

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA FLORESTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

LAURA MAIARA DE FREITAS OLIVEIRA

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NOS CURSOS DE ÁGUA
DA BACIA DO RIO SÃO PEDRO-PB**

**RECIFE-PE
2018**

LAURA MAIARA DE FREITAS OLIVEIRA

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NOS CURSOS DE ÁGUA
DA BACIA DO RIO SÃO PEDRO-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador (a): Prof^a Dr^a Simone Mirtes Araújo Duarte

**RECIFE-PE
2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

O48a Oliveira, Laura Maiara de Freitas
Área de preservação permanente nos cursos de água da Bacia do
Rio São Pedro - PB / Laura Maiara de Freitas Oliveira. – 2018.
41 f.: il.

Orientadora: Simone Mirtes de Araújo Duarte.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia
Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Florestal, Recife, BR-PE, 2018.
Inclui referências.

1. Análise espacial (Estatística) 2. Mecânica do solo 3. Ecologia
vegetal 4. Engenharia Florestal 5. Proteção ambiental I. Duarte,
Simone Mirtes de Araújo, orient. II. Título

CDD 634.9

LAURA MAIARA DE FREITAS OLIVEIRA

**ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NOS CURSOS DE ÁGUA
DA BACIA DO RIO SÃO PEDRO-PB**

Aprovado em 13 de agosto de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Simone Mirtes Araújo Duarte
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

Prof. Dra. Janaina Barbosa da Silva
(Universidade Federal de Campina Grande)

Prof. Msc. Jhonathan Gomes dos Santos
(Universidade Federal Rural de Pernambuco)

**RECIFE-PE
2018**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me permitir concluir mais uma etapa de minha vida, pela força, persistência e saúde que ele me concedeu

À minha mãe, Nadjane pelo apoio e por estar ao meu lado durante esta caminhada. Assim como pelo incentivo e apoio de todos os meus familiares mais próximos.

À minha orientadora professora Simone Mirtes por ter me acolhido, pela orientação, tempo gasto e paciência comigo.

À minha co-orientadora professora Soahd Arruda Rached Farias, que me acolheu e se fez disponível e presente para esclarecer qualquer dúvida e visitar áreas de interesse do trabalho.

A Júlia Andreza, por ter sido disponível e atenciosa com minhas dúvidas, ter me aconselhado e auxiliado no desenvolvimento deste trabalho.

A todos da turma a qual fiz parte, SF1, amigos e colegas que compartilharam comigo todo o peso de um curso longo de graduação, fazendo com que esta experiência se tornasse mais fácil pela convivência e carinho de todos. Em especial, agradeço à Ingrid Fontes, Isabele Ribeiro, Bruno Rodrigues, por todo o apoio e companheirismo principalmente nos últimos períodos por terem dividido seus conhecimentos e trabalhos da graduação. E a Júlia Andressa, Rafael Damacena, Igor Alberto, Jéssica Bruna, Cibelle Reis e Tarcila Lins, terem se tornados amigos que carregarei com muito amor.

A todos os professores que tive a oportunidade de conhecer, em especial aos professores do departamento de Ciência Florestal e que se dispuseram a trocar conhecimentos conosco, ao longo de todo o curso de Engenharia Florestal.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e a todos que fazem parte desta grande Instituição.

RESUMO

Desde o início da existência humana, esta vem interferindo na estabilidade e desenvolvimento saudável da natureza. A necessidade vital da água doce para a humanidade, impulsiona-a a alocar-se em áreas próximas à espelhos d'água. Contudo, hoje compreendemos que a presença constante das ações humanas e a retirada da vegetação existente nestes locais, causam impactos às fontes e cursos d'água, podendo resultar na perda destes, para o meio ambiente. Tendo em vista a preservação e conservação destes ambientes, é de suma importância investigações das áreas consideradas de preservação permanente, as quais são protegidas segundo o Código Florestal Brasileiro. O Rio São Pedro é o objeto de estudo deste trabalho, ele está localizado em área rural do estado da Paraíba. O objetivo é a investigação do cumprimento ou não da legislação sobre Mata Ciliar, nesta sub-bacia, que o enquadra como necessitando de 30 m de vegetação margeando suas bordas e raio de 50 m de vegetação em suas nascentes. Para tais resultados utilizou-se ferramentas da geotecnologia, como imagens de satélite, imagens SRTM, Shapefiles e o *software* Spring, os quais proporcionaram a observar e classificação destas áreas. Foram utilizadas a caracterização da ocupação da superfície terrestre e do antropismo existentes no local. Concluiu-se que nas APPs de nascentes 50% e 28,33% são de vegetação rala e de solo exposto respectivamente, assim como, cerca de 34,73% de vegetação rala e 19,97% de solo exposto nas APPs de margens. Nas nascentes, 100% das APPs possuem interferência humanas, e aproximadamente em 85,92% nas margens do rio, o que pode gerar problemas graves futuramente para o meio ambiente e inclusive aos seres humanos. Assim, observa-se a necessidade de estudos de campo nas áreas mais modificadas, assim como ações que visem sensibilizar as populações sobre a importância das áreas de preservação permanente nas áreas rurais.

Palavras chave: Geotecnologias, antropismo, análise espacial.

ABSTRACT

Since the beginning of human existence, this has been interfering with the stability and healthy development of nature. The vital need of fresh water for humanity, propels it to allocate itself in areas near the mirrors of water. However, today we understand that the constant presence of human actions and the removal of existing vegetation in these places, causes impacts to the sources and courses of water, which can result in the loss of these, to the environment. Considering the preservation and conservation of these environments, it is extremely important to investigate the areas considered as permanent preservation, which are protected according to the Brazilian Forest Code. The São Pedro River is the object of study of this work, it is located in rural area of the state of Paraíba. The objective is to investigate whether or not the legislation on Ciliary Forest, in this sub-basin, is considered as requiring 30 m of vegetation bordering its edges and radius of 50 m of vegetation in its springs. Geotechnology tools such as satellite images, SRTM images, Shapefiles and Spring software were used for these results, which allowed the observation and classification of these areas. The characterization of the occupation of the terrestrial surface and the antropism in the place were used. It was concluded that in the APPs of springs 50% and 28.33% are of sparse vegetation and soil exposed respectively, as well as, about 34.73% of sparse vegetation and 19.97% of soil exposed in the margins APPs. In the springs, 100% of the APPs have human interference, and approximately 85.92% in the river banks, which can generate serious future problems for the environment and even humans. Thus, it is observed the need for field studies in the most modified areas, as well as actions aimed at sensitizing the population on the importance of permanent preservation areas in rural areas.

Key words: Geotechnology, antropism, spatial analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Análise estatística descritivas das altitudes da imagem SRTM.	21
Figura 2: Resultado da segmentação na imagem de satélite	23
Figura 3: Mapa de posicionamento das nascentes na bacia do Rio São Pedro.	25
Figura 4: Mapa de posicionamento das APPs ao longo do Rio São Pedro.	26
Figura 5: Mapa de ocupação do solo	28
Figura 6: Mapa de ocupação às margens do Rio São Pedro.....	29
Figura 7: Mapa de antropismo na sub-bacia do Rio São Pedro.....	31
Figura 8: Antropismo nas Áreas de Preservação Permanente às margens dos rios.	33
Figura 9: Rio São Pedro próximo à propriedades agrícolas (S 7,368° e O 35,985°)	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Porcentagem das classes de cobertura do solo na sub-bacia estudada.	27
Tabela 2. Percentual das classes de ocupação nas APPs referentes às nascentes.	29
Tabela 3. Percentual das classes de ocupação nas APPs referentes às margens do Rio São Pedro.....	30
Tabela 4. Porcentagens do antropismo e cobertura natural	32
Tabela 5. Porcentagens de antropismo nas nascentes.....	32
Tabela 6. Percentuais de antropismo nas áreas determinadas matas ciliares.	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
1.1	GERAL	12
1.2	ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	13
3.2	BACIAS HIDROGRÁFICAS	15
3.3	GEOTECNOLOGIAS	16
3.4	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)	17
3.5	SENSORIAMENTO REMOTO	17
3.6	MODELO NUMÉRICO DO TERRENO (MNT)	18
3.7	SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)	19
3.8	PROGRAMA LANDSAT	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1	MATERIAIS	20
4.1.1	SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SPRING)	20
4.1.2	SHAPEFILES VETORIAIS	20
4.1.3	IMAGENS SRTM	20
4.1.4	IMAGENS LANDSAT 8 OLI	20
4.2	MÉTODOS	21
4.2.1	MOSAICO E RECORTE	21
4.2.2	GERAÇÃO DE ISOLINHAS E DELIMITAÇÃO DA BACIA	21
4.2.3	REALCE E CONTRASTE	22
4.2.4	SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	22
4.2.5	CONFECÇÃO DE MAPAS	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6	CONCLUSÕES	35
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1 INTRODUÇÃO

A supressão da vegetação e a retirada abrupta da cobertura vegetal de uma região promove a degradação e resulta em outros problemas ambientais com graves consequências para a sociedade. Em muitos lugares esse processo é antigo, iniciando com o desmatamento para a transformação de áreas em campo de cultivos agrícolas ou em pastagem.

