



INSTITUTO FEDERAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE PERNAMBUCO

Campus Recife

Departamento de Ambiente, Saúde e Segurança

Licenciatura em Geografia

DEIVID DAMIÃO ROQUE DE SOUZA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JABOATÃO - PE**

Recife

2019

DEIVID DAMIÃO ROQUE DE SOUZA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JABOATÃO - PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, em cumprimento às exigências legais como requisito para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Manuella Vieira Barbosa Neto

Recife

2019

S729a
2020

Souza, Deivid Damião Roque de.
Análise espaço-temporal do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão
– PE / Deivid Damião Roque de Souza. --- Recife: O autor, 2019.
56f. il. Color.

TCC (Curso de Licenciatura em Geografia) – Instituto Federal de Pernambuco,
Departamento Acadêmico de Ambiente, Saúde e Segurança - DASS, 2020.

Inclui Referências.

Orientador: Professor Dr^a Manuella Vieira Barbosa Neto.

1. Bacia hidrográfica. 2. Uso do Solo. 3. Área de preservação. 4. Problemas ambientais. 5. Sensoriamento remoto. I. Título. II. Barbosa Neto, Manuela Vieira (orientadora). III. Instituto Federal de Pernambuco.

CDD 363.7 (21ed.)

DEIVID DAMIÃO ROQUE DE SOUZA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JABOATÃO - PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, em cumprimento às exigências legais como requisito para obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e _____ em 13 de dezembro de 2019, pela Banca Examinadora:

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Manuella Vieira Barbosa Neto - Presidente

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE

Prof.^a Dr.^a Maria Socorro Bezerra de Araújo - Examinadora Externa

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Ms. Marcelo Ricardo Bezerra de Miranda- Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – IFPE

Recife

2019

Dedico esse trabalho ao meu Deus,
e a todos os meus amigos e familiares.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu agradeço aquele que me conhece antes mesmo de formar no ventre de minha mãe, agradeço ao meu Deus por ter me guiado e iluminado a cada passo e escolha que eu tive em minha vida.

Agradeço a minha mãe e minha avó por estarem comigo lado a lado nas vitórias e me apoiando na derrota, me dando apoio incondicional que sempre me manteve de pé e de cabeça erguida.

Agradeço a minha orientadora, a professora Manuella Vieira por me “adotar” ao longo dos últimos quatro anos, me apresentando o mundo das geotecnologias e me ensinando coisas que vão além do mundo acadêmico, dentre as muitas lições, acredito que a principal foi ter acreditado em mim enquanto estudante até nos momentos que mais lhe dei dor de cabeça e sempre ter tido paciência nesses momentos.

Agradeço a todo corpo docente da licenciatura em geografia, por tudo que compartilhou ao longo desses quatro anos. Posso personificar esse agradecimento em especial ao professor Mário Melo, que me mostrou que as palavras não ficam largadas ao vento.

Agradeço aos meus amigos e colegas de sala por todos os risos e lágrimas que compartilhamos ao longo desses quatro anos. Em especial meus agradecimentos a Marlla, Henrique por tornarem o Rio Doce/CDU no ônibus mais divertido da história, tenho um carinho especial por vocês.

A Rebeka por todas as olhadas no portal da transparência e outras inúmeras ajudas/conselhos que me deu ao longo desses quatro anos. A Rodrigo por disponibilizar um pouco do seu tempo em alguns momentos para tirar dúvidas acerca do Qgis.

Agradecimento em especial aos meus colegas de grupo de pesquisa, sobretudo a Izabelly que se tornou uma irmã nesses quatro anos, sempre compartilhando sorrisos e lágrimas. Agradeço a Deyse Ferreira pelo MDE cortado que me ajudou a terminar esse TCC.

A Jacielly por compartilhar momentos especiais comigo nessa graduação.

Por fim a todos os meus melhores amigos de infância, por estarem comigo o tempo todo na minha vida, sendo eles: Denilson, Pedro Henrique, Rafael, Vagner, Vinicius e Werverson (wellerson).

“Todavia não é nossa função controlar todas as marés do mundo, mas sim fazer o que pudermos para socorrer os tempos em que estamos inseridos, erradicando o mal dos campos que conhecemos, para que aqueles que viverem depois tenham terra limpa para cultivar. Que tempo encontrarão não é nossa função determinar.”

Gandalf, O Retorno do Rei. pág 148

RESUMO

A produção acelerada do espaço geográfico no mundo tem sido responsável por mudanças significativas no padrão do uso e cobertura da terra e quando essas mudanças ocorrem sem o devido planejamento pode comprometer o equilíbrio ambiental. O presente trabalho tem como objetivo realizar uma análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE, a partir de um mapeamento das mudanças ocorridas entre os anos de 1986, 2004 e 2018. Esta análise passa pela quantificação das mudanças na cobertura vegetal da área de estudo ocorridas nos respectivos anos, análise do processo evolutivo do uso da terra neste mesmo período, pelo mapeamento das classes de uso através de informações atualizadas e identificação das Áreas de Preservação Permanente (APP's). Para realização desse estudo foram aplicadas técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, partindo da aplicação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) para a análise das mudanças na cobertura vegetal, classificação supervisionada de imagens de satélite para o estudo do processo evolutivo do uso da terra no período supracitado, mapeamento dos usos atuais com base nas informações de imagem de satélite aliadas a dados de trabalhos de campo. O mapeamento das APP's foi realizado a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), e depois os dados das APP's foram cruzados com os dados de uso da terra. Foi observado o crescimento da vegetação de rala a esparsa e a diminuição da vegetação de esparsa a densa no período observado; aumento da área urbana em detrimento de lavoura temporária e área florestal; que o uso da terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão pode estar comprometendo o equilíbrio ambiental; assim como, foi verificado que nas APP's o uso da terra de modo geral não condiz com o que é previsto na legislação ambiental. Nesse sentido, recomenda-se que os agentes responsáveis busquem alternativas que visem o uso racional da terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, para que se tenha o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e o uso sustentável dos recursos naturais com a finalidade de garantir a existência do mesmo para as futuras gerações.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Uso do solo. Área de Preservação Permanente. Problemas ambientais. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

Accelerated production of geographic space in the world has been responsible for significant changes in land use and land cover patterns and when these changes occur without proper planning can compromise environmental balance. The present work aims to perform a spatiotemporal analysis of land use and land cover of the Jabotão river basin - PE, from a mapping of the changes that occurred between 1986, 2004 and 2018. This analysis goes through the quantification of the changes in the vegetation cover of the study area occurred in the respective years, analysis of the evolutionary process of land use in this same period, the mapping of the use classes through updated information, identification of Permanent Preservation Areas (PPAs). To perform this study Geoprocessing and Remote Sensing techniques were applied, starting from the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to analyze changes in vegetation cover, supervised classification of satellite images to study the evolutionary process of the use of above-mentioned period, mapping of current uses based on satellite image information coupled with fieldwork data, and the mapping of APPs was performed from a Digital Elevation Model (DEM) and then the APPs data were crossed with land use data. The growth of sparse to sparse vegetation and the decrease of sparse to dense vegetation in the observed period were observed; increase of urban area to the detriment of temporary farming and forest area; and that land use in the Jabotão river basin area may be compromising the environmental balance, it was found that in PPAs, land use generally does not match what is provided for in environmental legislation. In this sense, it is recommended that the responsible agents seek alternatives aimed at the rational use of land in the Jabotão-PE river basin area, so as to have a balance between economic development and sustainable use of natural resources for the purpose. to guarantee its existence for future generations.

Keywords: Permanent preservation area. Hydrographic basin. Land use. Environmental problems. Remote sensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Obtenção de imagens por sensoriamento remoto	21
Figura 2- Tipos de resoluções de um produto de Sensoriamento Remoto	23
Figura 3-Mapa de localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco.....	24
Figura 4- Espacialização Pontos coletados para correção das nuvens das imagens utilizadas para elaboração dos mapas espaço - temporais do uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, localizada no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco.....	26
Figura 5- Espacialização dos Pontos dos trabalhos de campo para coleta de dados na Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco para correção das nuvens	27
Figura 6-Distribuição da Vegetação determinada pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada da bacia hidrográfica do rio Jaboatão – PE nos anos de 1986, 2004 e 2018	30
Figura 7 - Mapa da evolução espaço-temporal do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE	32
Figura 8- Mapa do uso atual da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	36
Figura 9 - Distribuição espacial das Áreas de Proteção Permanente (APPs) da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão-PE.....	39
Figura 10 - Mapa de uso e ocupação da terra nas áreas de proteção permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE dos anos de 1986, 2004 e 2018.....	41
Figura 11-Canavial referente ao ponto 26 observado no município de São Lourenço da Mata-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE	43
Figura 12 - Localização Espacial do Ponto 26 onde a APP apresenta a classe de uso lavoura temporária no município de São Lourenço da Mata-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE	43
Figura 13-Aspecto da Área Florestal (Mangue) no ponto 107 observado no município do Cabo de Santo Agostinho-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	44
Figura 14-Localização Espacial do Ponto 107 onde a APP apresenta a classe de área florestal no município do Cabo de Santo Agostinho-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Distâncias estabelecidas para Área de Proteção Permanente em cursos d'água	19
Tabela 2-Distâncias estabelecidas para Área de Proteção Permanente em lagos	19
Tabela 3-Distribuição da densidade da vegetação de acordo com o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada dos anos de 1986, 2004 e 2018, da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE.....	31
Tabela 4 - Área de cada classe de uso do solo para os anos de 1986, 2004 e 2013, na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	33
Tabela 5-Classes de uso e ocupação atuais da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE	37
Tabela 6-Classes de uso da terra nas APP's da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-Pe nos anos de 1986, 2004 e 2018	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Diferentes tipos de resolução de uma imagem de satélite	22
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP - Área de Preservação Permanente

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRH - Agência Estadual de Meio Ambiente

CTR - Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE - Modelo Digital de Elevação

MDEHC - Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente

NDVI - Índice de Vegetação da Diferença Normalizada

SIGs - Sistemas de Informações Geográficas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Bacia Hidrográfica.....	14
2.2 Uso da Terra	15
2.3 APP's e a Legislação Ambiental.....	17
2.4 Sensoriamento Remoto.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Localização e caracterização da área de estudo.....	24
3.2 Metodologia.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
4.1 Evolução espaço – temporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	29
4.2 Evolução espaço – temporal no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	31
4.3 Uso e ocupação atual da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.....	35
4.4 Uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente.....	39
5 CONCLUSÕES.....	46
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

A produção e reprodução do espaço geográfico no Brasil e no mundo promove rápidas mudanças no uso e cobertura das terras. Os diferentes usos inadequados do solo têm se configurado como principais vetores para o desequilíbrio ambiental em diferentes sistemas (SILVA et al., 2016). De acordo com dados da Fundação SOS Mata Atlântica e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Mata Atlântica que se distribui ao longo da costa brasileira, está reduzida a 6,98% de sua cobertura original em todo o País (MARTINS, 2006).

