



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS DA NATUREZA
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

JÔNATAS OLIVEIRA VASCONCELOS

**DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE APPS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
CURSO DO RIO PARAÍBA**

JOÃO PESSOA

2018

JÔNATAS OLIVEIRA VASCONCELOS

**DELMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE APPS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
CURSO DO RIO PARAÍBA**

TCC em forma de artigo apresentado ao curso de Geografia Bacharelado (Trabalho de Conclusão de Curso), como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Dr. Bartolomeu Israel de Souza

JOÃO PESSOA

2018

ANEXO 4



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE GEOGRAFIA

Resolução N.04/2016/CCG/CCEN/UFPB

PARECER DO TCC

Tendo em vista que o aluno (a) Jônatas Oliveira Vasconcelos () cumpriu () não cumpriu os itens da avaliação do TCC previstos no artigo 25º da Resolução N. 04/2016/CCG/CCEN/UFPB somos de parecer (X) favorável () desfavorável à aprovação do TCC intitulado:

Delimitação autônoma de APPs em
Curso d'água no município paraibano
com uso de SIG

Nota final obtida: 8,0 (oito)

João Pessoa, 08 de outubro de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Bartolomeu J. de Souza
Professor Orientador

Professor Co- Orientador (Caso exista)

Francisco Vilas de Araújo Segundo Neto
Membro Interno Obrigatório (Professor vinculado ao Curso)

Elaine Rachel Costa Lourenço
Membro Interno ou Externo

DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE APPS EM CURSO D'ÁGUA NO SEMIÁRIDO PARAIBANO COM USO DE SIG

Jônatas Oliveira Vasconcelos¹; Bartolomeu Israel de Souza²

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo principal a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) do curso principal da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba. Para alcançar tal objetivo, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas para delimitar, automaticamente, conforme a legislação ambiental estabelecida pelo Código Florestal Brasileiro, as APPs neste curso d'água antes e após o Programa de Integração do Rio São Francisco. Como resultado, foi delimitado aproximadamente 21 km² de APPs no curso d'água do sistema fluvial proposto e também foi realizada uma análise das áreas de APPs pré e pós transposição das águas do Rio São Francisco como dos dados secundários existentes relacionando com a realidade exposta pelas imagens de satélites da atualidade .

Palavras Chaves: Áreas de Preservação Permanente; Sistemas de Informações Geográficas; legislação ambiental.

PPAS AUTOMATIC DELIMITING IN PARAIBANO SEMIARID WATER COURSE USING GIS

ABSTRACT

This present work had the main focus delimitate Permanent Preservation Areas (PPA) in the main course of the Higher Stream of Paraíba River Watershed. For achieving such objective was used geoprocessing techniques with the auxiliary of Geographical Information Systems to delimitate, automatically, according to the environments legislations established by Brazilian Forest Code, PPAs in this one watercourse, before and after the São Francisco river Integration Program. As result, were delimitated approximately 21 km² of PPAs in the studied course. Also was realized an analysis of the PPAs pre and post-São Francisco river transposition with secondaries dados that already exist relating with the reality exposed by the actual satellites images.

Keywords: Permanente Preservation Area; Geographic Information Systems; environmental legislations.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas fluviais são bases fundamentais para a distribuição hídrica no mundo. Desta forma, é imprescindível manter esse sistema, pois este, se fez e se faz necessário para a sobrevivência tanto do homem, quanto do sistema ambiental como um todo (SPINK et al., 2010).

Com o passar dos anos, a visão de sustentabilidade e da necessidade de cuidar do meio ambiente em que vivemos passou a ganhar espaço nas discussões mundiais. Com isso, ONGS (organizações não governamentais), países e diversas outras entidades buscam a cada ano propor medidas preventivas e de recuperação do ambiente em que vivemos. O sistema hídrico fluvial é apenas um exemplo de foco de discussão no mundo. Estas reuniões e discussões (Estocolmo -1972, Eco-92, Rio+10, Rio+20 etc...) que vêm sendo geradas a décadas, visam principalmente prevenir que o meio ambiente sofra com a degradação extensiva diante das atuações do homem sobre o mesmo.

No Brasil, um dos sistemas ambientais que mais apresenta modificações, tanto naturalmente como artificialmente, é o sistema fluvial semiárido. Estes sistemas, apresentam o período anual de seca entre 6 a 9 meses em média por ano. Diante disso, novas técnicas e tecnologias são desenvolvidas para gerir ou inserir as águas presentes ou que irão chegar a estes destinos (AZEVEDO et al., 2005).

Assim, um dos meios para atender a esta demanda em parte do Nordeste, foi a criação do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), que se estruturou para diminuir a problemática da falta d'água na região semiárida no polígono das secas no Nordeste brasileiro, abarcando, principalmente, os estados de Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (SOUSA, DERTONI e PRADA, 2004).

A integração de bacias hidrográficas como a do rio Paraíba, na Paraíba, transformou e ainda transformará todo o sistema fluvial local, pois os rios que se encontram nas áreas semiáridas, deixarão de ser intermitentes e efêmeros e passarão a ter vazões regularizadas, se comportando com dinâmica diferente da usual (FRYIRS e BRIERLEY, 2010).

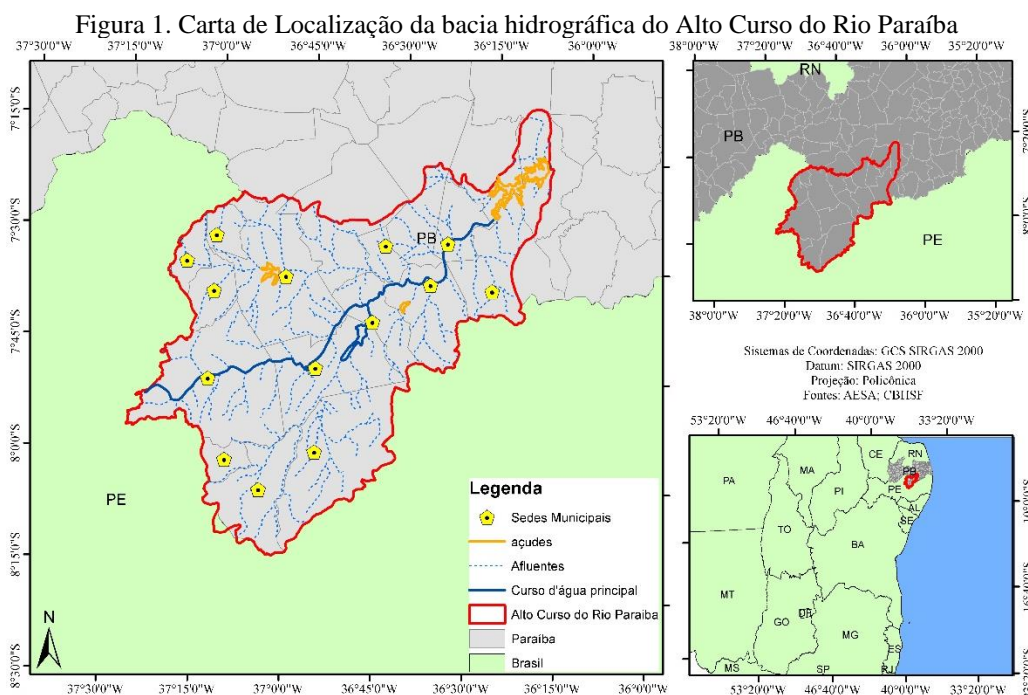
Com isso, o conhecimento dos elementos presentes na área da bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba, é de extrema importância. Tendo em vista que, para se analisar as mudanças, identificando se foi benéfico ou não a transposição ou outros tipos de intervenção, é necessário ter ciência do que existia antes da dinâmica atual. A vegetação é um dos elementos necessários para a constituição e manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP),