Devido a essas retiradas desordenadas, viu-se a necessidade de elaborar leis que visassem a estagnação da supressão da vegetação nativa, em locais que podem comprometer consideravelmente a estabilidade ecológica e são de difícil reversão de seus impactos.

Segundo o Código Florestal Brasileiro as Áreas de Preservação Permanente (APP) são: 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.

A crescente urbanização promove possível ocupação às áreas que deveriam ser destinadas à mata ciliar, e dependendo da cultura local, estas também são ocupadas para cultivos agrícolas e pastagens, visto que a necessidade da água para o bom desempenho das vegetações poderia ser resolvida às margens dos rios. Logo, esta categoria dentre as protegidas pelo Código Florestal Brasileiro, é uma das mais afetadas.

O termo geoprocessamento tem sido usado para caracterizar uma área multidisciplinar, que envolve conhecimentos de diferentes disciplinas. (LISBOA FILHO e OICHPE, 1996). Assim como afirma Rosa (2005), a geotecnologia tem desenvolvido e utilizado de sistemas envolvendo a coleta, armazenamento, tratamento e análise de dados georreferenciados, oferecendo alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico da Terra.

Desta forma o presente trabalho visa, através do uso de geotecnologias, a identificação do não cumprimento da preservação das nascentes e matas ciliares do Rio São Pedro, afluente do Rio Bodocongó, estabelecida pelo código florestal brasileiro.

2 OBJETIVOS

1.1 GERAL

Identificar a área de mata ciliar e nascentes do Rio São Pedro, que são legalmente destinadas às Áreas de Preservação Permanente (APP), e avaliar se está sendo respeitada como determina a legislação, através de imagens de satélite e geoprocessamento.

1.2 ESPECÍFICOS

- Definir as áreas de APPs;
- Analisar o uso e ocupação da superfície às margens e nascentes;
- Diagnosticar o cumprimento do Código Florestal Brasileiro.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE

A Lei Federal de nº 12.651 de maio de 2012, Lei Florestal, conceitua as Áreas de Preservação Permanente (APP) da seguinte forma:

área protegida, coberta ou não por vegetal 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, 2000).

Este conceito, segundo Shorupa (2003) estaria associado ao reconhecimento da importância da manutenção da vegetação nessas áreas. As Áreas de Preservação Permanente por ser um tipo de espaço territorial protegido, pode ser utilizada como instrumento do poder público para garantir o cumprimento do Art. 225 da Constituição Federal (1988), que garante o direito do meio ambiente ecologicamente equilibrado. Criadas com o objetivo de proteger o meio natural, as APPs, implicam na proteção da vegetação, corroborando para a diminuição dos efeitos erosivos e de lixiviação sobre o solo, propiciando a regularização dos recursos hídricos, redução dos assoreamentos dos cursos d'água e reservatórios, além de gerar benefícios para a fauna (COSTA; SOUZA; BRITES, 1996).

A Resolução nº 303 do CONAMA (2002), apresenta com detalhes as áreas que constituem as APPs, sendo estas, as áreas marginais aos corpos d'água, florestas ripárias ou várzea, e os topos de morros ocupados por campos de altitude ou rupestres. Esta mesma resolução estabelece parâmetros e definições, além de adotar a bacia hidrográfica como unidade de sua aplicação.

As Áreas de Preservação Permanente são consideradas insubstituíveis em razão da biodiversidade que abriga, pois, são capazes de desempenhar diversos serviços ecossistêmicos, sendo essenciais para regularização hidrológica ao longo dos cursos d'água, atuando principalmente, na estabilização das encostas, manutenção da população de polinizadores e da ictiofauna, controle de pragas e espécies exóticas invasoras. Outros serviços ecossistêmicos associados às APPs e a Reserva Legal são: o estoque de carbono nas áreas de vegetação nativa e a manutenção dos polinizadores que são altamente dependentes da conservação da vegetação nativa (SILVA *et al.*, 2011; BOHN; MORASTONI; MATTEDI, 2014).

Apesar do reconhecimento dos benefícios proporcionados pelas APPs e o avanço de muitos dos aspectos na Legislação ambiental brasileira, Ribeiro et. al. (2005) aponta dois fatores que estão relacionados ao não exercício dessas conquistas: o primeiro está relacionado à inexistência da demarcação oficial das APPs, o que implicaria no licenciamento ambiental indevido nestas áreas, e o segundo, refere-se à constatação da deficiência do Estado em relação à fiscalização em todo território brasileiro. Ainda, têm-se o crescimento urbano, onde muitas das suas ocupações encontram-se inseridas em áreas inadequadas, como as áreas de Preservação Permanente.

Nas Áreas de Preservação Permanente o uso econômico e sustentável é direcionado mediante apenas aos sistemas agroflorestais, na pequena propriedade ou posse rural familiar (CONAMA, 2006). Apesar dos inúmeros serviços ecossistêmicos prestados pelas APPs e de sua grande importância na propriedade rural, muitos proprietários possuem a visão de que tais áreas com vegetação nativa não são produtivas, ou seja, representam apenas um custo adicional ao possuidor e sem nenhum tipo de retorno. No entanto, essas áreas são fundamentais, garantindo uma maior produtividade em sistemas agropecuários, já que influenciam diretamente na produção e conservação das águas, do solo, da biodiversidade, manutenção das encostas, abrigos para os polinizadores e inimigos de praga naturais (SILVA *et al.*, 2011).

O Código Florestal (2012) (Lei Florestal) apresentou como uma de suas principais modificações a diminuição da largura da APP para rios com até cinco metros de largura, reduzindo de 30 metros para 15 metros. No entanto, sabe-se que os solos e a vegetação nas zonas de influência dos rios e lagos possuem grande importância no que diz respeito à manutenção dos fluxos, na regulação dos nutrientes minerais e na manutenção da qualidade da água. Desta forma, a redução aprovada no novo Código Florestal implica na qualidade dos ecossistemas inseridos nas APPs, pois essas faixas necessitam que seu estado seja mantido o mais próximo possível do natural, devido aos tantos serviços ecossistêmicos realizados (SILVA, *et al.*, 2011).

3.2 BACIAS HIDROGRÁFICAS

As definições para bacia hidrográfica assemelham-se ao conceito explicado por Barrella *et al.* (2001), definindo-as como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formadas nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático.

As águas superficiais, devido à gravidade, tendem a escoar para as partes mais baixas do terreno resultando em riachos e rios, sendo que as cabeceiras são formadas por riachos que brotam em terrenos íngremes das serras e montanhas e à medida que as águas dos riachos descem, juntam-se a outros riachos, aumentando o volume e formando os primeiros rios, que ao longo dos seus trajetos, recebem águas de outros rios, até desaguiarem no oceano e toda a área que colabora para esta dinâmica é chamada de bacia hidrográfica de tal rio.

As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, ou seja, o que por fim, desagua no mar. Para definir sua área os autores utilizam-se de diferentes unidades de medidas. Para Faustino (1996), as sub-bacias possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km², já para Santana (2003) a sub-bacia depende do ponto de saída considerado ao longo do seu comprimento axial. Portanto, os termos bacia e sub-bacias hidrográficas são relativos.

Para este tema, o uso da terra pode proporcionar benefícios ou não, a todo o processo dinâmico de uma bacia, por esta ser uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, e necessita de condições ambientais favoráveis em toda a área, mas principalmente nos locais que servem de caminho.

Além disso, o comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica também é afetado por ações antrópicas, uma vez que, ao intervir no meio natural, o homem acaba interferindo nos processos do ciclo hidrológico (TONELLO, 2005). Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Assim, o que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem.

Nascentes são manifestações superficiais de lençóis subterrâneos, que dão origem à cursos d'água. Toda nascente representa um ponto por onde parte da água do lençol alcança

a superfície do solo. As estratégias de preservação das nascentes devem englobar os requisitos básicos de controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica.

3.3 GEOTECNOLOGIAS

O uso das geotecnologias é corrente na sociedade contemporânea. É fácil perceber como os aparelhos eletrônicos que disponibilizam sistema de posicionamento global – conhecido como GPS – ultrapassaram a fronteira do meio acadêmico e empresarial para alcançarem e influenciarem as atividades cotidianas do cidadão (EMBRAPA, 2018).

As geotecnologias, que utilizam técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas, têm influência crescente na análise de recursos naturais, apresentando um enorme potencial, principalmente se baseadas em tecnologias de custo relativamente baixo, em que o conhecimento é adquirido localmente (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Trata-se, portanto, da área tecnológica que visa a aquisição, o armazenamento, a análise, a disseminação e o gerenciamento de dados espaciais (MEC, 2000).