A bacia hidrográfica é o espaço de planejamento e gestão das águas, onde se procura compatibilizar as diversidades geográficas, sociais, culturais e econômica das regiões. Nesse sentido, a bacia hidrográfica deve ser organizada de modo a preservar e recuperar a sua qualidade ambiental. As pesquisas ambientais com a bacia hidrográfica sendo utilizada como unidade de análise surgiram e cresceram a partir da grande demanda e preocupação com o uso responsável dos recursos naturais no país. Dessa forma, Machado (2016) propõe que o uso da bacia hidrográfica como célula de análise corrobora para a otimização dos estudos sobre a hidrologia urbana, auxiliando na detecção de eventos como enchentes e enxurradas.

Um dos estudos que pode servir de subsídio para o planejamento ambiental da bacia hidrográfica é o levantamento do uso da terra. Machado (2016) nos diz que o diagnóstico de uso e ocupação do solo é importante para o fornecimento de informações que viabilizem a gestão das bacias hidrográficas. Em relatório a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) (2016) verificou que a água da bacia hidrográfica do rio Jaboatão é utilizada para abastecimento público, recepção de efluentes domésticos, industriais e agrícolas. Foi verificado que em diversos pontos do perímetro do rio principal e de seus afluentes a qualidade da água é comprometida devido ao seu uso.

Dessa forma, verifica-se que ocorrem problemas ambientais na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, devido, principalmente, a utilização incorreta do espaço e a falta de planejamento. Para que o uso adequado e ações mitigadoras possam ocorrer é necessário mais conhecimento acerca dos usos dos espaços na área em questão. Barbosa Neto et al. (2011) afirmou que uma das primeiras ações na realização dos mapeamentos voltados para o zoneamento ambiental de uma área é o reconhecimento do uso atual da terra, pois o uso inadequado é um fator agravante para a degradação ambiental e desequilíbrio ecológico.

Haja vista a importância do planejamento estratégico da produção do espaço geográfico nas bacias hidrográficas, é proposto realizar uma análise espaço-temporal do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Jaboatão. Tal análise foi realizada utilizando do Sensoriamento Remoto como técnica principal para o mapeamento do uso do solo e determinação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e com trabalhos de campo para validação dos dados.

O objetivo geral deste trabalho de conclusão de curso foi analisar espaço-temporalmente o uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. Para isso foi necessário cumprir os objetivos específicos a seguir: quantificar a mudança na cobertura vegetal da área em estudo para o intervalo temporal de trinta anos; Analisar o processo evolutivo do uso da terra na área em estudo; Classificar a área da bacia com informações atualizadas sobre o uso e cobertura da terra; Identificar as áreas de preservação permanente e analisar se os usos para as quais são destinadas estão de acordo com o código florestal.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Bacia hidrográfica

Compreende-se que as bacias hidrográficas sejam definidas como área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes, possuindo como limites os divisores de água (BOTELHO e SILVA, 1999). A bacia hidrográfica apresenta-se como área de captação de um recurso natural fundamental para a vida humana, a água. A importância da água para as atividades humanas a torna um fator de atração para diversas atividades de cunho econômico e social (ALBUQUERQUE, 2012).

A bacia hidrográfica enquanto célula de análise pode oferecer a vantagem de ser vista como um sistema aberto onde todos os elementos da paisagem são integrantes e interagentes. Dessa forma, Araújo et al (2009) compreendem que a bacia hidrográfica é produto da interação da água com os outros recursos naturais como: solo, topografia, vegetação, clima, material geológico, entre outros. O sistema ambiental da bacia hidrográfica é um sistema aberto muito delicado, pois qualquer alteração que ocorra em algum ponto, pode afetar a totalidade das interações dos elementos sistêmicos (FLENGLER et al., 2015).

A lei de nº 9.433/97 institui a bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial para a gestão dos recursos hídricos, porém a gestão do uso do solo fica com os municípios e dessa forma fica claro que o planejamento das bacias hidrográficas fica restrito às questões da água (LEGLER, 2012).

O uso inadequado dos recursos naturais das bacias hidrografias no Brasil têm causado complicações para o meio ambiente e para a sociedade. Dentre essas complicações pode-se citar secas onde normalmente não eram esperadas, enchentes cada vez mais acentuadas e até mesmo um grande racionamento de energia que ocorreu no Brasil em 2002 (BOTELHO; SILVA, 1999).

O avanço das áreas urbanas e das atividades agrícolas causaram inúmeras mudanças nas bacias hidrográficas, que apresentam impacto no ciclo hidrológico. Os desequilíbrios ambientais ligados ao ciclo hidrológico se apresentam em forma de erosão, assoreamento, enchentes, entre outros. (CAZULA; MIRANDOLA, 2010). Os problemas relacionados a falta de planejamento estão relacionados principalmente a forma que a bacia hidrográfica é ocupada, sem considerar o respeito as matas ciliares e canalizando os rios, aumentando assim o potencial erosivo e de inundação dos canais fluviais (CARVALHO, 2014).

2.2 Uso da terra

O uso da terra é a relação existente entre o espaço natural e a ação das pessoas em seu ambiente. Essa relação se dá devido as atividades antrópicas visando a produção de produtos ou serviços (LEITE et al., 2014). Ao utilizar o conceito de uso da terra, deve-se tomar cuidado para não confundir com um conceito próximo, que é o de cobertura. O conceito de cobertura da terra está diretamente associado aos tipos de cobertura natural ou artificial, que é o que as imagens de Sensoriamento remoto são capazes de registrar. O uso da terra está associado as atividades que são realizadas na cobertura, dessa forma, cabe ao intérprete buscar as associações, estruturas e padrões para delimitar os tipos de atividades acerca do uso (ARAUJO FILHO et al., 2007).

O conhecimento dos efeitos da variação no uso da terra sobre o movimento de sedimentos e água através da bacia hidrográfica é essencial para a tomada de decisões sobre o manejo de uso da terra (PERAZZOLI, 2013). O diagnóstico de uso e ocupação de uma bacia hidrográfica é importante tendo em vista o fornecimento de subsídios para adoção de medidas

que viabilizem a sua gestão. A partir do diagnóstico do uso e ocupação do solo, com análise da criticidade do cruzamento destes dados com informações relacionadas à legislação, se tornam uma importante ferramenta para uma análise do atendimento as leis ambientais vigentes (MACHADO, 2016).

Para facilitar o mapeamento do uso do solo e auxiliar no planejamento estratégico, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) elaborou o “Manual Técnico de Uso da Terra”, que estabelece parâmetros e metodologias para o zoneamento do uso da terra em diferentes escalas, e também estabelece a convenção cartográfica para mapas de uso da terra (IBGE, 2013).

O solo urbano passa, através do tempo, por inúmeras transformações em seu uso e a transição de estado de uso indica mudança na dinâmica da cidade (LEITE, 2014). A impermeabilização do solo que ocorre no ambiente urbano é um dos principais problemas que levam a diminuição da infiltração de água nas bacias hidrográficas urbanas. A água impedida de se infiltrar acaba escoando pela cidade e ganha velocidade na pavimentação e nos canais urbanos, aumentando assim o seu potencial de erosão. Com o aumento das áreas pavimentadas, crescem o volume e velocidade das enxurradas, e sem que a água tenha por onde infiltrar aumenta o escoamento superficial e processos de formação de ravinas e voçorocas são acelerados (SALOMÃO, 1999).

Outro problema relacionado ao uso de solo urbano é a falta de infraestrutura sanitária, que pode ser associada a falta de saneamento básico e de coleta adequada do lixo em áreas urbanas pode intensificar o processo de formação de voçorocas e transformar a erosão em verdadeiros focos de contaminação de doenças e de danos ao meio ambiente (SALOMÃO et al., 1999).

O uso inadequado dos solos agrícolas vem causando a perda gradual da sua capacidade produtiva e a degradação dos recursos hídricos por sedimentos e poluentes (PERAZZOLI et al., 2013). Em uma simulação sobre a produção de sedimentos em diversos cenários do uso do solo Perazzoli et al. (2013) concluíram que em um cenário de agricultura a produção de sedimentos é maior que em cenários de mata nativa e de pastagem.

O uso de pesticidas e fertilizantes químicos na agricultura são danosos ao meio físico-químico do solo, pois estes compostos químicos associados com o manejo do solo acabam auxiliando na desagregação do solo, dessa forma, causando a erosão quando houver

chuva ou irrigação (BOTELHO; SILVA, 1999).

A vegetação é importante para a manutenção do ciclo hidrológico num sistema aberto, pois melhora a infiltração da água no solo e diminui significativamente o risco de erosão, devido sua proteção direta contra o impacto das gotas de chuva, intercetação e evaporação da água antes que a atinja o solo, decomposição das raízes que influencia na infiltração do solo, melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica aumentando a capacidade de retenção de água, diminuição da velocidade da enxurrada pelo atrito com a superfície (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014).