tendo em vista que esta, é necessária para a estabilização das margens do rio, e um dos critérios de avaliação da consistência das margens além de um dos critérios para que se mantenha a presença d'água no solo. Além disto, o comportamento das vegetações em ambientes semiáridos possuem uma identificação mais fácil nas imagens de satélites devido a série/escala temporal disponível, o que proporciona a esta uma maior capacidade de análise em relação aos outros elementos.

Desta forma, o presente estudo busca espacializar, delimitar e analisar as Áreas de Preservação Permanente do curso d'água principal da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba com o uso de ferramentas do geoprocessamento..

1. 1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia hidrográfica do Alto Curso do Rio Paraíba (ACRB, figura 1), é composta por 19 municípios. No entanto, o ACRB em si, que se situa na mesorregião da Borborema na Paraíba e se encontra entre as coordenadas 7°21'0" Sul - 8°20'0" Sul e 36°7'0" Oeste – 37°22'0", segue do município de Monteiro, mais especificamente na serra do Jabitacá e percorre os municípios de Camalaú, Congo, São João do Cariri, Cabaceiras e Boqueirão (SEMARH, 2004).



O ACRB, de acordo com a classificação de Koppen, possui clima semiárido quente. A geologia predominante é de rochas do período pré-cambriano, principalmente composta por gnaisses, ortognaisses granítico-granodiorítico, metacalcário, quartzitos e xistos, dispostas em relevos ondulados, fortemente ondulados e feições aplainadas, estas últimas, dominantes na paisagem (MARINHO, 2011). Além de estar delimitado tanto a leste como a oeste por compartimentos de encostas – que juntamente com a falta de perturbações de mais intensidade permitiu a aparição dessas feições aplainadas, tendo por seus limites os Maciços Remobilizados do Domínio da Zona Transversal, isto proporcionou ao alto curso uma relativa predominância de baixa declividade que vai principalmente de 0-20% (CORRÊA et al., 2010; FURTADO e SOUZA2006).

No que diz respeito aos solos, embora haja predominância de Luvisolos de espessura rasa, que cobrem quase toda a cobertura do cristalino, há outros 6 tipos de solo, sendo estes: Argissolos Vermelho-Amarelos, Planossolos, Vertissolos, Neossolos Regolíticos, Neossolos Flúvicos e Neossolos Litólitos (MARCUIZZO et al., 2012).

No tocante a vegetação e uso e cobertura do solo, esta bacia hidrográfica, possui predominância de vegetação caducifólia, principalmente as caatingas, e possui já boa parte de seu solo antropizado, seja para as atividades de agricultura ou agropastoris (MARCUIZZO et al., 2012).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sistema e Sistema Fluvial Semiárido

Os sistemas é uma das fundamentações utilizadas mundialmente para a análise de diversas áreas de estudos, dentre os mais analisados estão os sistemas hídricos. Diversos estudiosos como Christofolletti e Bertalanffy ampliaram os conhecimentos desta teoria, deixando-as viáveis para a utilização em muitos ambientes. Para Christofolletti o sistema é o conjunto dos elementos, as relações entre eles e suas especificidades (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003) e para Bertalanffy, o sistema é um conjunto de elementos em interação (BERTALANFFY, 1973). Assim, para a compreensão de um sistema, é necessário entender como se dá a interrelação entre seus elementos (VICENTE e PEREZ FILHO, 2003)

Estas interrelações possuem diferentes níveis de complexidades e trocas de matéria, energia e estrutura do sistema e são complexas e não lineares. De modo que, não importando a ordem, se houver mudança na forma ou nos processos haverá mudança em ambos, podendo afetar entre tudo, o equilíbrio que há no sistema (SOUZA, 2013). Estas mudanças decorrentes das variações da interrelação entre os elementos se chamam retroalimentações (SHEIDEGGER, 1992; SOUZA, 2013)

Os diversos sistemas no mundo possuem especificidades, de semelhante modo o sistema fluvial semiárido brasileiro. Algumas destas são a presença do estresse hídrico, solo demasiadamente exposto e as construções de barragens e passagens molhadas que são bem comuns.

O sistema fluvial semiárido é marcado por vazões efêmeras e intermitentes. Os rios de vazões efêmeras se formam e existem apenas quando há precipitações, geralmente, torrenciais. Já os de vazões intermitentes, têm por característica principal a secagem de seu leito em um determinado período do ano (COSTA et al., 2012). As variações dos pulsos de energia obtidos por estes tipos de vazão implicam em comportamentos fluviais específicos. Ao mudar o fluxo destas vazões, há possibilidades de gerar retroalimentações positivas e causar impactos não previstos neste sistema.

Neste sistema, a cobertura vegetal, que em grande parte são caducifólias, passa a maior parte do ano sem copa. Com isso, as precipitações, que usualmente são torrenciais, colidem diretamente com o solo, favorecendo o potencial de erosão e gerando diversas consequências, como a modificação das características presentes nas APPs (REANEY et al., 2013).

Com o novo fluxo proporcionado pelo PISF, as áreas adjacentes aos cursos d'água, que são áreas de preservação permanente, são fatores de risco desse sistema. A combinação de eventos extremos com este novo fluxo poderá modificar drasticamente estas áreas, aumentando a capacidade erosiva do canal, conseqüentemente gerando uma expansão ou redirecionamento do canal que receber este fluxo. Sem contar o risco que as populações que ocupam as áreas próximas aos cursos d'água, para plantar e/ou usufruir para sua própria sobrevivência, podem ser diretamente afetadas. Assim, a fundamentação dos sistemas proporciona uma boa base para entender as relações entre os elementos e como essas relações vão ou podem influenciar estas APPs.