Dentre as geotecnologias podemos destacar: sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005).

O uso de ferramentas de geoprocessamento, como os SIG, com suas potencialidades de operações de sobreposição de planos de informação de dados espaciais e de inteligência artificial, ganha amplitude com a possibilidade de utilização do método de avaliação por multicritério, com destaque em análises de aptidão de uso da terra, em avaliação e planejamento da paisagem, na avaliação de impactos ambientais e em planejamento regional (MALCZEWSKI, 2004).

Hoje, o uso as geotecnologias tornaram-se constantes e até indispensável quando se trata de estudos espaciais, devido à acessibilidade de *softwares*, precisão, rapidez no processamento e análise de dados, assim como nos resultados, permitindo também a confecção de mapas básicos.

3.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIG)

Segundo Rosa (2007) o Sistema de Informação Geográfica, conhecida popularmente pela sigla “SIG” é definido como sendo um conjunto de ferramentas computacionais, composto de ferramentas e programas, e através de um operador são definidas as metodologias e a coleta de dados. LISBOA FILHO *apud* (MAGUIRE, 1991), conceitua Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como sistemas computacionais capazes de capturar, armazenar, consultar, manipular, analisar e imprimir dados referenciados espacialmente em relação à superfície da Terra.

Miranda (2010), afirma que o conceito evoluiu nos últimos anos, porém, independente das mudanças, o objetivo é o mesmo. A utilização do SIG vem crescendo rapidamente em todo o mundo, pois possibilita um melhor gerenciamento de informações, fornecendo subsídios para os processos de tomada de decisões (LISBOA FILHO e IOCHPE, 1996).

Numa visão abrangente, pode-se indicar que um SIG tem os seguintes componentes: interface com usuário, entrada e integração de dados, funções de processamento gráfico e de imagens, visualização e plotagem e banco de dados geográficos (CAMARA *et al*, 1996).

Essa tecnologia alcançando uma grande área de utilização, nos mais diversos setores de trabalho, pela possibilidade de se cruzar informações dentro de um *software*, dando resultados mais precisos, práticos e rápidos em vários universos de trabalho. Entretanto, Silveira (2004) afirma que é importante ressaltar que um SIG é utilizado mais corretamente como uma extensão do pensamento analítico. O sistema em si não possui respostas prontas.

3.5 SENSORIAMENTO REMOTO

Sensoriamento remoto é um termo utilizado na área das ciências aplicadas que se refere à obtenção de imagens à distância, sobre a superfície terrestre. Estas imagens são adquiridas através de aparelhos denominados sensores remotos. Por sua vez estes sensores ou câmeras são colocadas a bordo de aeronaves ou de satélites de sensoriamento remoto - também chamados de satélites observação da Terra (INPE, 2018).

Segundo Figueiredo (2005), é um processo através do qual se obtém informação de objetos da superfície terrestre sem que exista contato com o mesmo e estas informações, que por sua vez, são armazenadas, tratadas e analisadas por diferentes técnicas e métodos.

Os recursos naturais e o meio ambiente da Terra estão em mudanças contínuas em resposta à evolução natural e às atividades humanas. Para compreender o complexo inter-relacionamento dos fenômenos que causam estas mudanças é necessário fazer observações com uma grande gama de escalas temporais e espaciais. A observação da Terra por meio de satélites é a maneira mais efetiva e econômica de coletar os dados necessários para monitorar e modelar estes fenômenos, especialmente em países de grande extensão territorial, como o Brasil (INPE, 2018).

3.6 MODELO NUMÉRICO DO TERRENO (MNT)

O Modelo Numérico do Terreno, também conhecido como Modelo Digital do Terreno é a representação matemática computacional da distribuição espacial relacionada à cota da superfície exclusivamente do terreno, sem a detecção de elementos sobre o terreno, tendo uma informação sobre a real fisionomia do planeta. Dados de relevo, informação geológicas, levantamentos de profundidades do mar ou de um rio, informação meteorológicas e dados geofísicos e geoquímicos são exemplos típicos de fenômenos representados por um MNT (FILGUEIRAS E CÂMARA, 2005).

O Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) não é o nome de um satélite, mas de uma missão espacial liderada pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) com parceria das agências espaciais da Alemanha (Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt - DLR) e Itália (Agenzia Spaziale Italiana - ASI), realizada durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000 visando gerar um modelo digital de elevação quase global (GROHMANN, RICCOMINI e STEINER, 2008 e BARROS et al. 2015).

Com o advento dos modelos SRTM, abriu-se um amplo leque de possibilidades em estudos geomorfológicos. Entre outras características, modelos de elevação permitem: o cálculo de variáveis topográficas com rapidez, a identificação de formas de relevo e de estruturas que seriam mascaradas pela vegetação em imagens ópticas, a visualização a partir de diversos pontos de vista e o cruzamento das informações altimétricas (e variáveis

associadas) com dados de campo, de sensoriamento remoto óptico, de geofísica etc. (GROHMANN, RICCOMINI e STEINER, 2008).

3.7 SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)

O Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) não é o nome de um satélite, mas de uma missão espacial liderada pela NASA (National Aeronautics and Space Administration) com parceria das Agências espaciais da Alemanha (Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt - DLR) e Itália (Agenzia Spaziale Italiana - ASI), realizada durante 11 dias do mês de fevereiro de 2000 visando gerar um modelo digital de elevação quase global (GROHMANN, RICCOMINI e STEINER, 2008 e BARROS et al. 2015).

Com o advento dos modelos SRTM, abriu-se um amplo leque de possibilidades em estudos geomorfológicos. Entre outras características, modelos de elevação permitem: o cálculo de variáveis topográficas com rapidez, a identificação de formas de relevo e de estruturas que seriam mascaradas pela vegetação em imagens ópticas, a visualização a partir de diversos pontos de vista e o cruzamento das informações altimétricas (e variáveis associadas) com dados de campo, de sensoriamento remoto óptico, de geofísica etc. (GROHMANN, RICCOMINI e STEINER, 2008).

3.8 PROGRAMA LANDSAT

A série de satélites do Landsat é um projeto desenvolvido pela Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA), com início na década de 60. O sistema Landsat foi desenvolvido com o objetivo de permitir a aquisição de dados espaciais, espectrais e temporais da superfície terrestre, de forma global, sinóptica e repetitiva (ROSA, 2007).

Segundo Novo (2010), o objetivo do Programa Landsat foi “proporcionar a aquisição repetitiva de dados multiespectrais calibrados, com resolução espacial relativamente alta para permitir comparações do estado da superfície terrestre ao longo do tempo”.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 SISTEMA DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SPRING)

O software utilizado foi a versão 5.5.2 do Spring, um programa desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). É adquirido de forma gratuita, e possui capacidade de integração de dados entre imagens de satélite, mapas temáticos e cadastrais, modelos numéricos de terreno e ferramenta para elaboração de mapas.

4.1.2 SHAPEFILES VETORIAIS

Os *Shapefiles* utilizados foram adquiridos através do banco de dados do site da Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba (AESAs).

4.1.3 IMAGENS SRTM

A aquisição do Modelo Digital de Elevação (MDE), foi feita a partir do banco de dados da *Missão Topográfica Radar Shuttle* (SRTM), que são disponibilizados gratuitamente pelo INPE. As imagens possuem resolução de 30 metros e foram necessárias as folhas 07S36_ e 07S375.

4.1.4 IMAGENS LANDSAT 8 OLI

A imagem utilizada foi adquirida do site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), capturada no dia 15 de agosto de 2017 de órbita 215 e ponto 65. O critério de escolha da imagem, foi a qualidade visual dos objetos presentes na mesma, sendo em época chuvosa, mas com baixos percentuais de nuvens.

De acordo com o site da Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba (AESAs), no mês de julho/2017 observou-se 172,3 mm de chuva, dados da

Microrregião de Campina Grande a qual compreende maior área desta sub-bacia, garantindo a visualização da vegetação no local.