2.3 Áreas de Preservação Permanente (APP's) e a legislação ambiental

Com o intuito de disciplinar e limitar as interferências antrópicas negativas sobre o meio ambiente, foi criado o primeiro Código Florestal Brasileiro em 1934, ainda no primeiro governo do presidente Getúlio Vargas. Em 1962, o ministro da Agricultura Armando Monteiro Filho propôs a reformulação da legislação ambiental vigente, essa reformulação ocorreu num período de três anos, e em setembro de 1965 foi sancionada pelo presidente da República Humberto de Alencar Castello Branco, a Lei Federal n.º 4.771 que criou novas regras para uso, preservação e conservação das florestas e vegetações em propriedades rurais (S.O.S. FLORESTAS, 2011).

A Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965) contemplou a criação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) com a função ambiental de preservar os recursos naturais, sendo eles relacionados aos recursos hídricos, estabilidade da geologia, o banco genético de fauna e flora, preservar o solo e o bem estar das diferentes populações humana. O código florestal brasileiro sofreu algumas alterações ao longo do tempo, sendo a última ocorrida em 2012 que substituiu a Lei n.º 4. 771, pelo Novo Código Florestal, Lei n.º 12.651, com algumas alterações dadas pela Lei n.º 12.727 que promoveu uma série de modificações especialmente nas áreas de proteção permanente (GIUNT, 2014).

A formulação do novo código florestal se apresentou como uma quebra de braços num conflito entre os interesses dos ruralistas e da comunidade acadêmica. De acordo com Sparovek et al. (2011), os ruralistas defendiam que a legislação ambiental limita o desenvolvimento do agronegócio e buscaram no novo código florestal flexibilizar as áreas de preservação permanente e de reserva legal. Já a comunidade acadêmica defendeu que a

produção agrícola é importante para o desenvolvimento econômico do país e que a legislação ambiental deveria mudar, contudo que essa mudança pudesse ocorrer de acordo com a necessidade do país e que essa mudança pudesse ocorrer com a orientação e o paradigma científico (SBPC e ABC, 2011).

Em análise Azevedo e Oliveira (2014) concluíram que o panorama de proteção do novo Código Florestal para as Áreas de Proteção Permanente visa atender os interesses de ordem socioeconômica acima dos interesses ambientais. Sobretudo, por causa da diminuição dos espaços legalmente preservados em virtude da necessidade econômica do aproveitamento dos recursos naturais. O novo código florestal, assim como o anterior determina que a intervenção ou supressão da vegetação nativa das APP'S pode ser autorizada mediante a necessidade de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Contudo o novo código florestal se mostra mais abrangente em relação a classificação de utilidade pública e de interesse social, podendo colocar atividades como infraestrutura para eventos esportivos como caso de interesse social.

Filho et al. (2015) considera que as mudanças trazidas pelo novo Código, trouxeram alguns retrocessos a temas de proteção florestal, haja vista que os representantes da bancada ruralista do congresso exerceram grande influência na sua elaboração. Apesar disso o autor reconhece avanços para a legislação florestal brasileira e que é de máxima importância que ela seja cumprida.

Ao seguir os parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pode-se delimitar e mapear as áreas de Proteção permanente a partir das áreas de nascentes, encostas com declividade superior a 45° graus, matas ciliares, topo de morro e manguezal. Essas áreas numa bacia hidrográfica são importantes para a manutenção do ciclo hidrológico e estabilidade do sistema. Nas "APPS" a prioridade é a manutenção da vegetação nativa local, para que esta possa desempenhar o papel sistêmico de preservação dos recursos hídricos, da paisagem, do solo e da biodiversidade (COLTINHO et al., 2013).

Nascente ou olho d'água pode ser definido como o local onde a água subterrânea aflora de maneira intermitente ou permanente (ANDRADE PINTO et al., 2012). O sistema da nascente é um sistema complexo e delicado que engloba a vegetação, solo, rochas e relevo (MOREIRA GOMES, 2005). Dessa forma, as nascentes devem ser preservadas, pois são parte

de um sistema delicado que englobam vários elementos da paisagem.

A proteção da área de nascente é importante porque elas detêm um papel de protagonista no ciclo hidrológico, e para a dinâmica fluvial, pois funcionam como um ponto de partida da água subterrânea para a superficial, funcionando como um ponto de recarga para os canais de drenagem e sendo responsável pela perenização ou não das bacias hidrográficas (CARVALHO et al., 2015). Dessa forma, Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002), consideram a proteção das nascentes num raio de 50 metros.

Podemos definir a mata ciliar como a formação vegetal que fica localizada as margens de rios, lagos e reservatórios de água (SILVA, 2016). Essa formação vegetal possui a mesma função de proteção que os cílios, dessa forma protege os rios, lagos e nascentes do escoamento superficial ampliando a absorção das águas da chuva e evitando processos erosivos (PATRÍCIO; COLTO, 2017).

A proteção das matas ciliares é importante, pois segundo Ribeiro, Pasqualetto e Garção (2018) elas atuam como barreira física para a proteção dos cursos hídricos contra o assoreamento e contra a contaminação por defensivos agrícolas, formando uma espécie de filtro que retém os agrotóxicos e outros poluentes que podem ser depositados no sistema de drenagem do rio. Tendo em vista a necessidade de proteção das matas ciliares o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002) estabelecem os parâmetros que devem ser utilizados para a delimitação das APP's das matas ciliares (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1-Distâncias estabelecidas para Área de Proteção Permanente em cursos d'água

Largura do curso d'água (m)	Faixa da APP (m)
Até 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Superior a 600	500

Fonte – Brasil, 2012.

Tabela 2-Distâncias estabelecidas para Área de Proteção Permanente em lagos

Localização	Área da superfície do espelho d'água (ha)	Faixa marginal de APP (m)
Zonas Rurais	Até 20	50
Área Urbana	Acima de 20	100

Fonte – Brasil, 2012.

As áreas de encostas são mais suscetíveis a erosão, sobre isso Borges (2008) pontua que por elas serem áreas que apresentam maior vulnerabilidade a erosão, devem receber maior atenção da legislação ambiental, pois são áreas de recuperação lenta e custosa. A retirada da cobertura vegetal nas encostas acarreta a erosão que pode resultar em perdas significativas do potencial agrícola e econômico do solo, causando assim danos ao meio físico e a população residente na área afetada (MOURA BUENO et al., 2018). Ao compreender a importância da cobertura vegetal em áreas de encostas o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002) estabelecem que em encostas com declividade de 45° deve haver a manutenção da vegetação natural.

As áreas de topo de morro são consideradas APP's (desde que tenham algumas características que a legislação ambiental estabelece). É importante que a manutenção da cobertura vegetal nesses ambientes para a mitigação dos processos erosivos, o controle do assoreamento nos canais de drenagem, combate a lixiviação, entre outros fatores ambientais (VIEIRA et al, 2011).

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002) estabelecem quais parâmetros devem ser utilizados para a delimitação das áreas de proteção permanente em topos de morro. Esses parâmetros são: Nas áreas de topo de morro com cota mínima de 100 metros e declividade superior a 25° deve-se delimitar a partir da curva de nível que corresponda a 2/3 da altura mínima em relação a base, que deve ser estabelecida pelo plano horizontal dos relevos adjacentes. As APP's em topo de morro são um desafio para serem mapeadas, pois segundo Victoria, Hott e Miranda (2008) essa forma de delimitar privilegia o reconhecimento em campo e isso num país de dimensões continentais como o Brasil pode dificultar o planejamento e execução.

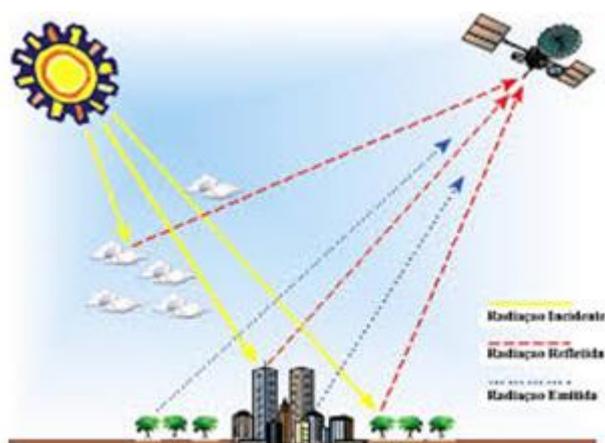
É importante mapear as áreas de preservação permanente para a melhor gestão do território e fiscalização quanto a legislação vigente, para que não haja conflitos entre o uso da terra atual da terra nas apps e o uso correto, que a legislação prevê (ALVARES et al., 2005). Entretanto, há inúmeros registros de conflitos de uso da terra nas áreas de proteção permanentes, autores como Coltinho et al (2013), Franco et al (2011), Nascimento et al (2005), Moreira et al (2015), entre outros, escreveram sobre os diferentes usos inadequados em APP's no Brasil.

2.4 Sensoriamento Remoto

Atualmente a preocupação com o meio ambiente cria demanda para o desenvolvimento de estudos ambientais que sirvam de subsídio para a compreensão da natureza e planejamento de intervenções no meio ambiente. Dentre as metodologias desenvolvidas nas últimas décadas para as pesquisas de cunho ambiental, podemos destacar o Sensoriamento Remoto que nos proporciona meios eficientes para realizar mapeamentos rápidos, eficientes e de baixo custo (ARAGÃO; ALMEIDA, 2009).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o Sensoriamento Remoto têm sido amplamente empregados no mapeamento e monitoramento dos recursos naturais terrestres (BARROS et al., 2013). Leite (2014) define o Sensoriamento remoto como forma de obter informações de um objeto ou alvo sem o contato físico com o mesmo. Dessa forma, as informações são obtidas através da radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol ou a Terra, ou por fontes artificiais como um radar. Cada objeto reflete/emite de maneira diferente a energia em comprimentos de ondas distintos, sendo detectadas pelos sensores inseridos nos satélites imageadores (DA SILVA et al., 2017). Na figura 1 podemos observar em um esquema como o SR obtêm os dados e produtos.