2.2 Legislação ambiental, modificações do uso da terra e impactos ambientais

Os diferentes sistemas ambientais no mundo tendem a receber intervenções à medida que as sociedades se apropriam do espaço. Contudo, estas intervenções necessitam serem previamente estudadas, tentando conciliar seus benefícios à realidade natural do ambiente para se obter alternativas e avaliar se é realmente viável e/ou necessário qualquer intervenção (VOROVENCII, 2014). Para isto, são estabelecidas as leis ambientais.

Segundo Fryirs e Brierley (2013) as áreas ao redor dos cursos d'água são exemplos eficazes da utilização e da implantação das legislações, sendo estas áreas de necessidade de preservação. Nestas áreas de preservação, que no Brasil são chamadas APPs, são levados em conta todo o sistema, a fim de que este, seja preservado para o bom funcionamento e para a manutenção do rio.

De acordo com o Código Florestal do Brasil, na lei 12651/2012 se entende como APP, áreas protegidas, cobertas ou não cobertas, com funções ambientais de preservação dos recursos hídricos, paisagens, a estabilidade geológica e a biodiversidade, afim de que facilite o fluxo gênico da fauna e da flora, protegendo também o solo e o bem-estar da população (BRASIL, 2012).

Sabendo que uma das especificidades da legislação é a preservação dos recursos hídricos, uma das categorias mais trabalhada, é quando há o envolvimento direto de um rio, com as remoções de vegetação, que em tese é proibido pela legislação, nas áreas adjacentes ao rio e o uso do solo nas proximidades do mesmo. Nas quais o governo especifica determinadas medidas do distanciamento para o uso do solo (SOUSA, DERTONI e PRADA, 2004), mais

especificamente o código florestal brasileiro que delimita APPs de 30 metros a 600 metros de margens para cursos de d'águas que vão de 10 a 500 metros ou mais (BRASIL, 2012).

Estas medidas, muitas vezes até rigorosas, servem para antes de tudo manter o bom relacionamento entre a sociedade e os recursos naturais, a fim de que se produza um desenvolvimento sustentável, pensando não só no agora, mas também nas gerações vindouras.

No entanto, o acompanhamento detalhado de todo o percurso do rio, se torna muitas vezes inviável, tendo em vista a dimensão deste rio e dos demais elementos que o integram. Assim, técnicas que podem viabilizar a identificação destas áreas, espacializá-las e realizar análises do uso, é o sensoriamento remoto e o geoprocessamento. A partir destas técnicas se tornou possível armazenar uma grande quantidade de imagens e banco de dados, facilitando as análises dos ambientes naturais (MENKE et al., 2009).

2.3 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

O sensoriamento remoto é a tecnologia que permite se obter imagens, e outros diversos tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia que reflete ou que é emitida pela superfície (FLOREZANO, 2011). Segundo a autora há uma explicação lógica que nos permite entender como funciona esta tecnologia, para esta:

“ O termo Sensoriamento refere-se à obtenção de dados por meio de sensores instalados em plataformas terrestres, aéreas (balões e aeronaves) e orbitais (satélites artificiais). O termo remoto, que significa distante, é utilizado porque a obtenção é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e os objetos na superfície terrestre...” (FLOREZANO, 2011).

Os sensores remotos, usualmente, trabalham nas faixas de espectro que vão do infravermelho a faixa do visível permitindo uma certa exatidão dos dados obtidos. Quando se tem uma captação temporal de imagens de uma determinada área, é possível avaliar as modificações do uso e cobertura da mesma, pois as respostas a partir de que o ambiente se transforma, vão mudar também (DAINESE, 2001; MENKE et al., 2009).

Como exemplo da utilização do proposto, Souza et al. (2007), utilizaram o geoprocessamento concomitantemente com técnicas de sensoriamento remoto, por meio de imagens do LANDSAT 7 ETM+ em formato digital e o LANDSAT 2 MSS, com foco na Análise por Componentes Principais, para identificar mudanças na cobertura vegetal no Município de Serra Talhada-Pernambuco. Neste trabalho, os autores conseguiram expressar quão importante é o uso dessas técnicas para a avaliação geral de uma determinada área. Eles puderam observar dentre outros resultados, que houve aumento da cobertura vegetal geral em áreas expostas e diminuição em áreas não expostas.

Barbosa, Andrade e Almeida (2009), no trabalho referente a evolução da cobertura vegetal e uso agrícola do solo no município de Lagoa Seca-Paraíba, buscaram, principalmente, o levantamento de informações relacionados aos aspectos biofísicos, além do mapeamento e da quantificação da vegetação natural e das áreas agricultáveis. Para isto, eles utilizaram imagens digitais do satélite Landsat, concomitantemente com levantamento de coordenadas por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Apresentando dados de vegetação secundária dominantes, de acordo com cada prática agrícola peculiar de região para região, além da identificação das fisionomias vegetais nos períodos já citados.

Desta forma, a utilização do sensoriamento remoto mais as análises por geoprocessamento, que para Xavier da Silva (2001) seria um conjunto de técnicas computacionais que operam sobre bases de dados georreferenciados para transformá-los em uma informação relevante dos dados obtidos ou gerados, se tornam uma ferramenta fundamental para avaliar os processos burocráticos exigidos nas legislações, além de poder comprovar mudanças no local e analisar esta realidade a partir de comparações temporais, possibilitando a espacialização e a identificação das APPs na área de estudo.