4.2 MÉTODOS

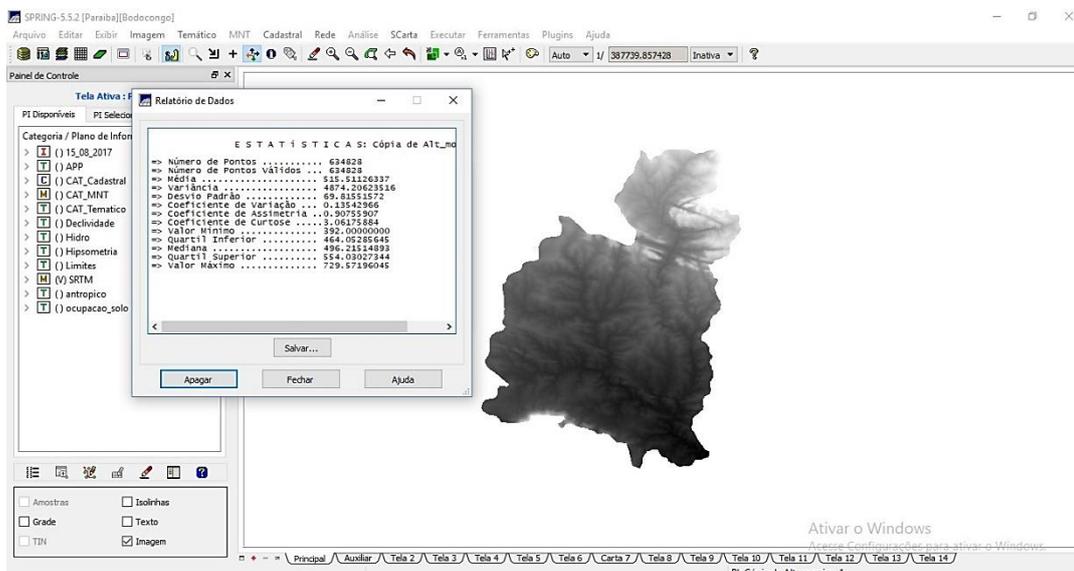
4.2.1 MOSAICO E RECORTE

Devido à sub-bacia trabalhada estar em duas folhas SRTM, foi necessário o mosaico e recorte destas. Para isto, elas foram importadas para o aplicativo Spring, formando um mosaico, que posteriormente foi recortado sendo utilizado como máscara, o retângulo envolvente escolhido para a sub-bacia, cujas coordenadas utilizadas foram S 7° 33' 01.95" (Lat1), O 36° 14' 48.94" (Long1), S 7° 05' 04.73" (Lat2), O 34° 49' 59.92" (Long2).

4.2.2 GERAÇÃO DE ISOLINHAS E DELIMITAÇÃO DA BACIA

Após a realização do mosaico e posterior recorte, foi utilizada a análise estatística descritiva das altitudes da imagem SRTM, contida no *software* Spring, para verificar os pontos de máxima e mínima da altimetria (Figura 1) da área, utilizados para escolher a equidistância das isolinhas, que foi de 15 metros.

Figura 1: Análise estatística descritivas das altitudes da imagem SRTM.



Fonte: SPRING, 2018.

Com o auxílio das isolinhas e suas cotas como guia, foi possível fazer a delimitação da sub-bacia manualmente. Através da área de edição vetorial do Spring, foram ligadas as maiores altitudes existentes entre a rede de drenagem da Bacia do Rio São Pedro e as redes de drenagem adjacentes, permitindo a produção de um polígono, o qual suas linhas são os divisores de águas entre as Bacias. O polígono foi ajustado, poligonizado e associado à um plano de informação (PI), chamado de delimitação da Bacia.

4.2.3 REALCE E CONTRASTE

A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "pixel". Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança (SPRING, 2006).

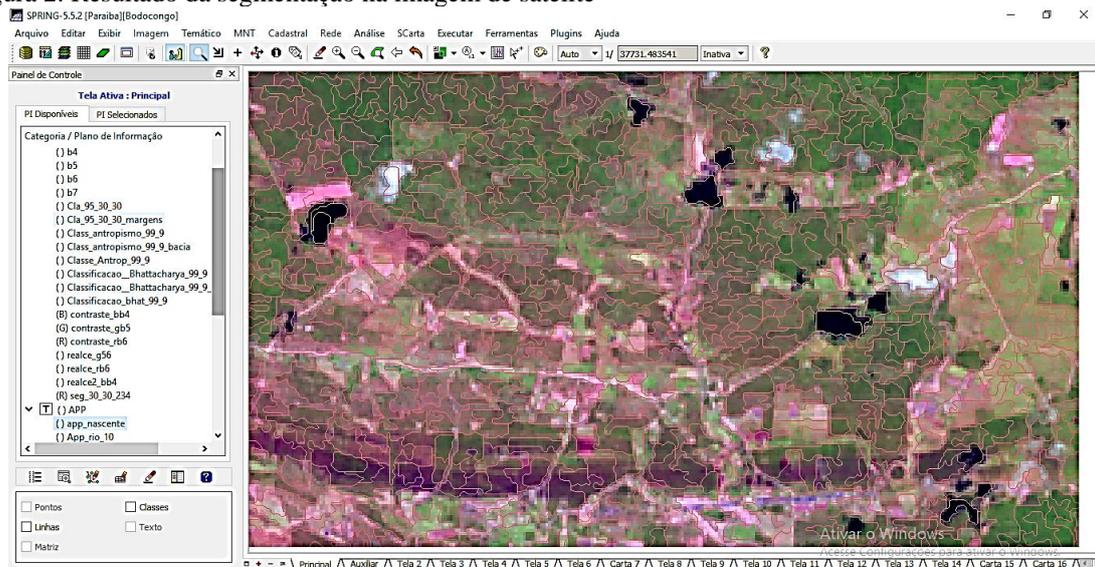
O realce e contraste é utilizado como auxílio para o processamento das imagens de satélites, visto que normalmente estas chegam com contraste espectral de baixa qualidade visual, dificultando o entendimento dos objetos contidos nelas. Assim, o realce de imagens consiste num conjunto de procedimentos aplicados para melhorar a qualidade visual. Em geral, o realce de imagem é aplicado toda vez que se quer visualizar uma imagem de satélite (MOREIRA, 2011).

A técnica de realce de contraste visou equalizar as bandas, de forma a permitir que todas exercessem influência semelhante no processo de segmentação da imagem. Foi utilizado o ajuste linear, onde as barras que formam o histograma da imagem de saída são espaçadas igualmente, uma vez que a função de transferência é uma reta, de acordo com Duarte, 2008.

4.2.4 SEGMENTAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

A segmentação de uma imagem resulta na subdivisão desta em regiões homogêneas, considerando alguns de seus atributos, visando caracterizar a representatividade dos objetos. Foi utilizada área de 30 e similaridade de 30. Moreira (2011) diz que a segmentação de imagens é um procedimento adotado antes da fase de classificação, uma vez que a geração de objetos internamente homogêneos auxilia o processamento da classificação da imagem, visto que essas áreas são utilizadas como treinamento do classificador.

Figura 2: Resultado da segmentação na imagem de satélite



Fonte: SPRING, 2018.

Para realizar a classificação, foi utilizado o classificador Bhattacharrya, que de acordo com Moreira (2011) utiliza amostras do treinamento observadas na segmentação, para estimar a função densidade de probabilidade para as classes apontadas. Para cada classe criada, são selecionadas manualmente segmentações correspondentes. Na sequência, o processamento da imagem destina as demais segmentações, pela semelhança com as escolhidas, para cada classe criada. Ao término, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar estas classes ou temas, às classes por ele definidas no banco de dados (DUARTE, 2008).

Para a análise da ocupação da superfície, foram definidas as classes: solo exposto, vegetação densa, vegetação semi-densa, vegetação rala, nuvem, sombra de nuvem e água. Já as classes da análise de antropismo foram definidas como: vegetação, antropismo e água.

4.2.5 CONFECÇÃO DE MAPAS

Os mapas foram desenvolvidos na ferramenta SCarta, contida no pacote do *software* utilizado para este trabalho, o Spring. Desta forma, foram confeccionados mapas que visualmente alcançassem o interesse das análises desenvolvida. Ou seja, mapas da classificação ocupacional do solo e de antropismo, dentro da área da sub-bacia, assim como a presença de classes indevidas, nestas duas classificações, às margens e nascentes do Rio São Pedro.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

