha e de Linha de Cumeada*. São Paulo: Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, 2009.

PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R.; FIELDLER, N. C. *Mapeamento de áreas de preservação permanente no ARCGIS 9.3*. Alegre: CAUFES, 2010, 58 p.

REIS, R. B.; CARDOSO, P. V.; CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. Mapeamento e caracterização das Áreas de Preservação Permanentes (APPs) na Área de Proteção Ambiental do Rio São João/Mico Leão Dourado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2009. p. 5397-5404.

RIBEIRO C. A. A. S.; SOARES, V. P.; OLIVEIRA, A. M. S.; GLERIANI, J. M.O. Desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.

RICCI, P. S. F.; COSTA, E. J. S.; OLIVEIRA, J. R. The reanalyzed Carajás block is interposed between the Bacajá (the crustal reworking “lost link” now being predicted) and Rio Maria Archean terranes – Guaporé Craton. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 8., 2003, Manaus. *Resumos Expandidos...* Manaus: SBG, 2003. CD-ROM.

ROSSETTI, D. F. Paleosurfaces from northeastern Amazonia as a key for reconstructing paleolandscapes and understanding weathering products. *Sedimentary Geology*, n. 169, p. 151-174, 2004.

ROSSETTI D.F., GOES A.M., ARAI M. **A passagem Aptiano-Albiano na Bacia do Grajau, Maranhão**. In: D.F., Rossetti, A.M. Goes & W. Truckenbrodt (eds.) O Cretáceo da Bacia de São Luís-Grajau. Belém, Editora do Museu Paraense Emilio Goeldi, pp.:101-118. 2001.

SANTOS JUNIOR, A. E. A.; ROSSETTI, D. F. Modelo Depositional da Formação Ipixuna (Neocretáceo-? Eocretáceo), área do Rio Capim, Norte do Brasil. In:

SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7., SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL, 1., 2006, Serra Negra. *Boletim...* Rio Claro: Unesp, 2006.

SANTOS, J. O. S. Geotectônica do Escudo das Guianas e Brasil-Central. In: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Eds.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG*. Brasília: CPRM, p. 169-226, 2003.

SANTOS, J. O. S.; HARTMANN, L. A.; GAUDETTE H. E.; GROVES, D. I.; NEAL JESSE MCNAUGHTON, N. J.; IAN ROBERT FLETCHER, I. R. New understanding of the Amazon Craton provinces, based on field work and radiogenic isotope data. *Gondwana Research*, v. 3, n. 4, p. 453-488, 2000.

SCHOBENHAUS, C.; BRITO NEVES, B. B. A Geologia do Brasil no contexto da Plataforma Sul-Americana. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Eds.). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil*. Brasília: CPRM/SGB, p. 5-25, 2003.

SOUSA, J. O.; MORETON, L. C. 1995. Folha Xambioá – SB.22-Z-B. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB. Goiânia: CPRM, 1995, 84 p. Programa Grande Carajás, Convênio CPRM/DNPM.

SUGUIO, K.; FÚLFARO, V.J. *Geologia da margem ocidental da bacia do Parnaíba*. São Paulo: USP, Instituto de Geociências, 1977. p. 31-54.

TASSINARI, C. C. G.; BETTENCOURT, J. S.; GERALDES, M. C.; MACAMBIRA, M. J. B.; LAFON, J. M. The Amazonian Craton. In: CORDANI, U. G.; MILANI, E. J.; THOMAS FILHO, A.; CAMPOS, D. A. (Eds). *Tectonic Evolution of South America*. Rio de Janeiro: SBG, p. 41-95, 2000.

TASSINARI, C. C. G.; MACAMBIRA, M. J. B. A evolução tectônica do Cráton Amazônico. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D. R.; BRITO-NEVES, B. B. B. (Orgs.). *Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo, Beca, p. 471-485, 2004.

TASSINARI, C.C.G. *O mapa geocronológico do Cráton Amazônico no Brasil: revisão dos dados isotópicos*. 1996. 139 f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo, 1996.

TEIXEIRA, W. TASSINARI, C. C. G., CORDANI, U. G., KAWASHITA K. A review of the geochronological of the Amazonian Craton: tectonic implications. *Precambrian Research*, v. 42, n. 3-4, p. 213-227, 1989.

VASQUEZ, M. L.; MACAMBIRA, M. J. B.; ARMSTRONG, R. A. Zircon geochronology of granitoids from the western Bacajá domain, southeastern Amazonian craton, Brazil: neoproterozoic to orogenic evolution. *Precambrian Research*, v. 161, p. 279-302, 2008.

VASQUEZ, M. L.; ROSA-COSTA, L. T. (Org.). *Geologia e recursos minerais do estado do Pará: Texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais do estado do Pará: escala 1:1.000.000*. Belém: CPRM, 2008. 328p.

VILLEGAS, J. M. C. *Geologia Estrutural da Bacia do Marajó*. 1994. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.

XAVIER, J. S. da. Geoprocessamento e Análise Ambiental. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro, v. 54, n. 3, p. 47-61, mai.1992.