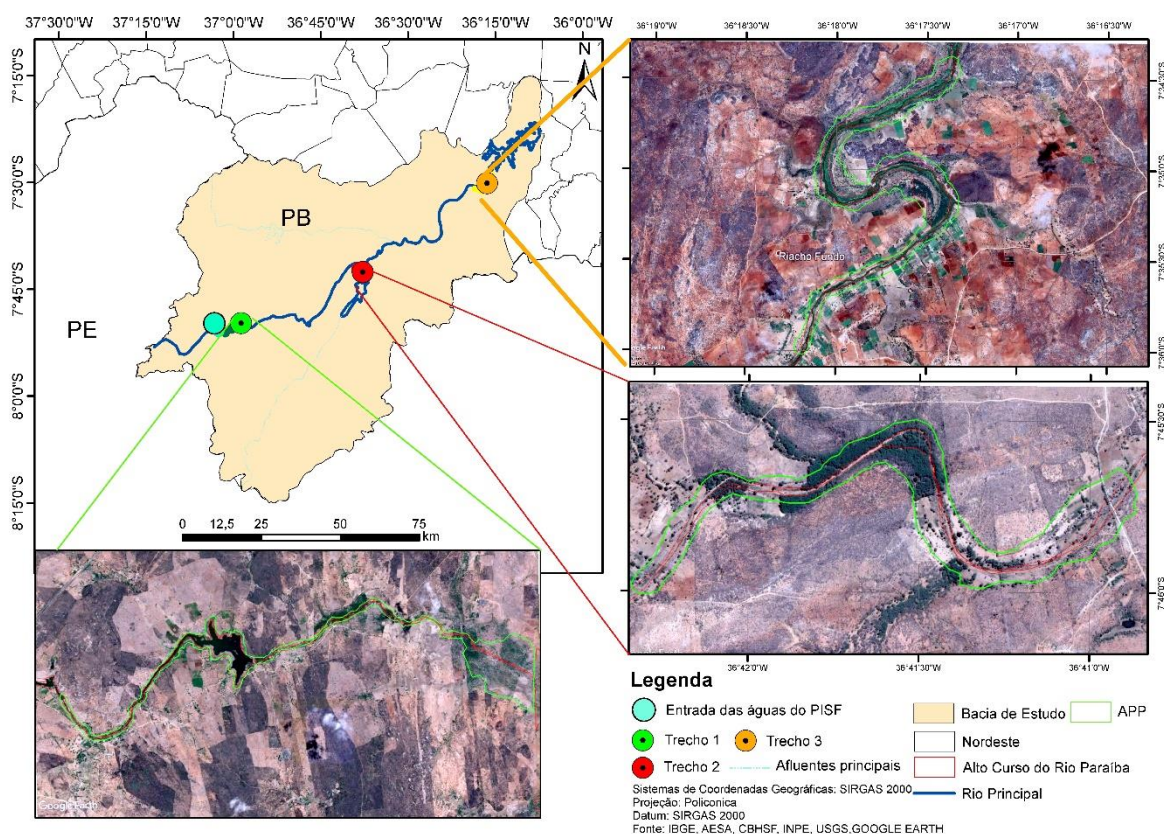
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi feito principalmente por meio de técnicas do geoprocessamento e sensoriamento remoto. Para tal, foi utilizado uma análise temporal de cinco anos, sendo estes três anos antes da transposição do rio São Francisco ao rio Paraíba (2014-2016) e dois anos após a transposição (2017-2018).

Embora foi avaliado o percurso inteiro do rio, foram escolhidos 3 trechos representativos, para dar uma melhor visualização ao que está sendo estudado. Estes foram distribuídos de acordo com o perfil longitudinal do rio, sendo um logo após o input das águas do PISF, um na parte intermediária e outro já próximo ao fim do Alto Curso, próximo do açude Epitácio Pessoa, como mostra a figura 2.

Para as atividades de sensoriamento remoto e espacialização das APPS, foram utilizadas as Imagens dos satélites Landsat 8 e Sentinel 2, ambas com resoluções 30 metros e extraídas entre os meses de junho a agosto. A escolha das imagens foi feita pelo critério de apresentação de menos nuvens, permitindo assim ter uma visão mais clara do elemento a ser estudado. As imagens do Landsat 8 foi obtida através do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), e as imagens do Sentinel 2 da USGS (United States Geological Survey). De 2014 a 2017 as imagens do satélite Landsat 8 se apresentaram com menos presença de nuvens, sendo estas escolhidas para os 4 primeiros anos da série, e para 2018 foi utilizado a Imagem do Sentinel 2. As imagens foram trabalhadas utilizando a composição e fusão das bandas coloridas e aquelas que correspondiam as melhores resoluções (Landsat: 4, 5 e 6 e a pancromática; Sentinel: 2, 3, 4 e a pancromática) dando assim um melhor detalhamento para as análises propostas.

Figura 2. Carta de localização dos trechos estudados



A demarcação das APPs, foi feita a partir do previsto na Constituição Federal, inciso III, parágrafo 1º, por meio do Código florestal (Lei 4.771/1965 e alterações posteriores) no tocante às margens de rios, e demais espaços ao redor de um curso d'água, nascentes, reservatórios dentre outros. Definindo estas APPs com as seguintes medidas:

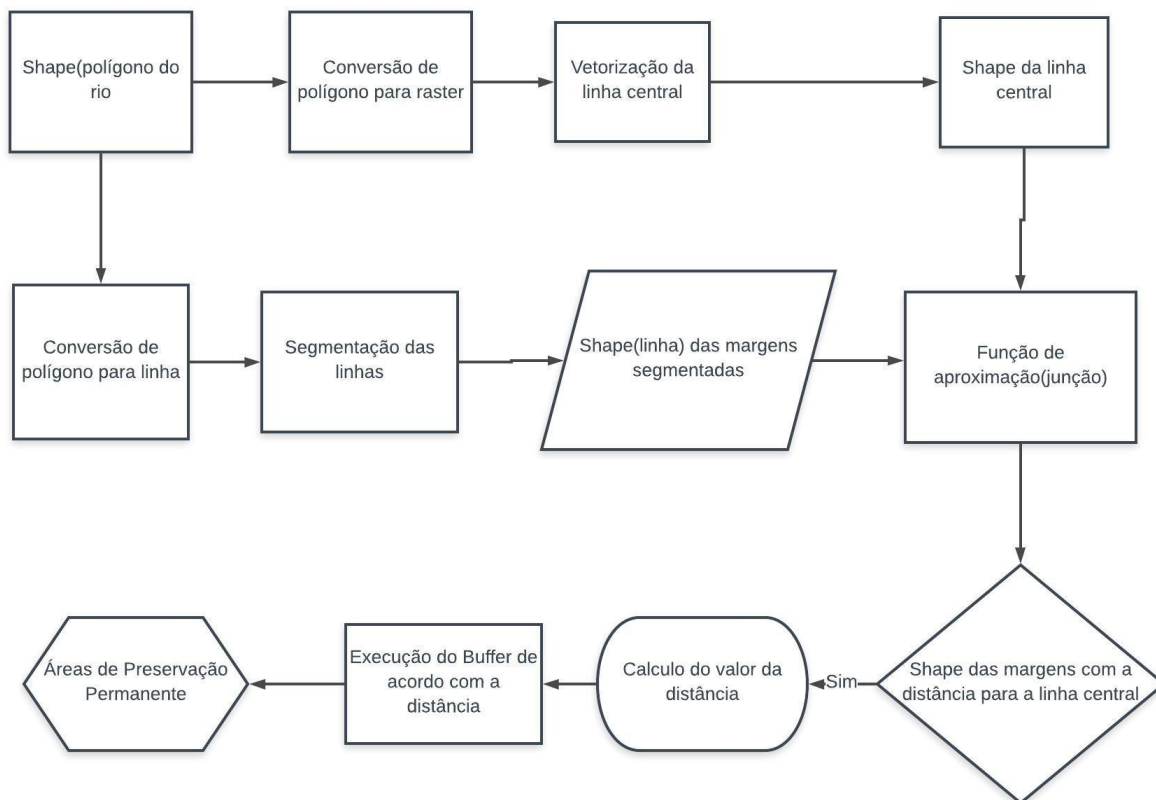
- 1- 30 metros em ambas as margens para rios com 10 metros de largura
- 2- 50 metros para rios com cursos d'água entre 10 e 50 metros.
- 3- 100 metros para cursos d'água que tenham 50 a 200 metros.
- 4- 30 metros para reservatórios, destinados a armazenamento de água para abastecimento público, em áreas urbanas.
- 5- 100 metros para reservatórios, destinados a armazenamento de água para abastecimento público, em áreas rurais