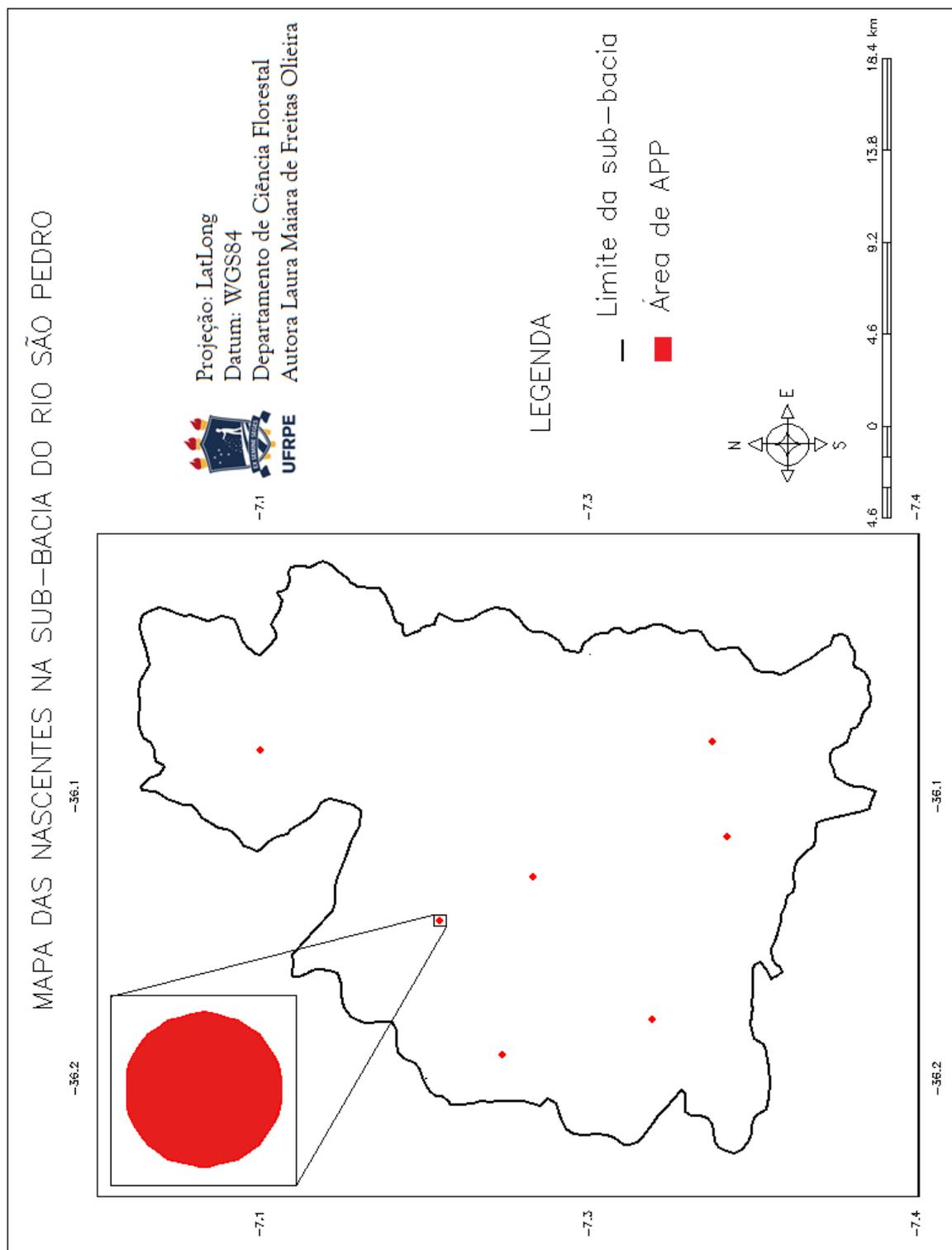
A Figura 3 mostra o posicionamento das sete nascentes da sub-bacia do Rio São Pedro. As APPs destinadas à estas, segundo a legislação, deve ser de 5,52 ha dentro das delimitações da bacia.

Concluindo a suma importância que as áreas no entorno das nascentes apresentam, no que diz respeito à vida útil dos rios por elas abastecidos, uma vez que sem a proteção adequada em torno destas, tende a ocorrer um processo de degradação do rio por ela abastecido, o que foi resultado ao verificado por Donadio *et al.* (2005), os quais estudaram quatro nascentes, duas com a presença de vegetação natural remanescente e duas com predominância de atividades agrícolas, os mesmos concluíram que a presença de remanescentes de vegetação de Mata Ciliar auxilia na proteção dos recursos hídricos.

Além das nascentes, as APPs de curso d'água também tendem a garantir a estabilização das margens, tendo assim uma importância significativa no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carregamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno (EUGENIO et al., 2011). Além disto, a preservação ou restauração das Matas Ciliares é de grande importância para viabilizar os corredores ecológicos, que interligam as florestas e garantem a variedade genética das espécies presentes destes ecossistemas.

Assim, temos a delimitação da área destinada à APP de acordo com o Código Florestal Brasileiro (Figura 4), o qual determina 30 m de largura em cada uma das margens do rio, visto que, o curso regular do rio utilizado como base de estudo, o Rio São Pedro, possui em média 10 m de espelho d'água. A calha regular desta sub-bacia corresponde à aproximadamente 90,74 km, resultando em aproximadamente 5,44 km² de APP ao longo deste curso hídrico.

Figura 3: Mapa de posicionamento das nascentes na bacia do Rio São Pedro.



semi-densa, vegetação rala, água, solo exposto nuvens e sombra de nuvens. Onde, na classe de solo exposto é considerada a falta de vegetação, podendo ser área construída ou não.

Na Tabela 1, podemos observar as quantificações do tipo de cobertura, referente ao resultado observado a partir da Figura 5.

Tabela 1. Porcentagem das classes de cobertura do solo na sub-bacia estudada.

CLASSIFICAÇÃO (OCUPAÇÃO DA SUPERFÍCIE)	ÁREA (Km²)	DENTRO DA BACIA (%)
Vegetação Densa	121,586	20,029
Vegetação Semi-densa	158,947	26,184
Vegetação Rala	193,553	31,885
Água	0,285	0,047
Solo Exposto	129,431	21,322

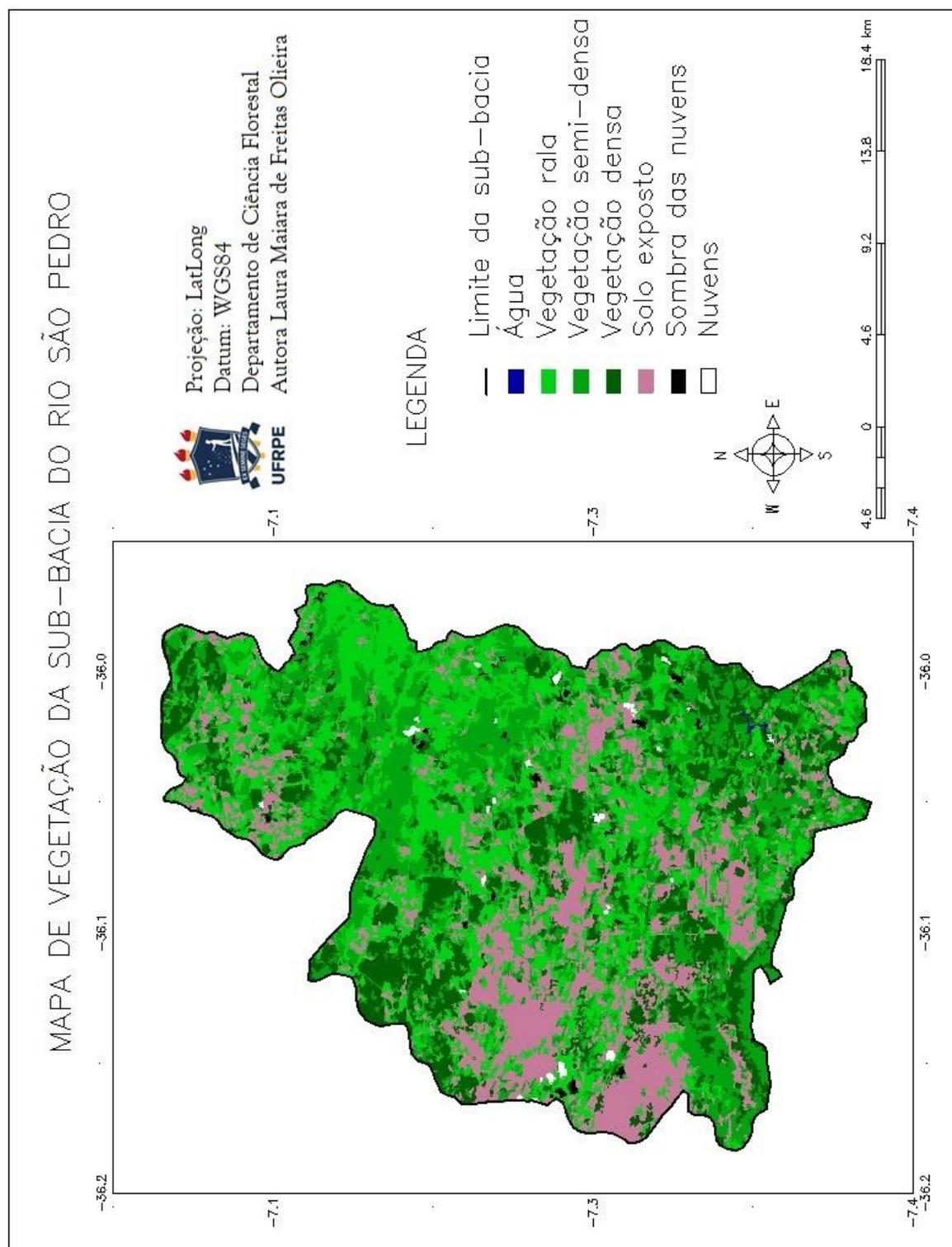
No mapa de cobertura total da superfície (Figura 5), na sub-bacia, observamos espacialmente como estão distribuídas as classes de ocupação dessa.