Figura 1- Obtenção de imagens por sensoriamento remoto



Fonte -Ferreira, 2005

Segundo MENEZES et al. (2012), embora plataformas terrestres e a bordo de aeronaves possam ser usadas, os satélites produzem a maioria das imagens de sensoriamento remotos usados hoje. Satélites têm várias características especiais que os tornam particularmente úteis para o sensoriamento remoto da superfície da Terra. Dentre essas características abordaremos

no quadro 1 os diferentes tipos de resoluções:

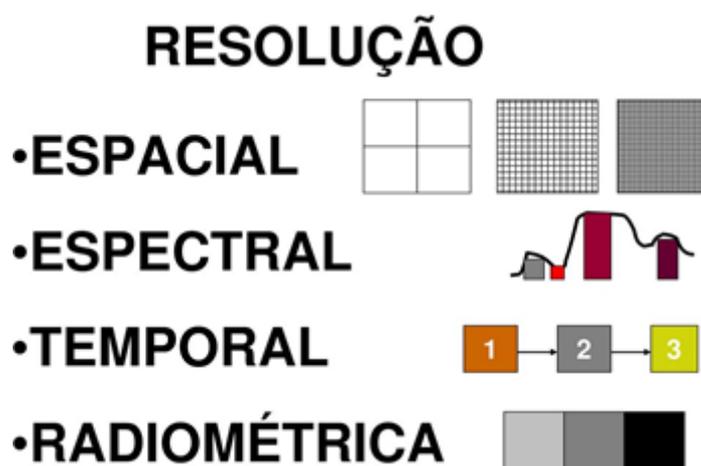
Quadro 1-Diferentes tipos de resolução de uma imagem de satélite

Resolução	Conceito
Espacial	Resolução espacial é o nível de detalhamento que as imagens obtidas por sensoriamento remoto podem possuir. Essa resolução pode ser traduzida pelo tamanho que cada pixel representa no tamanho real, de forma que quanto menor for o tamanho real do pixel, maior será a resolução espacial da imagem, sendo assim, maior será a capacidade de registrar objetos dispostos na superfície terrestre.
Espectral	A resolução espectral é definida pela capacidade que um sensor pode captar os intervalos de onda do espectro eletromagnético. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior será a resolução espectral de um sensor.
Temporal	A resolução temporal é definida pela frequência que um sensor coleta dados de uma região, essa resolução se refere principalmente com o período que o sensor leva para passar novamente por um determinado local. alguns dos sensores possuem resolução temporal de 16 dias (landsat 8 por exemplo).
Radiométrica	A resolução radiométrica está relacionada a capacidade que um sensor possui de distinguir os níveis de intensidade do sinal de retorno da superfície imageada. Por exemplo, uma resolução de 10 bits (1024 níveis digitais) é melhor que uma de 8 bits.

Fonte: Adaptado de MENEZES et al., (2012).

Em resumo pode-se dizer que: a) a resolução espacial tem como parâmetro o tamanho do pixel; b) a espectral tem relação com o número de bandas c) a temporal diz respeito à frequência com que o satélite imageia um mesmo lugar e d) a resolução radiométrica diz respeito aos níveis de cinza contidos (Figura 2).

Figura 2- Tipos de resoluções de um produto de Sensoriamento Remoto



Fonte - Rudorff (2008)

Da Silva et al. (2017) pontua que uma das vantagens para realizar análises via SR é a obtenção de imagens históricas, que permitem uma análise pretérita, permitindo assim a compreensão dos fenômenos espaço-temporalmente.

Meneses et al. (2012) destacam que o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) pode ser utilizado para avaliar a condição temporal das condições da vegetação. O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI envolve a diferença e a soma entre as duas bandas do infravermelho próximo e do vermelho. O índice de NDVI varia de -1 a +1, dessa forma, quanto mais a variável se aproxima de 1 mais densa é a vegetação (MENESES et al., 2012). A técnica do NDVI tem sido amplamente utilizada por diversos estudos que classificam a cobertura vegetal. Destacando-se os seguintes autores: Aragão e Almeida (2009), Aquino e Oliveira (2012), Demarchi et al. (2011), Rizzi et al. (2001).

De acordo com Leite (2014), uma das possibilidades das imagens orbitais históricas é a de mapeamento das mudanças do uso do solo, pois essas imagens permitem enxergar a dinâmica dos diferentes usos do solo num recorte temporal. Dentre os diferentes produtos obtidos a partir do Sensoriamento Remoto, a classificação de imagens tem obtido destaque

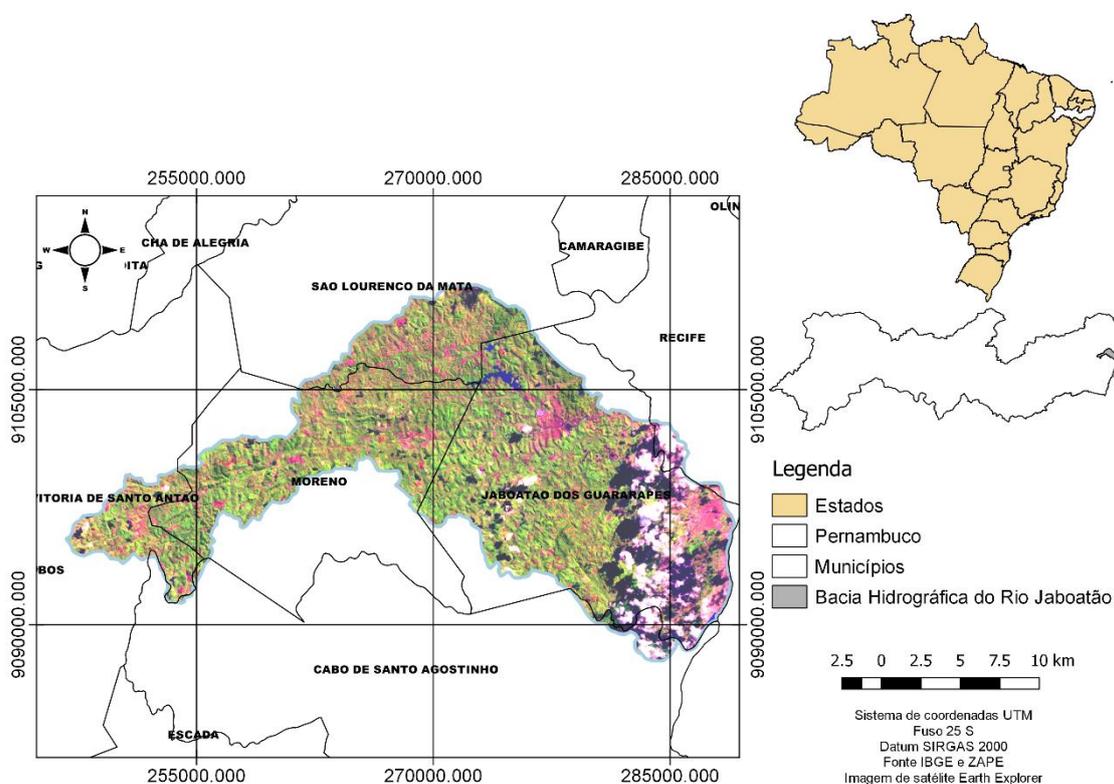
nos estudos ambientais, pois ela permite obter dados das categorias de uso do solo, sendo essa uma informação importante para o planejamento ambiental (PEREIRA, 2017).

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão - PE abrange os municípios de Cabo de Santo Agostinho (27 Km²), Jaboatão dos Guararapes (225 Km²), Moreno (98 Km²), Recife (4 Km²), São Lourenço da Mata (46 Km²) e Vitória de Santo Antão (42 Km²) (Figura 3). Estima-se uma população em torno de 450.000 habitantes que residem em maior parte em áreas urbanas (CPRH, 2016). Segundo dados do Zoneamento agroecológico de Pernambuco os solos predominantes na área em estudo são: Gleissolo, Espodossolo, Latossolo Amarelo, Argissolo Vermelho, Argissolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Flúvico e Solos indiscriminados de Manguê (SILVA et al., 2001).

Figura 3-Mapa de localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco



Fonte – O autor.

3.2 Metodologia

Para análise espaço-temporal do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão – PE foram aplicadas as metodologias desenvolvidas por Silva et al. (2016) e Andrade e Oliveira (2004) com as adaptações que se fizeram necessárias. Para as análises voltadas a compreensão da cobertura vegetal e uso da terra na área foram adquiridas imagens de satélite no portal Earth Explorer disponíveis em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>, que fornece as imagens com o devido registro. Foram selecionadas imagens com a menor cobertura de nuvens possível dos anos de 1986 (16/06/1986) e 2004 (19/07/2004) do satélite Landsat 5 e 2018 (23/05/2018) do satélite Landsat 8.

Com o objetivo de identificar a evolução e a mudança da cobertura vegetal da área em estudo, foi aplicado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada – NDVI, que envolve a diferença e a soma entre as bandas que representam as faixas do infravermelho próximo (NIR) e do visível (RED). O NDVI varia de -1 a +1, nesse sentido, quanto mais a variável se aproxima de 1 mais densa é a vegetação, sendo menos densa ou inexistente quanto mais próximo de -1 (MENESES et al., 2012). Para gerar o NDVI, as bandas das imagens de satélite necessárias para o processamento foram importadas para o software QGIS 2.18.23 e foram recortadas seguindo o contorno da área em estudo. Foi utilizada a ferramenta Calculadora de Raster do Qgis, onde foi aplicada a expressão $(NIR - RED) / (NIR + RED)$ que possibilitou o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada. Para a obtenção da área de cada classe de NDVI foi utilizada a ferramenta R.REPORT que gerou um relatório estatístico de área para cada classe do raster.