A espacialização das APPs foi feita a partir do software ArcGIS 10.2 e sua caixa de ferramentas (Arc Toolbox), principalmente, com as ferramentas Raster Calculator e o Buffer. Após isso, foi feita a vetorização transformando as APPs em shapefiles de polígonos. O novo

redimensionamento das APPs foi feito pela metodologia de Jesus e Souza (2016), que resumidamente, transformam os shapefiles em linhas, calculam a distância entre a linha central do rio e a das margens do rio, e por meio do raster calculator executam o buffer automaticamente de acordo com cada distância, seguindo os critério já pré-estabelecidos. Assim como mostra a figura 3.

Por último, para uma melhor visualização dos resultados, os dados foram transformados em kml e sobrepostos no Google Earth (GE), e salvos juntamente com as imagens de satélites do GE.

Figura 3. Processo de redimensionamento das novas Áreas de Preservação Permanente. Fonte: adaptado de Jesus e Souza (2016).



4. RESULTADOS

Ao todo, foram demarcados aproximadamente 21 km² de APPs no curso d'água principal de todo o alto curso do rio Paraíba. Contudo, há que se levar em consideração que de acordo com o novo código florestal brasileiro, as APPs são medidas a partir da calha do rio, e não mais pelas marcas de vazões extremas.. As partes analisadas compreendem cerca de 20.23% (aproximadamente 4.25 km²) das áreas de preservação permanente de todo o curso principal. Nos três primeiros anos propostos para análise assim como nos dois últimos, não houve mudanças relevantes nas imagens, sendo então analisado as imagens mais limpas e com melhores resoluções e feito uma comparação entre os elementos existentes nos anos anteriores à transposição e as medidas e elementos atuais.

A não alteração relevante nesses três primeiros anos se deu, principalmente, por causa dos últimos anos que foram bem secos no semiárido paraibano. Com isso, a sociedade local, não só dos trechos escolhidos, mas da bacia hidrográfica em geral, buscaram novos meios de se adaptarem ao que estava ocorrendo nesses anos. Assim, a utilização dos solos próximo aos rios, passou a ser mais constantes, visto que estes possuem uma maior probabilidade de armazenamento d'água, deixando-os geralmente mais férteis. A partir disto, estes solos, inseridos em grande parte dentro das APPs, passou a possuir uma taxa de exposição elevada.

No primeiro trecho (figura 4), foi demarcado 1.99 km² de APPs. Foi possível observar mudanças no uso e ocupação do solo, embora não haja ainda dados temáticos atualizados provenientes dos órgãos competentes para a administração desta bacia hidrográfica. Na figura 4, há 3 imagens equivalentes aos anos pré-transposição e uma imagem de satélite atual, fornecendo um bom subsídio para a análise das modificações.

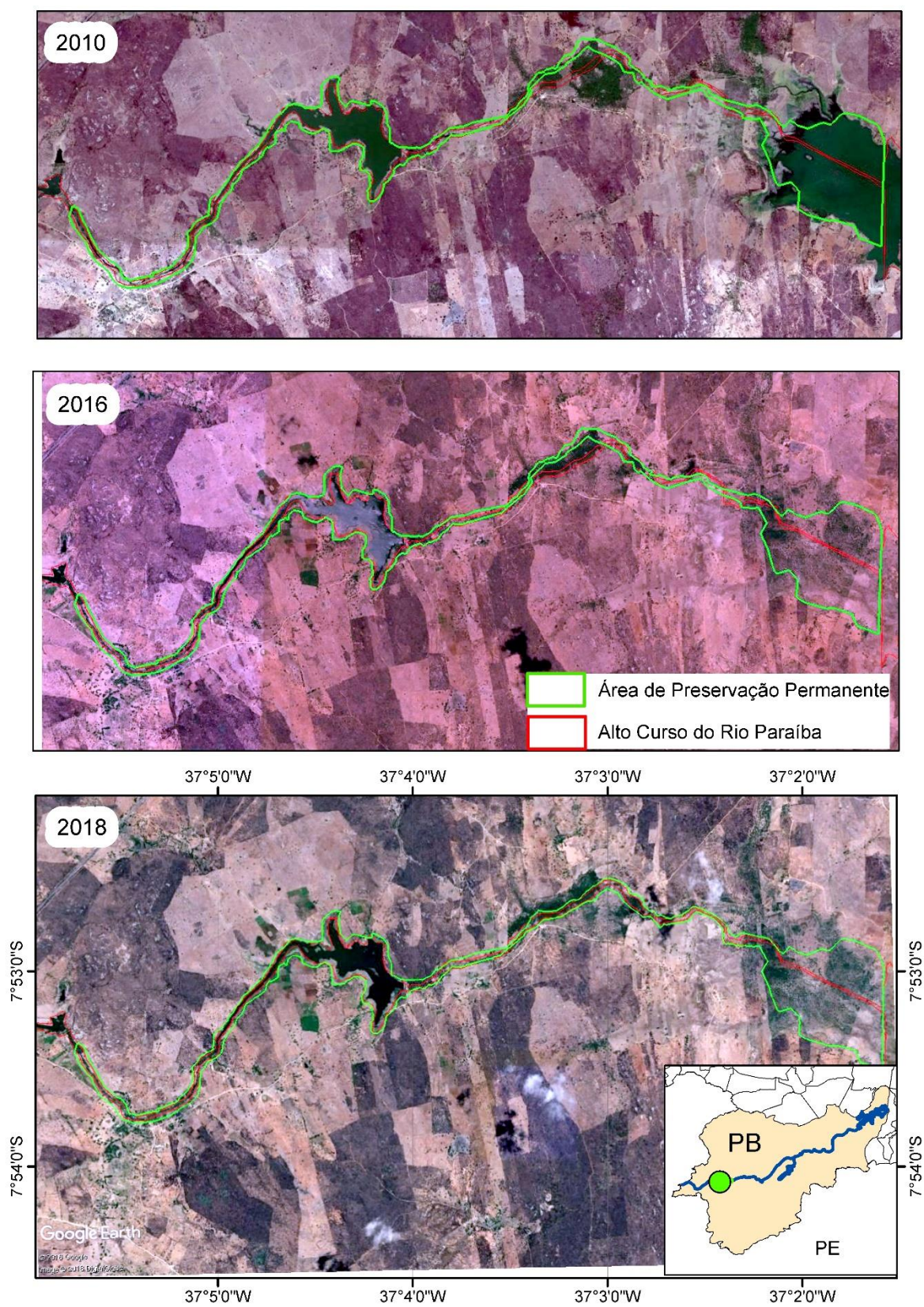
Nos anos anteriores a 2018, o solo era praticamente todo exposto. Como se pode ver, não houve muitas alterações, até mesmo sendo possível observar como mostra a segunda imagem da figura 4, que praticamente a cobertura continua igual, com algumas zonas cultivadas próximas as APPs, ou até mesmo dentro do perímetro das APPs, ou seja, pós PISF a utilização das APPs ainda continua sendo explorada. O solo exposto um pouco mais distante do curso principal, ainda continua praticamente da mesma forma, não havendo ainda uma recuperação ou fim das atividades de reconstituição e de readaptação do ambiente natural. No tocante a revegetação, como proposto no PISF, o processo está sendo relativamente lento, tendo em vista o tempo que já decorrerá entre a liberação das águas e os dias atuais.