Pode-se observar que a maior representatividade é de vegetação rala, que pode ser entendida como área de pastagem ou agricultura, atividades bastantes desenvolvidas nos municípios em que a sub-bacia está localizada, tendo estas como principais fontes de renda da população, por estarem em áreas consideradas rurais. O solo exposto se apresenta em cerca de 21,32% da área, estas são áreas de concentrações urbanas ou simplesmente sem vegetação. Mesmo representando aproximadamente um quinto de toda a área, para uma área rural este percentual poderia ser menor.

A vegetação densa está contida em aproximadamente 20,03% da área total, um valor abaixo do esperado, em uma localização onde não há grande urbanização que normalmente acaba acarretando em pressões negativas na área verde. E, 26,18% de vegetação semi-densa, interpretada como locais de menor supressão ou naturalmente não adensadas, o que pode ocorrer pelas características do solo onde se encontram.

Na Tabela 2, se tratando das APPs de nascentes, apenas 5% da área total delas está coberta com vegetação densa, a classe dominante de 50% é de vegetação rala, 16,66% de vegetação semi-densa, e 28,33% de solo exposto. A água não foi detectada, uma vez que o pixel das imagens é de 30 m.

Figura 5: Mapa de ocupação do solo

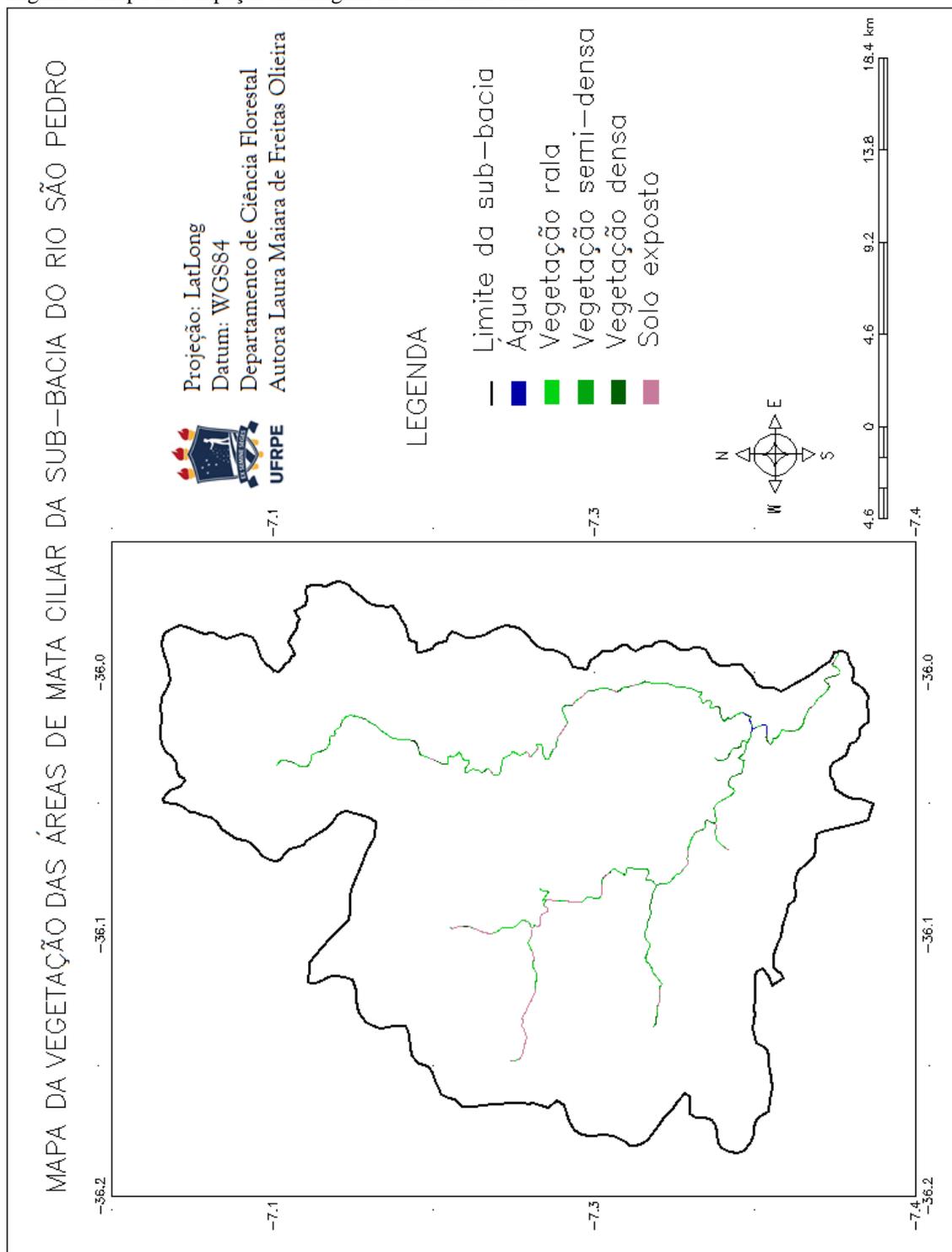


Com este resultado, podemos dizer que a maioria das áreas das nascentes estão sendo utilizadas de forma inadequada, desrespeitando o que diz o Código Florestal Brasileiro.

Tabela 2. Percentual das classes de ocupação nas APPs referentes às nascentes.

CLASSIFICAÇÃO (OCUPAÇÃO DA SUPERFÍCIE)	ÁREA (Km ²)	NASCENTES DOS RIOS (%)
Vegetação Densa	0,003	5,000
Vegetação Semi-densa	0,009	16,667
Vegetação Rala	0,027	50,000
Solo Exposto	0,015	28,333

Figura 6: Mapa de ocupação às margens do Rio São Pedro.



Se tratando da mata ciliar nas margens dos cursos d'água do Rio (Figura 6), apenas 15,11%, aproximadamente, são de vegetação densa, e 34,73%, a maior porcentagem entre as classes, é de vegetação rala, dando o entendimento de que estas áreas estão sendo utilizadas pela agricultura ou pastagens.

Tabela 3. Percentual das classes de ocupação nas APPs referentes às margens do Rio São Pedro.

CLASSIFICAÇÃO (OCUPAÇÃO DA SUPERFÍCIE)	ÁREA (Km²)	MARGENS DO RIO (%)
Vegetação Densa	0,822	15,106
Vegetação Semi-densa	1,477	27,151
Vegetação Rala	1,889	34,729
Água	0,127	2,333
Solo Exposto	1,086	19,970

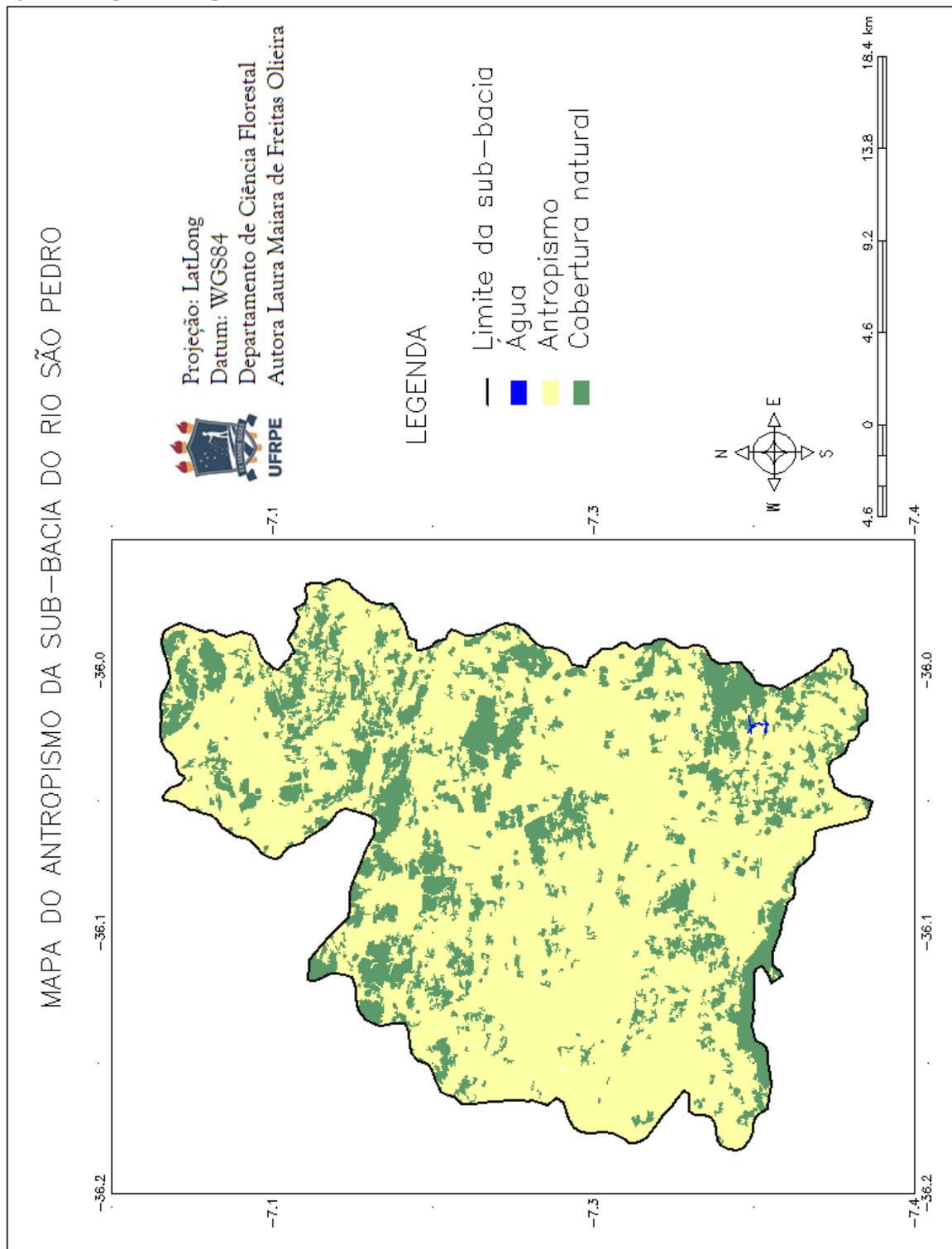
Devido à falta de chuvas e consequentemente a pouca disponibilidade de água para a população nestes locais, as comunidades tendem a se instalarem o mais próximo possível dos rios. Assim, elas os utilizam para dar de beber aos animais e para irrigação nos plantios agrícolas, fazendo assim, com que hajam impactos negativos nas margens dos cursos d'água, resultando em um meio antrópico.