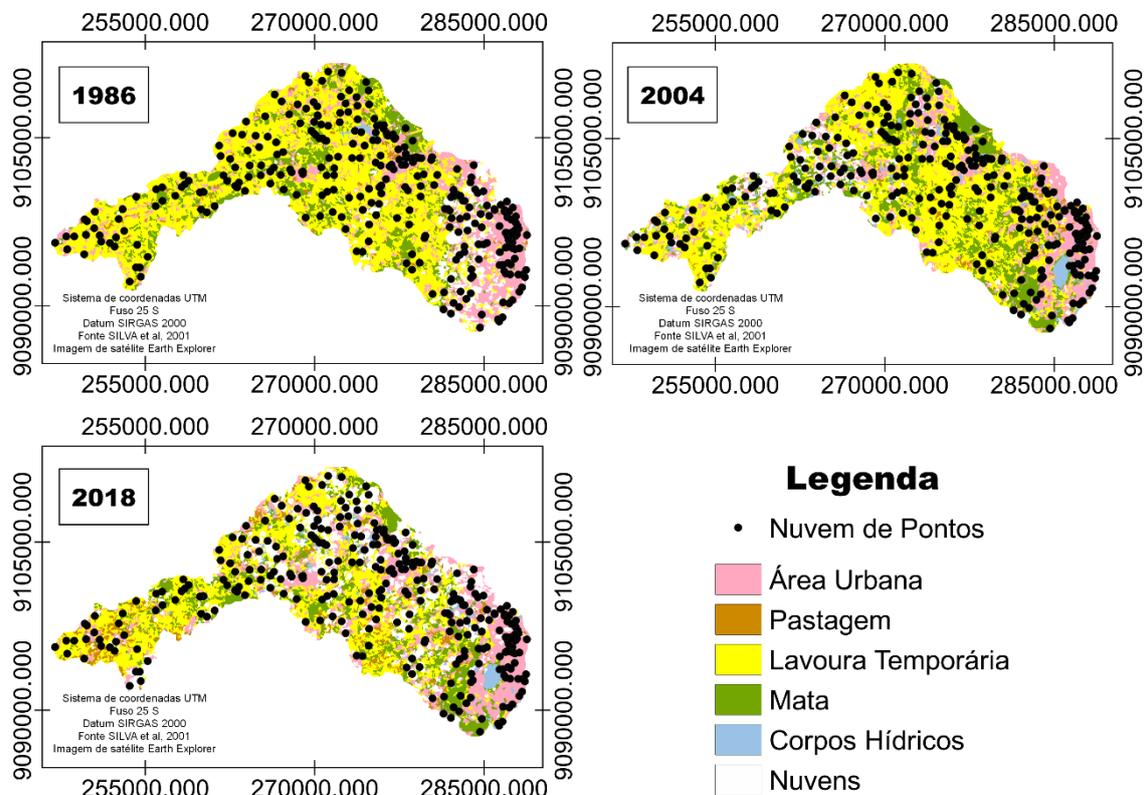
Para a análise espaço-temporal do uso da terra as imagens de satélite foram processadas em conjunto nos softwares Spring e QGIS disponibilizados gratuitamente por seus desenvolvedores. Foram utilizadas as composições das bandas R4, G5 e B3 que segundo Aragão e Almeida (2009) a mata aparece com um tom de marrom, sendo mais escuro quanto mais exuberante for a cobertura. A área urbana aparece com um tom azulado e a pastagem com um tom esverdeado.

Nesse sentido, foram realizados os seguintes procedimentos: Calibração radiométrica no software Qgis, por meio da ferramenta *Semi-Automatic Classification Plugin* que em sua opção de processar a imagem realiza a operação DOS1 que faz uma correção atmosférica por meio da subtração do escuro (MENESES et al, 2012); equalização de histograma na

ferramenta de contraste do software spring (DE PAULA; CABRAL, 2012); e classificação das imagens utilizando o método Bhattacharya que classifica por região baseando-se nos segmentos treinados pelo operador do SIG (CRUZ; RIBEIRO, 2008), a classificação das imagens foi realizada no software Spring.

Para auxiliar na classificação supervisionada e remover a interferência da cobertura de nuvens, para as imagens de 1986 e 2004 foi elaborada uma nuvem de pontos (figura 4) com base na análise visual dos alvos e com auxílio das imagens do acervo do Google Earth Pro (SILVA et al., 2016). Para a classificação da imagem de 2018 foram realizados trabalhos de campo com o objetivo de coletar dados geográficos acerca das classes de uso da terra. Após a classificação das imagens, essas foram processadas no software QGis e os dados matriciais foram transformados em vetoriais para que assim as nuvens pudessem ser substituídas pelos dados obtidos no Google Earth Pro, e em cartas topográficas no caso da imagem de 1986, e nos trabalhos de campo no caso da imagem de 2018.

Figura 4- Espacialização Pontos coletados para correção das nuvens das imagens utilizadas para elaboração dos mapas espaço - temporais do uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, localizada no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco

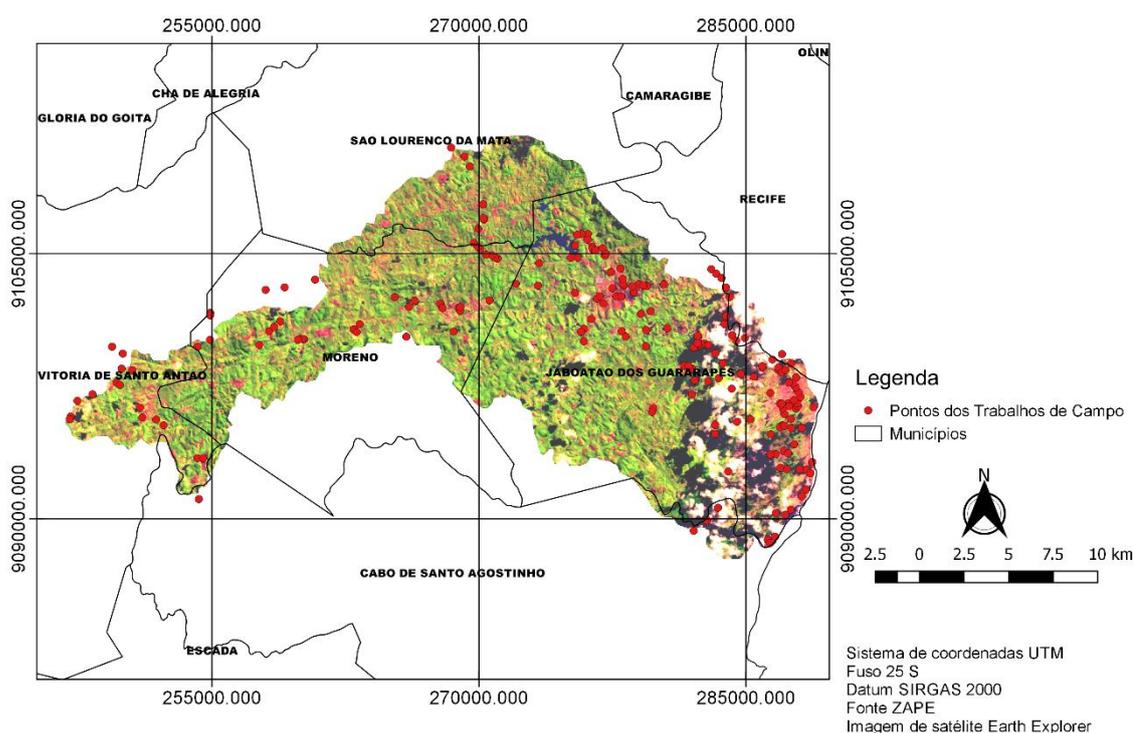


Fonte – O autor.

Para a elaboração do mapa atual de uso da terra foram utilizados os dados obtidos em

quatro trabalhos de campo (Figura 5), que ocorreram com o auxílio das imagens de satélite e de cartas topográficas da área e possibilitaram a coleta de 221 dados georreferenciados, tais como: uso atual da terra e estado da vegetação. Esses dados serviram de base para realização de uma classificação supervisionada da imagem de satélite supracitada e edição dela para certificação das informações que não puderam ser obtidas por meio da classificação supervisionada devido a quantidade de nuvens, assim como a escala da imagem utilizada, para assim realizar um mapeamento mais confiável e detalhado. Para a elaboração deste mapa foram utilizadas como base as recomendações do sistema de classificação do Manual do Uso do Solo do IBGE (2013).

Figura 5- Espacialização dos Pontos dos trabalhos de campo para coleta de dados na Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco para correção das nuvens



Fonte – O autor.

Com o objetivo de identificar as Áreas de Proteção Permanente foram utilizadas as metodologias desenvolvidas por Colinho et al (2013) e por Silva et al. (2017), com as adaptações necessárias. O caminho para a delimitação das APP's de nascentes e de margens dos cursos d'água foi similar inicialmente, pois foram gerados em conjunto a partir de um

Modelo Digital de Elevação (MDE) no Qgis. Foi utilizada a ferramenta “Fill sinks” para a criação de um Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC) e depois foi utilizada a ferramenta “Channel” para a geração das drenagens, sendo as nascentes em camada vetorial de ponto e as drenagem em camada em formato de linha.

Com o intuito de delimitar as APP’s das áreas de nascentes foi adaptada a metodologia desenvolvida por Coltinho et al. (2013) onde a partir da camada vetorial de pontos nas nascentes da bacia foi gerado um *buffer* no Qgis com um raio de 50 metros. Para delimitar as APP’s dos canais de drenagem foi utilizada a camada vetorial de drenagem sob as cartas topográficas da bacia, com o intuito de medir as distâncias entre uma margem e outra, e definir a largura dos canais de drenagem da bacia. A partir dessa medição foi adaptada a metodologia desenvolvida por Coltinho et al. (2013) que realizou um *buffer* no Qgis considerando as larguras das drenagens e os parâmetros estabelecidos pelo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002).