Na figura 4 ainda , na terceira imagem (2010), o final do trecho 1 se encontra com o início de uma das barragens do Alto Curso. Nesta parte final do trecho, há uma área de APP de aproximadamente 0.5 km² que era coberta por água. Esta água se esvaindo, seja por ações naturais ou por controles antrópicos das barragens, pode proporcionar mais um terreno de APP passível de utilização do solo, o que deve ser realmente averiguado e tomado as devidas providências pelos órgãos competentes para manter este ambiente.

No tocante ao solo, não houve mudanças de grande impacto, contudo deve haver modificação no comportamento dos mesmos. Nesse caso, a nova proporção de água que agora é depositada neles, pode influenciar nas plantações locais, níveis de erosão dentre outros aspectos.

Com relação as áreas de APPs do curso principal geradas pré-transposição, utilizando modelagem, observa-se que houve um aumento significativo, correspondente a cerca de 0.5 km², que coincide justamente com o valor próximo do montante de água que se esvaiu.

Figura 4. Trecho um nos anos de 2010, 2016 e 2018.

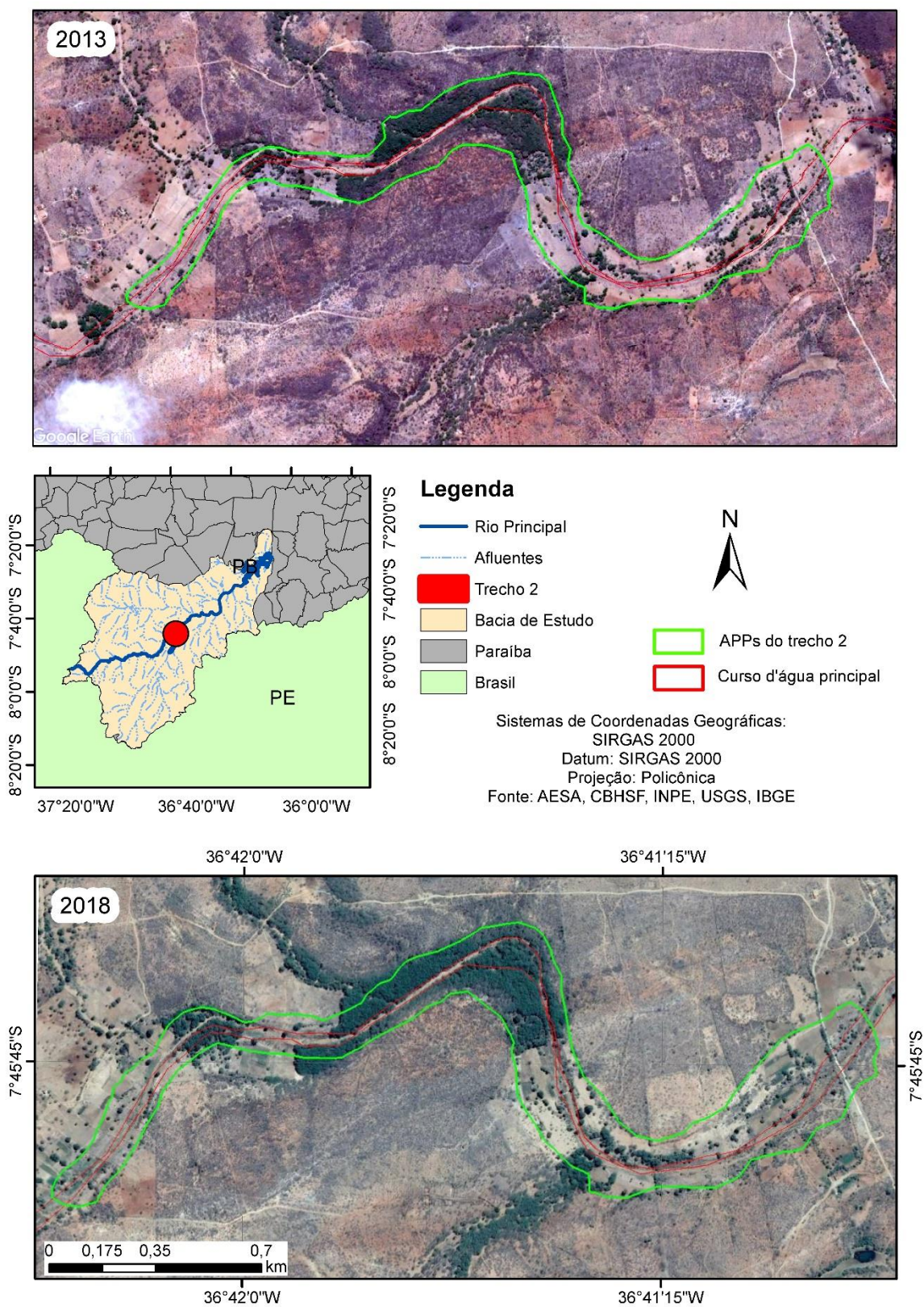


O trecho dois (figura 5), que se localiza na parte intermediária do alto curso do rio Paraíba e possui aproximadamente 1 km² de APP, não apresentou mudanças significativas no tocante a visualização dos elementos antes e pós transposição, a falta de imagens gratuitas de alta qualidade, foi um dos motivos pelo qual não se apresentou uma série maior de imagens desse trecho. No entanto, o Google Earth em um espaço temporal de 8 anos, nos possibilitou o uso de duas imagens, as quais foram as mais significantes, uma no ano de 2013 e outra em 2018.