O termo antrópico é relacionado ao ser humano em seu período de existência na Terra, ou seja, as ações e os resultados que estas provocam no meio ambiente, alterando suas feições e dinamismo. Com o passar dos anos e a evolução humana, os seres humanos tendem a explorar cada vez mais estes meios e acabam por abandonar as terras, quando não recebem mais o esperado delas.

Devido a estes aspectos, fez-se também a análise referente ao antropismo nas áreas de APPs, para que possamos ter o entendimento dos locais em que mesmo existindo vegetação estão sobre a influência das ações do homem, podendo agravar os resultados já encontrados na ocupação.

Na Figura 7 pode-se observar o Mapa de Antropismo, gerado a partir das imagens analisadas. As classes usadas para a avaliação deste mapa foram: cobertura natural, antropismo e água.

Figura 7: Mapa de antropismo na sub-bacia do Rio São Pedro.



Podemos observar que a maior parte da sub-bacia está representada por áreas de interferência humana, antrópicas. Há resquílios de vegetação natural, as quais foram identificadas principalmente em áreas de elevadas altitudes, dificultando a chegada e a fácil modificação do homem.

Na Tabela 4 temos os valores referentes à essas modificações da natureza. O antropismo predomina com 75,92%, aproximadamente, da área total, valor alto se tratando de uma zona rural. Deixando apenas 24,03% de cobertura natural. Com isto, podemos deduzir que caso não haja mudanças de pensamentos ou estímulos à preservação, as áreas que ainda contém cobertura densa ou semi-densa tenderão a diminuir.

Tabela 4. Porcentagens do antropismo e cobertura natural

CLASSIFICAÇÃO (ANTROPISTO)	ÁREA (Km²)	DENTRO DA BACIA (%)
Cobertura Natural	145,848	24,028
Antropismo	460,836	75,922
Água	0,303	0,050

O antropismo nas APPs das nascentes, visualizado através da Tabela 5, nos mostram que dentre as APPs de nascentes 100% de suas áreas possuem perturbações humanas, ou seja, ainda que as áreas possuam cobertura, recebem de alguma forma estresses causados pela ocupação humana, o que é um problema para este curso hídrico, pois o mesmo já não recebe contribuições constantes da água da chuva.

Tabela 5. Porcentagens de antropismo nas nascentes

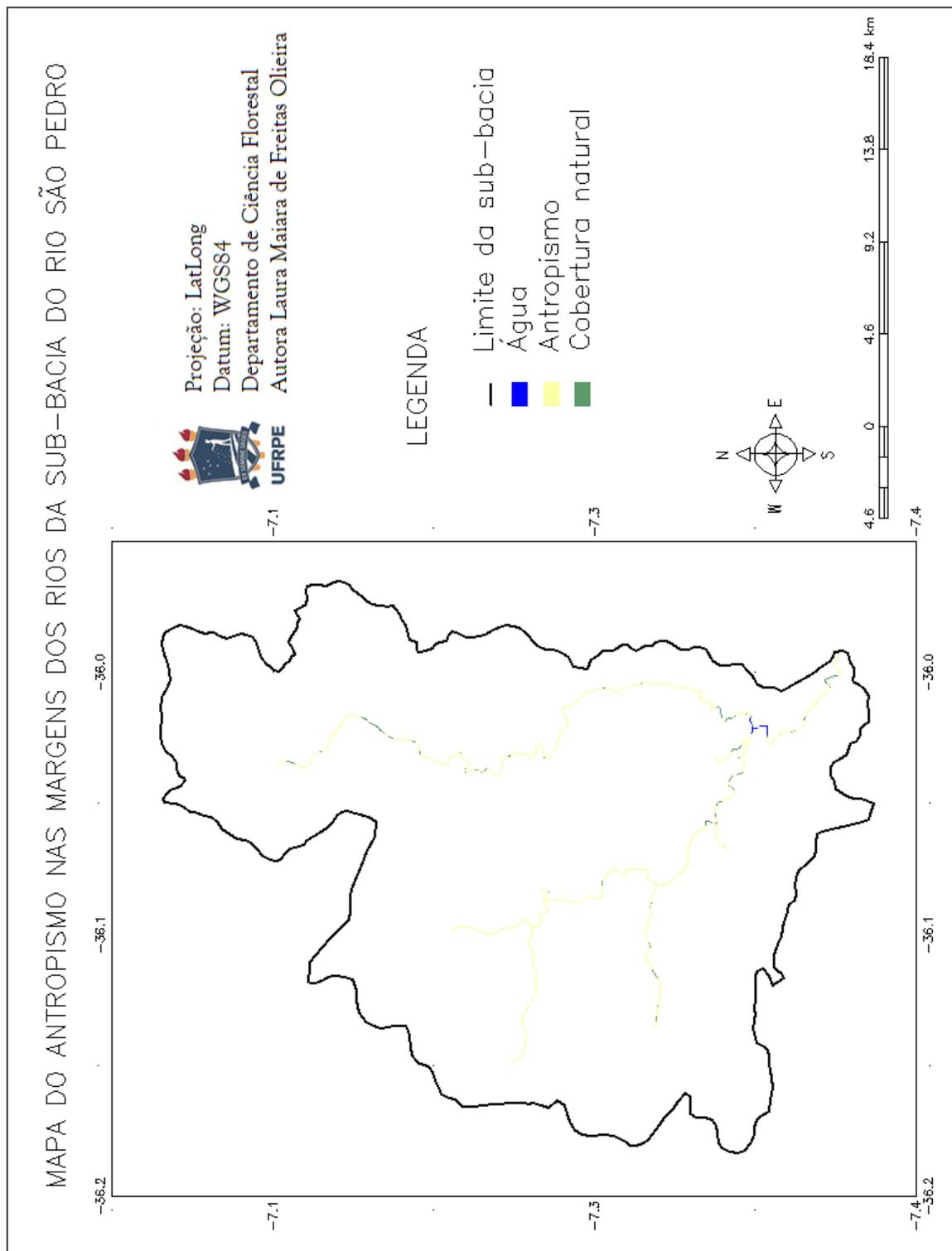
CLASSIFICAÇÃO (ANTROPISTO)	ÁREA (Km²)	NASCENTES DOS RIOS (%)
Cobertura Natural	0,000	0,000
Antropismo	0,054	100,000
Água	0,000	0,000

Em se tratando de área de preservação nos cursos d'água, a Tabela 6 nos comprova que assim como nas nascentes, a predominância é o antropismo destas regiões. Onde, aproximadamente 85,92% é caracterizada como áreas antrópicas e apenas 12,08% de áreas preservadas. Observamos na Figura 6 a representação da ocorrência destas ações nas áreas citadas.

Tabela 6. Percentuais de antropismo nas áreas determinadas matas ciliares.