Para as encostas com declividade superior a 45° foi adaptada a metodologia desenvolvida por Coltinho et al. (2013) onde o MDEHC que foi gerado com a ferramenta “Fill sinks” foi utilizado para gerar o mapa de declividade na ferramenta do Qgis “declividade”. A partir do mapa de declividade foi utilizada a ferramenta “Slicer” para fatiar e reclassificar o mapa de declividade seguindo os parâmetros estabelecidos pelo o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002).

Para delimitar as APP’s de topo de morro foi utilizada a metodologia desenvolvida por Silva et al. (2017), onde o MDEHC gerado pela ferramenta “Fill sinks” foi invertido pela “calculadora raster” pela equação “ $mdehc_inv = (MDEHC - 10.000)*(-1)$ ”. Depois foi executado o algoritmo “r.terraflow” para obtenção dos limites das bases dos picos, em seguida o raster foi transformado em vetor para a execução da ferramenta “Zonal Statistics” que calcula os valores máximo, mínimo, média, range, entre outros, contidos no raster considerando os limites do vetor.

Depois foram extraídas as declividades do MDEHC pela ferramenta “declividade”, em seguida a declividade foi transformada em vetor para a execução da ferramenta “Zonal Statistics”. Depois foram identificadas as áreas onde Declividade ≥ 25 graus e Amplitude ≥ 100 m através da ferramenta “extract by location”, predicado “equal”. Por fim, foi calculada a altura mínima para o terço superior e essa camada foi rasterizada para a extração dos pixels

onde os valores são \geq ao valor da altura mínima do terço superior que equivale as APP's de topo de morro.

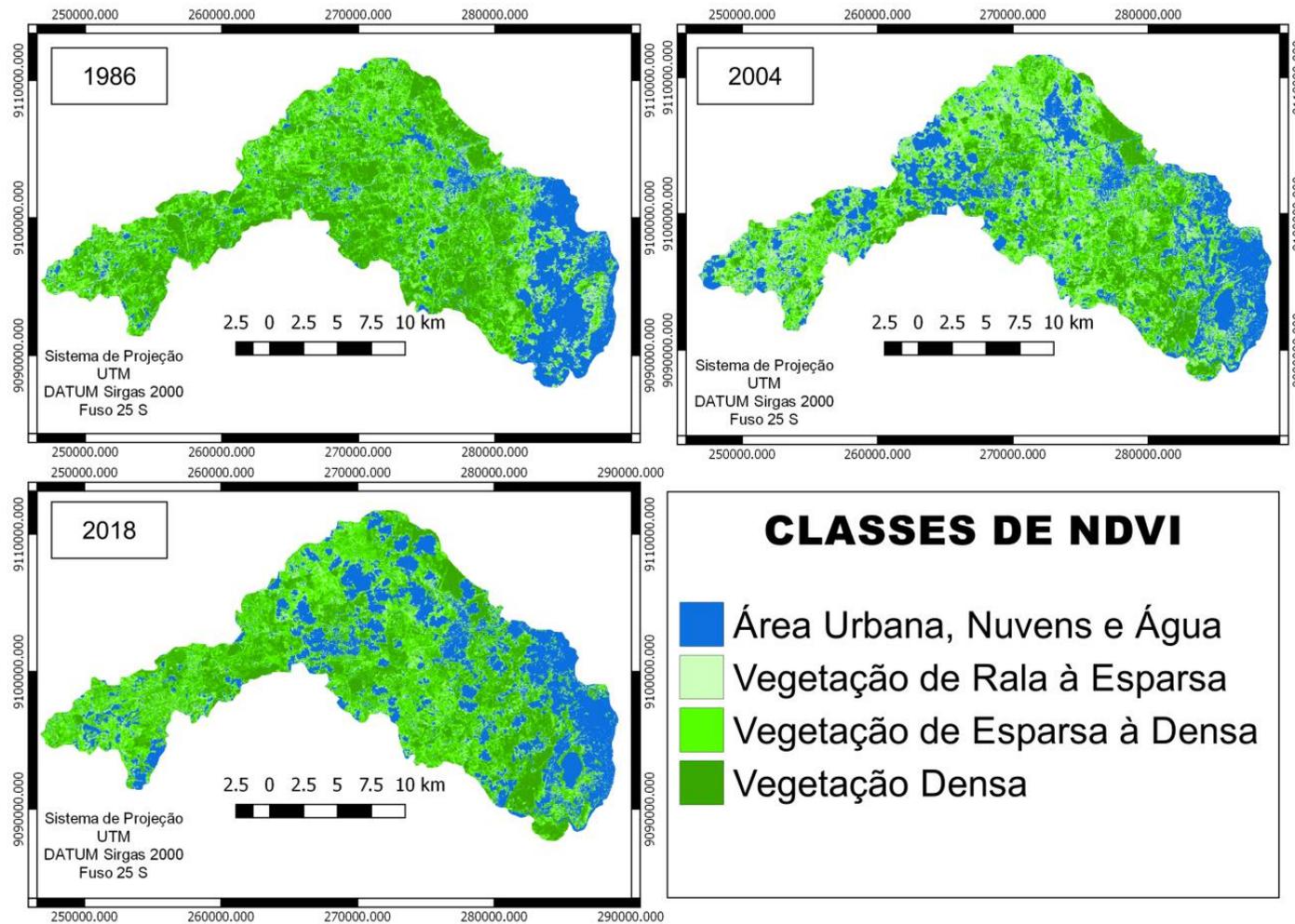
Para finalizar o mapeamento das APP's, todas as camadas geradas nos processos anteriores foram vetorizadas e dissolvidas no Qgis para recorte e mapeamento geral dos usos da terra nas Áreas de Proteção Permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Evolução espaço – temporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE

Ao executar a metodologia supracitada foram geradas três imagens do NDVI para os anos de 1986, 2004 e 2018, como pode ser observado na figura 6.

Figura 6-Distribuição da Vegetação determinada pelo Índice de Vegetação da Diferença Normalizada da bacia hidrográfica do rio Jaboatão – PE nos anos de 1986, 2004 e 2018



Fonte – O autor.

A classe de rala a esparsa aumentou 14,06% de área no período entre 1986 e 2018, esse quadro é preocupante, pois demonstra que houve perda de densidade na distribuição da vegetação no período estudado (Tabela 3). De acordo com Coutinho et al. (2013), a supressão da vegetação apresenta impacto na dinâmica dos processos hidrológicos das bacias hidrográficas, pois interferem diretamente na cobertura do perfil de solo, podendo causar erosão, assoreamento e enchentes. De modo geral, a diminuição da cobertura vegetal pode contribuir para que ocorra desequilíbrio ambiental para a área estudada e a população local pode sofrer com os desdobramentos da perda de vegetação.

Tabela 3-Distribuição da densidade da vegetação de acordo com o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada dos anos de 1986, 2004 e 2018, da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE

Densidade da Vegetação	1986 (%)	2004 (%)	2018 (%)
Rala a Esparsa	9,01	17,35	23,07
Esparsa a Densa	45,14	35,74	29,91
Densa	19,75	23,41	22,40

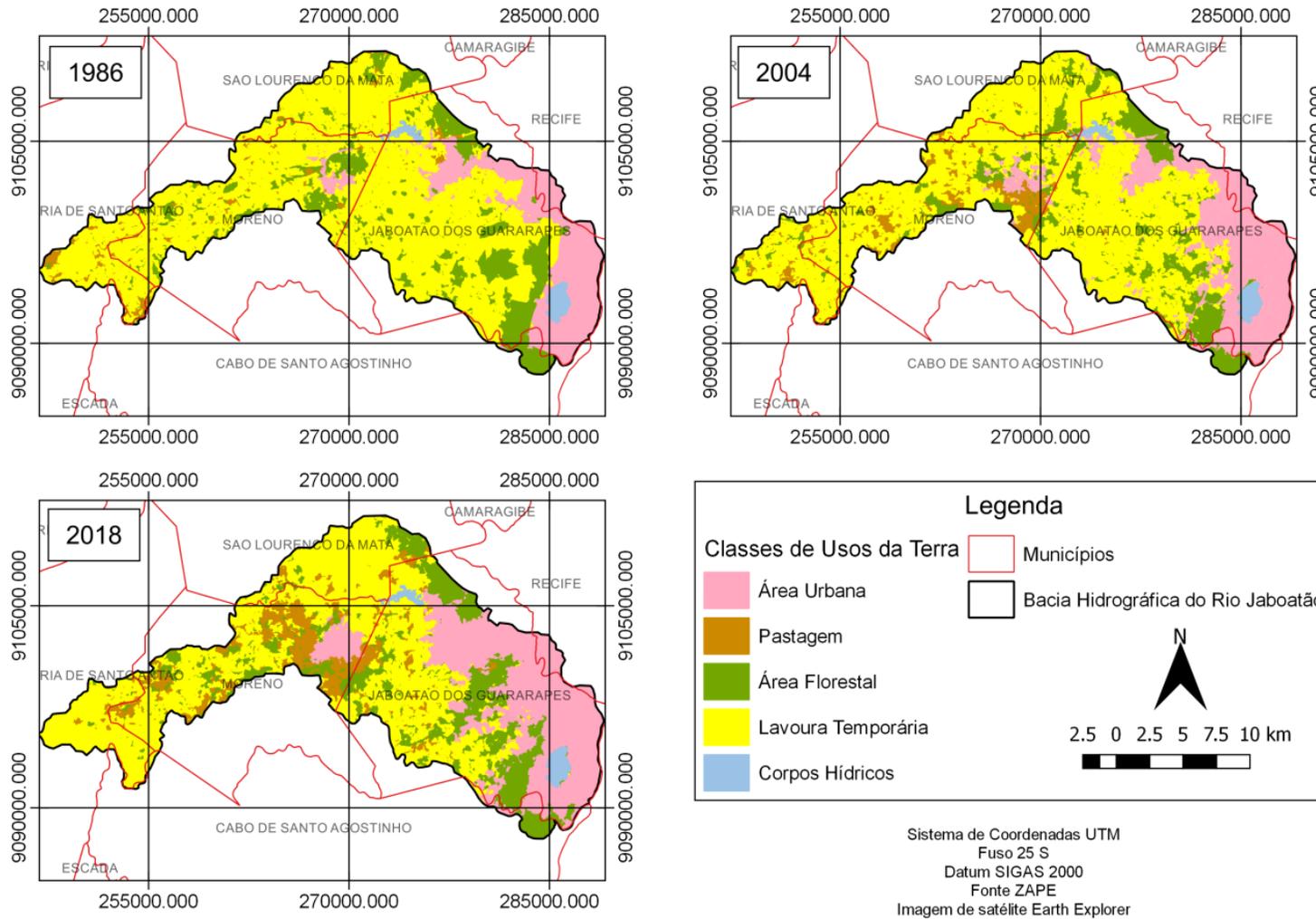
Fonte – dados da pesquisa.