Como se pode ver, não há uma diferença entre as delimitações entre os anos pré e pós transposição. Em ambas as imagens há algumas marcas de utilização do solo pela população (as geometrias retangulares ou de ângulos retos quase perfeitos) nas proximidades das APPs ou até mesmo nas próprias APPs. Contudo, o mais relevante aqui é que a diferenciação das matas ciliares via imagem de satélite que apresentam apenas uma leve mudança, na imagem mais atual, a vegetação está um pouco mais escura, o que pode ser considerado um pouco mais densa que na imagem antes da transposição.

Segundo a AESA (solo nesse trecho era, praticamente, composto solo exposto). Já nos dias atuais (primeira imagem da figura 5), houve uma recuperação e cobertura desses solos por meio da vegetação que passou de 0.08km² (8%) de caatinga mista para aproximadamente 0.40 km², ou seja, 40% do território do trecho 2. A proximidade com o leito do rio proporciona a utilização dessas áreas para agricultura e plantações em geral, mesmo estas terras sendo mais íngremes.

Figura 5. Trecho dois antes e depois da transposição.

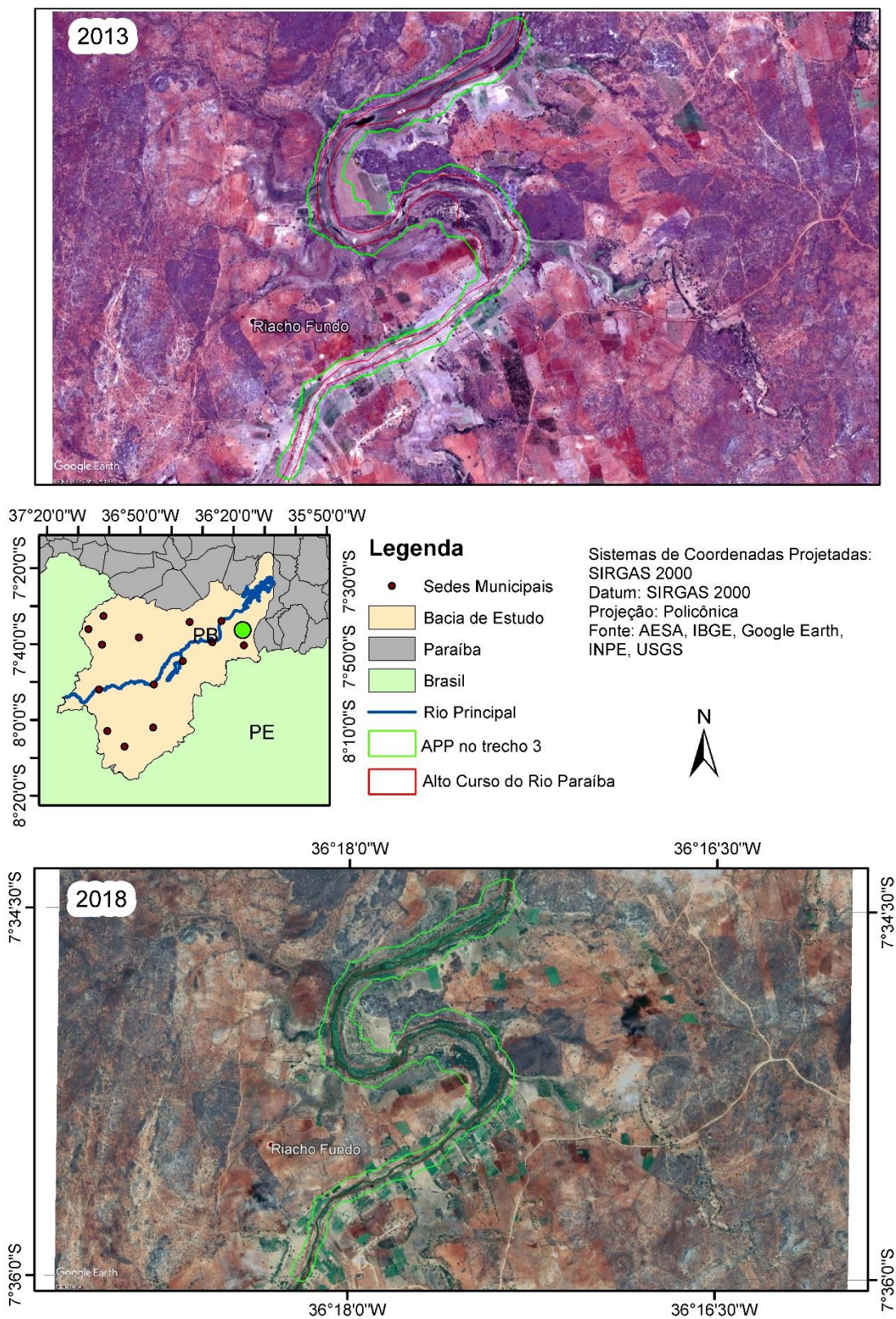


No trecho 3 (figura 6), foi modelado 1.26 km² de APPs, contudo como mostra a segunda imagem da figura 6, as APPs nos anos anteriores à transposição estavam reduzidas ou relocadas. No tocante ao uso e cobertura, antes do programa de integração esse trecho já possuía característica de solo totalmente exposto, ou seja, o que realmente mudou foi a intensificação do uso da terra. Mesmo sendo terras relativamente íngremes, esta área se demonstra bastante propícia à agricultura, principalmente pela disponibilidade de água.

Nesta área há uma predominância de vertissolos, usualmente poucos profundos e que geralmente necessitam de irrigação para produção agrícola. São solos constituídos por material mineral com horizonte vértico entre 25 e 100cm (EMBRAPA, 2018). Com o excesso de irrigação que pode ser proporcionado pelo uso excessivo de água do PISF, há uma grande possibilidade desses solos salinizarem. Desta forma, a intensificação do uso dessas terras pela população, sem os devidos acompanhamentos dos órgãos competentes, pode gerar danos inestimáveis para o ambiente e para a população local, ainda mais porque algumas partes dessas plantações se encontram em APPs, onde em tese não se permite esse tipo de uso.