CLASSIFICAÇÃO (ANTROPISTO)	ÁREA (Km²)	MARGENS DO RIO (%)
Cobertura Natural	0,658	12,083
Antropismo	4,678	85,917
Água	0,109	2,000

Figura 8: Antropismo nas Áreas de Preservação Permanente às margens dos rios.



Tais observações são preocupantes, pela necessidade de zonas de Matas Ciliares para os rios. Estas ações indevidas podem levar à morte definitivas de nascentes e rios, como já ocorrido em outras situações. Em áreas de extremo estresses hídricos, qualquer metodologia

existente para a fixação, preservação e disponibilidade de água são de importância não só ambiental, como também para a sobrevivência humana.

É entendível que grande parte das populações rurais não possuem acesso à devidos estudos, o que acaba não sendo favorável para a visão de que pequenas ações rotineiras podem causar danos e estes podem ser irreversíveis. Assim como, que escolhas para facilitar o trabalho humano, como a utilização das margens para áreas de pasto, podem acarretar danos futuros não desejados até mesmo para o próprio morador e trabalhador rural.

Se faz necessário que sejam adquiridas medidas educativas e incentivos às populações rurais que convivem com estes ecossistemas, com a intenção de desenvolver medidas que sejam de interesse comum ao meio ambiente, e a estes que utilizam de áreas de preservação permanente, inadequadamente.

A imagem a seguir exemplifica o Rio São Pedro e suas margens. Podemos destacar a presença de vegetação de pequeno porte muito próximo à calha do rio, na Figura 9. Nesta área foi observado o livre acesso de bovinos.

Figura 9: Rio São Pedro próximo à propriedades agrícolas (S 7,368° e O 35,985°)



Fonte: Oliveira (07/07/2018)

6 CONCLUSÕES

- ✓ A ocupação do solo nas nascentes e margens dos Rios mostraram valores não desejados. Nas nascentes foi identificado 50% de presença da vegetação rala e 28,33% de solo exposto. Nas margens, 34,73% de vegetação rala e 19,97% de solo exposto. Tais fatos caracterizam o não cumprimento do código florestal e a dedução da falta de intervenção dos órgãos públicos acerca de fiscalizações.
- ✓ Foi possível perceber o antropismo excessivo nas áreas rurais, na área da sub-bacia , que abrange 75,92%, e principalmente nas APPs, objeto de estudo, sendo 100% nas nascentes e aproximadamente 85,92% às margens dos rios, despertando preocupação deste fenômeno que já causa grandes distúrbios à dinâmica dos ecossistemas.
- ✓ É observado a necessidade da interferência de órgãos responsáveis, com criação de ações que esclareçam a importância da preservação e impulsionem a execução de métodos para as populações mais carentes de informações, com a finalidade de melhorar o cenário destas áreas de preservação permanente.
- ✓ Para melhor entendimento da complexidade e melhor justificativa do mal-uso destas áreas, é entendível que estas necessitem de visitas à campo. Entretanto, com tais resultados pode-se promover visitas localizadas às áreas que mais apresentam má ocupação perturbações, dando subsídio para a escolha do percurso a ser feito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BILAC, R. P. R.; ALVES, A. M. Crescimento urbano nas áreas de preservação permanente (APPs): um estudo de caso do leito do Rio Apodi/Mossoró na zona urbana de Pau dos Ferros-RN. **Geotemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, v. 4, n. 2, p. 79-95, jul./dez., 2014.

BOHN, N.; MORASTONI, E. P.; MATTEDI, M. A. Áreas de preservação permanente e a prevenção aos riscos de desastres: o papel do sistema de justiça. In: SCHULT, S. I. M.; BOHN, N. **As múltiplas dimensões das Áreas de Preservação Permanente**. Blumenau: Edifurb, 2014. p. 71-79.

BRASIL. **Lei Federal de 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. Brasília, DF, 2012. Disponível em :<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm: Acesso: 16 de julho de 2018.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BARRELLA, W.; PETRERE JR., M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARROS, R. S.; CRUZ C. B. M.; REIS R. B.; COSTA JÚNIOR, N. A. **Avaliação do modelo digital de elevação do SRTM na ortorretificação de imagens Landsat 7 – Área de aplicação: Angra dos Reis – RJ** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR Goiana, Brasil, 16-21 abril 2015, INPE, p.3997-4004.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A. S.; MAGALHÃES, G. C. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. 1996. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf>. Acesso em: 21 de jun. 2018.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Fundamentos de geoprocessamento. Introdução ao Geoprocessamento**. São José dos Campos, p. 01-05, 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 20 de maio de 2018.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de. **Princípios Básicos em Geoprocessamento**. In: **Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura** / Editado por Eduardo Delgado Assad; Edson Eyji Sano – 2 ed., e ampl.- Brasília: EmbrapaSPI/Embrapa-CPAC, 1998.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil) Resolução n° 369, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitem a intervenção ou supressão em Área de Preservação Permanente –APP. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 de março de 2006. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>>. Acesso em: 18 de julho de 2018.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil) Resolução n° 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de maio de 2002. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 18 de julho de 2018.

COSTA, T. C. C.; SOUZA, M. G.; BRITES, R. S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Salvador, Brasil, abril, 1996. **Anais...** Salvador: INPE, p. 121-127.

DONADIO, N.M.M; GALBIATTI, JÁ; PAULA, RC. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego rico, São Paulo, Brasil. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n.1, p.115-125, jan./abril, 2005.

DUARTE, S. M. A. **O desastre da desertificação no município de Taperoá**. 2008. 241f. (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. **Geotecnologias**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-geotecnologias/sobre-o-tema>> Acesso em: 15 de junho de 2018.

EUGENIO F.C., SANTOS A.R., LOUZADA F.L.R.O., PIMENTEL L.B., MOULIN J.V. Identificação das áreas de preservação permanente no município de Alegre utilizando geotecnologia. **Cerne**, vol. 17, n. 4, p. 563-571, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010477602011000400016&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 05 de maio de 2018.

FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.

FELGUEIRAS, C.A.; CÂMARA, G. Modelagem numérica do terreno. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C. MONTEIRO, A. M. V. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 345 p.

GROHMANN, C.H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S.S. Aplicações dos modelos de elevação SRTM em geomorfologia. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.2, n.2, p. 73-83, 2008. Disponível em:<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-03022009-141229/.../CHGC8.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2018.

FIGUEIREDO, D. 2005. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília - DF. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf>Acesso em: 15 de julho de 2018

GROHMANN, C.H.; RICCOMINI, C.; STEINER, S.S. **Aplicações dos modelos de elevação srtm em geomorfologia** / Rev. Geogr. Acadêmica v.2 n.2 (viii.2008) 73-83

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Introdução Ao Sensoriamento Remoto**. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>> Acesso em: 15 de julho de 2018.

LISBOA FILHO, J.; IOCHPE, C. **Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com Ênfase em Banco de Dados**. XV JAI - Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC. Recife-PE: SBC, 1996 (Apostila).

MALCZEWSKI, J. **GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview**. Progress in Planning, v.62, n.1, p.3-65, 2004.

MARTINS, F. B., ROCHA, J. S. M., ROBAINA, A., D., KURTZ, S. M. J. M., KURTZ, F. C., GARCIA, S. M., SANTOS, H. O., DILL, P. R. J., NOAL, T. N. Zoneamento Ambiental da sub – bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria (RS). Estudo de caso. **Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.315-322, jul./set. 2005.

MEC. Ministério da Educação. **Geomática**. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/geomatic.pdf>>. Acesso em: 12 de junho de 2018.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas**. 2.ed.rev.atual. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4 ed. viçosa, MG: Ed. UFV, 2011.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

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-MG, v.29, n.2, p.203-212, 2005.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 6 ed. Uberlândia: EDUFU, 2007.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia aplicada**. Revista do Departamento de Geografia, vol. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: < http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_16/Roberto_Rosa.pdf> acesso em: 01 de julho de 2018.

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

SILVA, J. A. A.; NOBRE, A. D.; MANZATTO, C. V.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R.; SKORUPA, L. A.; NOBRE, C. A.; AHRENS, S.; MAY, P. H.; SÁ, T. D. A.; CUNHA, M. C.; RECH FILHO, E. L. **O código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo**. ISBN 978-85-86957-16-1, São Paulo: Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência, SBPC; Academia Brasileira de Ciências, ABC, 2011. 124 P.

SILVEIRA, V. F. **Geoprocessamento como instrumento de gestão ambiental**. In: PHILIPPI JUNIOR, A. P.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004

SHORUPA, L. A. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável**. Empresa Meio Ambiente – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária, Jaguariúna, dezembro, 2003. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf.>. Acesso em: 16 de julho de 2018.

SPRING, **Manuais tutorial de Geoprocessamento: Sensoriamento Remoto**, 2006. disponível em: < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_sen.html> Acesso em: 20 de abril de 2017.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas**, Guanhães, MG. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).