Ao analisar os resultados obtidos, verifica-se uma diminuição de 15,23% na área de cobertura vegetal de esparsa a densa durante o período de 31 anos, pois no ano de 1986 havia cerca de 45,14% e em 2018 reduziu para 29,91%. Enquanto isso, a área de vegetação densa cresceu 2,65% nesse período de tempo, estima-se que esse crescimento pode está relacionado a criação das reservas ecológicas de Manassu e Mussaíba por meio da Lei estadual de nº 9989/97 de 13 de janeiro de 1987. A criação de reservas ecológicas é uma ação importante para a preservação dos recursos naturais, pois protege o banco genético vegetal e animal, restaura os ecossistemas e assegura a proteção das paisagens (HASSLER, 2005).

4.2 Evolução espaço – temporal no uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE

Com a classificação supervisionada das imagens dos satélites Landsat 5 (1986 e 2004) e Landsat 8 (2018) verificou-se uma variação no quantitativo das seguintes classes de uso da terra: Área Urbana, Pastagem, Área Florestal, Lavoura Temporária e Corpos Hidráticos (Figura 7).

Figura 7 - Mapa da evolução espaço-temporal do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte- Os autor.

Ao analisar os resultados obtidos na tabela 4 pode-se perceber um crescimento de 9,44% de área urbana, entre os anos de 1986 e 2018. Isso pode ser justificado no fato do aumento da integração urbana da região metropolitana do Recife que foi criada na década de 70 incluindo Jaboatão, Moreno e São Lourenço da Mata desde o seu principio, e no elevado crescimento económico da região metropolitana a partir da década de 90 que aumentou a importância econômica de municípios como Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho (RAMALHO et al., 2015).

Tabela 4 - Área de cada classe de uso do solo para os anos de 1986, 2004 e 2013, na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE

Classe de uso da terra	1986 (%)	2004 (%)	2018 (%)
Área Urbana	16,55%	21,30%	25,99%
Lavoura Temporária	57,52%	52,93%	44,78%
Pastagem	5,5%	5,66%	10,91
Área Florestal	19,24%	18,92%	17,13%
Corpos Hídricos	1,19%	1,19%	1,19%

Fonte- Dados da pesquisa.

Esse aumento da área urbana na Região Metropolitana do Recife nem sempre foi acompanhado por um planejamento na forma de ocupação do espaço o que acarretou sérios prejuízos ambientais (RAMALHO et al., 2015). O ambiente urbano possui um elevado grau de alteração no meio ambiente, nesse sentido, possui mais problemas ambientais relacionados ao uso inadequado dos recursos naturais.

Segundo Botelho e Silva (1999), a impermeabilização do solo que ocorre no ambiente urbano é um dos principais problemas que levam a diminuição da infiltração de água nas bacias hidrográficas urbanas. A água impedida de se infiltrar acaba escoando pela cidade e ganha velocidade na pavimentação e nos canais urbanos, aumentando assim o seu potencial de erosão. Com o aumento das áreas pavimentadas, crescem o volume e velocidade das enxurradas, e sem que a água tenha por onde infiltrar aumenta o escoamento superficial e processos de formação de ravinas e voçorocas são acelerados (TUCCI, 2007).

Com relação a classe de lavoura temporária, houve uma redução de 12% no período analisado, onde essa diminuição pode ser associada ao aumento das áreas urbanas (9,44%) e das áreas de pastagem (5,41%) (Tabela 4). Na Figura 7, observa-se a representatividade desta classe na bacia hidrográfica do rio Jaboatão. Contudo, a área de lavoura temporária ainda é a mais representativa na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, estando essa lavoura

associada, sobretudo a grande propriedade de cana-de-açúcar, que é um empreendimento histórico em Pernambuco.

Segundo o IBGE (2013), as culturas temporárias são as que possuem ciclo de curta e média duração, de modo geral inferior a um ano, onde após a produção o terreno fica disponível para novo plantio. De acordo com o mesmo manual a cana-de-açúcar se encaixa nessa categoria. Em uma simulação sobre a produção de sedimentos em diversos cenários do uso do solo Perazzoli et al. (2013) concluíram que em um cenário de agricultura a produção de sedimentos é maior que em cenários de mata nativa e de pastagem.

A pastagem apresentou mudanças significativas no período entre 2004 e 2018, demonstrando um aumento de 5,25% (tabela 4) no período mencionado. Em área de pastagem as gramíneas favorecem a infiltração do solo em detrimento do escoamento superficial, mantendo assim o solo e a água no sistema, contudo se a pastagem está acompanhada do pastoreio (criação de gado) o solo passa a ser compactado e cria-se caminhos preferenciais para o escoamento superficial aumentando o risco de erosão (SANTOS; HERNANDEZ, 2012).

A área florestal que em 1986 representava 19,24% da área estudada, apresentou uma redução de 2,11% no período de 30 anos, isso pode ser relacionado ao aumento da pressão das áreas urbanas sobre as áreas de vegetação nativa. Barros et al. (2013) realizaram uma análise temporal de 10 anos do uso do solo na bacia hidrográfica do rio Vieira em Montes Claros-MG, nessa análise eles constataram a tendência de redução da vegetação nativa em 9 Km² num período de 10 anos entre 1990 e 2005. No caso da bacia hidrográfica do rio Jaboaão a maior redução do período estudado ocorreu entre 2004 e 2018 onde em números absolutos foram reduzidos 6,66 km² de área florestal, e em números relativos foram reduzidos 1,79% da área total da bacia hidrográfica do rio Jaboaão.

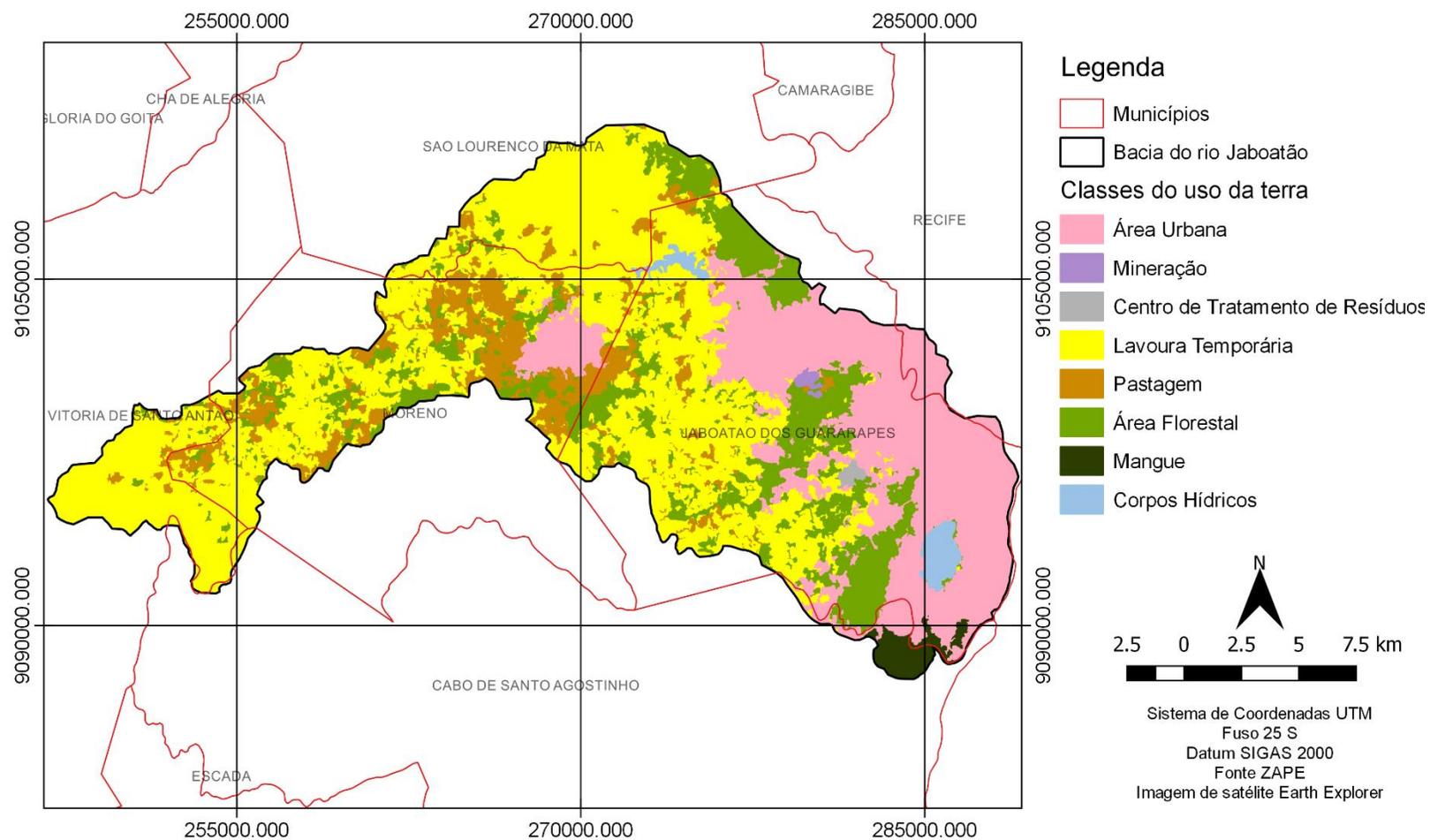
A vegetação é importante para a manutenção do ciclo hidrológico num sistema aberto, pois melhora a infiltração da água no solo e diminui significativamente o risco de erosão, devido sua proteção direta contra o impacto das gotas de chuva, intercetação e evaporação da água antes que atinja o solo, decomposição das raízes que influencia na infiltração do solo, melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica aumentando a capacidade de retenção de água, diminuição da velocidade da enxurrada pelo atrito com a superfície (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014)

Dentre os corpos hídricos de área significativa, não houve mudanças percentuais na área ocupada, possuindo 1,19% da área da bacia hidrográfica durante todo o período analisado. Os corpos hídricos mapeados são a Lagoa Olho D'Água e o reservatório Duas Unas que junto com o reservatório de Tapacurá (bacia hidrográfica do rio Capibaribe) é responsável por quase 60% do abastecimento da RMR (GOMES, 2005).