Outro fato bem importante que foi percebido no decorrer do estudo é que, as legislações estabelecem “leis gerais” para a demarcação de APPs, porém nem todos os sistemas fluviais ou cursos d’águas possuem dinâmica semelhantes. Isso proporciona a determinados ambientes uma certa perda de funcionamento das relações existentes, seja ele qual for. Nesse caso, nem todos os cursos d’águas de mesma proporção do rio aqui estudado têm necessariamente a estabilização de seu ambiente apenas com as áreas demarcadas na legislação.

Figura 6. Trecho 3 nos anos de 2018 e 2019 respectivamente.



5. CONCLUSÕES

Nesse trabalho, foram demarcados três trechos de APPs no decorrer do Alto Curso do rio Paraíba que compreendem cerca de 20.23% (aproximadamente 4.25 km²) da área total das APPs, e em todos os casos foi possível observar que houve uma certa utilização dessas áreas, seja pela comprovação por imagens de satélites ou pelas atividades de campo realizadas. Ainda, houve um redimensionamento das APPs após a transposição do rio São Francisco, que se comprovado na realidade, devem ser tomadas as devidas providências para a readequação não só do ambiente, mas da população com as novas áreas que não poderão, na teoria, serem utilizadas.

No caso das técnicas aplicadas, a modelagem das APPs por meio do geoprocessamento e sensoriamento remoto, demonstrou que pode ser um instrumento de extrema importância para gestão pública dos recursos naturais, e mais um meio para auxiliar a população a enxergar como realmente algumas ações públicas estão evoluindo.

No contexto acima, sabemos que por muitas vezes a modelagem pode conter alguns erros, por que envolve muitos fatores naturais, os quais nem sempre temos o controle. Contudo pode ser uma base fundamental para as demarcações reais, além de servir de instrumento para os órgãos competentes tomarem as devidas providências para recuperação e para manutenção dessas APPs.

6. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, L. G. T.; PORTO, R. L. L.; JÚNIOR, A. V. M.; PEREIRA, J. G.; ARROBAS, D. L.P.; NORONHA, L. C.; PEREIRA, L. P. Águas Brasil: Transferência de Águas entre Bacias hidrográficas 7. **Banco Mundial**, Brasília – DF, 2005).

BARBOSA, Í. S.; ANDRADE, L. A.; ALMEIDA, J. A. P. Evolução da cobertura vegetal e uso agrícola do solo no município de Lagoa Seca, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB. V. 13, n. 5, p. 614-622, 2009.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BRASIL. **Presidência da República**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/112651.htm> Acessado em: 04 de julho de 2018.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto geológico**, v. 31, n1/2, p. 35-52, 2010.

COSTA, V. A. F.; FERNANDES, W.; NAGHERTTINI, M. Modelos regionais para curvas de permanência de vazões de rios perenes, intermitentes e efêmeros, com emprego da distribuição Burr XII estendida. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 171-180, 2012.

DAINESE, R. C. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual. Dissertação (Mestrado em Agronomia). **Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP**. Botucatu, São Paulo, p. 8-16, 2001.

EMBRAPA. Sistemas de Informações dos Solos Brasileiros. Disponível em <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/bases-de-dados-de-solos> Acesso em 10 de julho de 2018.

FLOREZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. **Oficina de Textos**, 3º ed, cap. 1, 2017.

FRYIRS, K.; BRIERLEY, G. J. Naturalness and place in river rehabilitation. **Ecology and Society**, v. 14, n. 1, 2009.

FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J. Geomorphic Analysis of River Systems: An Approach to Reading the Landscape. **John Wiley and Sons**, Chichester, UK, 345pp, 2013.

FURTADO, A. V. B. D.; SOUZA, J. O. P. Mapeamento geomorfológico para a bacia do Alto Curso do Rio Paraíba de acordo com as normas do Manual Geomorfológico do IBGE. **REGNE**, v. 12, nº especial, 2016.

JESUS, J. B.; SOUZA, B. B. Methodology for automatically delimiting permanente preservation áreas along water courses – The use of GIS in the hidrological basin of the Sergipe River, Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 40, n. 2, p. 229-234, 2016.

MARCUZZO, F. F. N. et al. Detalhamento hidromorfológico da bacia do Rio Paraíba. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2012.

MARINHO, C. F. C. E. Caracterização hídrica e morfométrica do Alto Curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). **Universidade Estadual da Paraíba**. Campina Grande, Paraíba, p. 24-30, 2011.

MENKE, A. B. et al. Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no município de Luis Eduardo Magalhães (BA-BRASIL). **Sociedade e Natureza**, Uberlândia. v. 21, n. 3, p. 315-326, 2009.

REANEY, S. M.; BRACKEN, L. J.; KYRKBY, M. J. The importance of surface controls no Overland flow connectivity in semi-arid environments: results from a numerical experimental approach. **John Wiley & Sons, Ltd**, 2013.

SCHEIDEGGER, A. E. Limitations of system approach in geomorphology. **Geomorphology**, v. 5, n. 3-5, p. 213-217, 1992.

SEMARH. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba** – PERH/PB. Caracterização das Bacias hidrográficas. João Pessoa. 2004, 53 p.

SOUSA, I. T. S; DERTONI, M. M; PRADA, J. M. M. EIA-RIMA Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental do projeto de integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do nordeste setentrional. **Ministério da Integração Nacional**, 2004.

SOUZA, J. O. P. Dos sistemas ambientis ao sistema fluvial – uma revisão de conceitos. **Caminhos da Geografia**, v. 14, n. 46, p. 224-233, 2013.

SOUZA, S. F.; ARAÚJO, M.S.B.; GALVÍNCIO, J. D. Mudanças de uso da terra no município de Serra Talhada-PE utilizando Análise por Componentes Principais (ACP). **Revista de Geografia**. Recife, v. 24, n. 3, 2007.

SPINK, A. et al.; Has river rehabilitation begun? Social perspectives from the Upper Hunter Catchment, New South Wales, Austrália. **Geoforum**, v. 41, n. 3, p. 399-409, 2010.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistêmica e geografia. **Geografia**, v. 28, n. 3, p. 323-344, 2003.

VOROVENCII, I. Assesment of som e remote sensing techniques used to detectland use/landcover changes in South East Transilvania, Tomania. **Environmental Monitoring and Assesment**, v. 186, n. 5, p. 2685-2699, 2014.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: J. Xavier da SILVA, 2001. 228 p.