4.3 Uso e ocupação atual da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE

Com a realização do mapeamento do uso atual da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, verificou-se a ocorrência das seguintes classes: Área Urbana, Mineração, Centro de Tratamento de Resíduos, Lavoura Temporária, Pastagem, Área Florestal, Mangue e Corpos Hídricos (Figura 8).

Figura 8- Mapa do uso atual da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte – O Autor.

Verificou-se que a área antrópica não agrícola cobre pouco mais que 25,64% da área da bacia, entretanto no mapeamento foi realizada a opção de dividir em três classes diferentes, de acordo com o uso da terra, sendo elas: Área urbana 25,19% (onde encontramos uso residencial, industrial e comercial), Mineração 0,21% e o Centro de Tratamento de Resíduos Sólidos - CTR Candeias 0,24% (Tabela 5).

Tabela 5-Classes de uso e ocupação atuais da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE

Classe de uso da terra	Percentual %
Área Urbana	25,19%
Mineração	0,21%
Centro de tratamento de resíduos	0,24%
Lavoura Temporária	43,62%
Pastagem	11%
Área Florestal	17%
Manguezal	1,35%
Corpos Hídricos	1,19%

Fonte – Dados da pesquisa.

A área urbana da bacia hidrográfica se concentra principalmente nos municípios de Jaboatão dos Guararapes e Moreno, tendo também área urbana na parte de Recife da bacia. Em campo foram verificadas ocupações urbanas nas encostas em áreas de morro, próximo ao curso do rio, entre outros locais de risco de erosão e de desastres ambientais. Os problemas relacionados a falta de planejamento urbano estão relacionados principalmente a forma que a bacia hidrográfica é ocupada, não considerando respeitar as matas ciliares e canalizando os rios, aumentando assim o potencial erosivo e de inundação dos rios urbanos (SANTOS; HERNANDEZ, 2012).

Além dos problemas relacionados a ocupação irregular dos cursos dos rios, também podemos atribuir impacto ambiental à falta de saneamento básico e a dejetos industriais, que provocam alteração no pH e modificam o ecossistema dos rios urbanos. Segundo relatório da organização trata Brasil, Jaboatão dos Guararapes é um dos 100 piores municípios do Brasil na questão saneamento básico (OLIVEIRA et al., 2018), a área urbana deste município se encontra na bacia hidrográfica estudada. A falta de saneamento básico e de coleta adequada do lixo em áreas urbanas pode intensificar o processo de formação de voçorocas e transformar a erosão em verdadeiros focos de contaminação de doenças e de danos ao meio ambiente (SALOMÃO et al., 1999).

Os principais poluentes nas áreas urbanas são esgoto (poluição orgânica), resíduos sólidos residenciais e indústrias sendo esse último um dos principais agentes poluentes devido

a substâncias tóxicas descartadas que vão desde metais até substâncias radioativas (TUCCI, 2007). A bacia hidrográfica do rio Jaboaão possui produção industrial dos segmentos têxtil, papel, metalurgia, madeira/imobiliário, álcool, plástico e produtos químicos (GOMES, 2005).

A estratégia para o combate ao lixo deve ser realizada pelo poder público, onde este deve realizar coleta seletiva, diferenciando o resíduo reciclável do material não reciclável, e dar o destino correto ao que não pode ser reaproveitado. Na bacia hidrográfica do rio Jaboaão encontra-se o mais importante aterro sanitário da RMR, o CTR Candeias, ele ocupa 0,24% da área da bacia hidrográfica e foi fundado no ano de 2007. É importante que haja o tratamento adequado do lixo nos aterros sanitários, pois o produto dos aterros pode atingir o lençol freático e assim contaminá-lo (LEPSCH, 2016).

A atividade de mineração encontrada na bacia hidrográfica do rio Jaboaão é a de extração de minerais não metálicos, do tipo granito e arenito, neste mapeamento pôde-se verificar que há cerca 0,21% de áreas da bacia ocupadas pela atividade de mineração. Gomes (2005) verificou que as atividades de mineração na bacia hidrográfica do rio Jaboaão causam degradação ambiental que se manifesta em forma de assoreamento em alguns sistemas de drenagem e assim causa enchentes no período do inverno. A atividade pastoril ocupa cerca de 11% da área da bacia. Essa atividade quando realizada de forma expansiva pode comprometer o solo através da compactação causada pelo pisoteio do gado.

Cerca de 1,35% da área da bacia hidrográfica do rio Jaboaão é ocupada por manguezal, esse apresenta características de preservação ambiental à primeira vista, contudo por ficar localizada dentro da área urbana essa fica sujeita as dinâmicas de poluição urbana. Sobre isso Da Silva (2014) pontua que a deterioração dos mangues é crescente em Jaboaão do Guararapes, devido a expansão urbana que tem causado as aglomerações desordenadas, as disputas territoriais para agregação de valor imobiliário, a poluição industrial, doméstica e ainda as atividades predatórias na pesca.

Dá área total da bacia hidrográfica do rio Jaboaão, 17% é de matas de capoeira ou remanescente da mata atlântica. Destacam-se as reservas ecológicas que se localizam no local de estudo, sendo elas Mata da Jangadinha, Mata de Mussaíba, Mata do Manassu, Mata do Eng. Salgadinho e Mata do Engenho Moreninha (GOMES, 2005).

Quanto a classe de Lavoura temporária 43,62%, predomina a monocultura canavieira, entretanto em alguns assentamentos no médio curso verifica-se a presença de

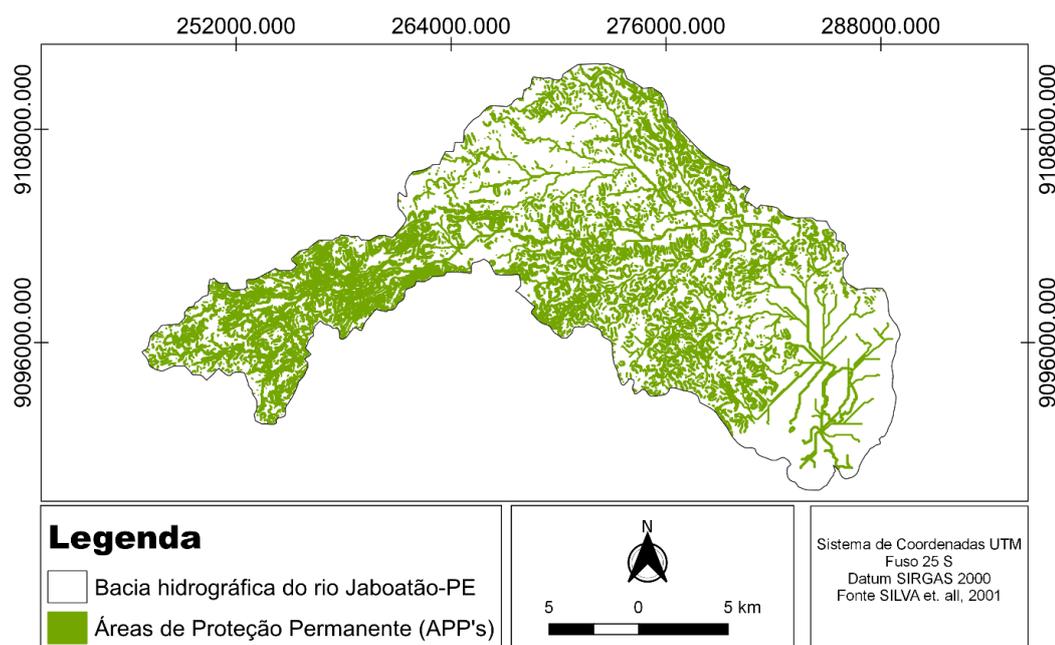
policultivos com a plantação de macaxeira, maracujá, hortaliças, dentre outros. Moreira (2007) destaca a operação de duas usinas de processamento de cana-de-açúcar na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, sendo elas a Usina Bom Jesus (Dourados Empreendimentos) que fica localizada em Moreno e a Usina Bulhões que fica localizada em Jaboatão dos Guararapes, estas usinas juntas possuem uma demanda hídrica de 890 m³ de água para uma área cultivada de 12.300 hectares de cana-de-açúcar.

Os corpos hídricos ocupam uma área de 1,19% neste mapeamento, onde foram considerados o reservatório Duas Unas e a Lagoa Olho D'Água (Lagoa do Náutico). Estes corpos hídricos foram estudados por Gomes (2005), que verificou que a Lagoa Olho D'Água foi ocupada sem o devido planejamento, o que provoca o acelerado processo de assoreamento na lagoa, além de eutrofização, retenção de poluentes, inundações e danos à fauna e a flora.

4.4 Uso e ocupação das Áreas de Proteção Permanente

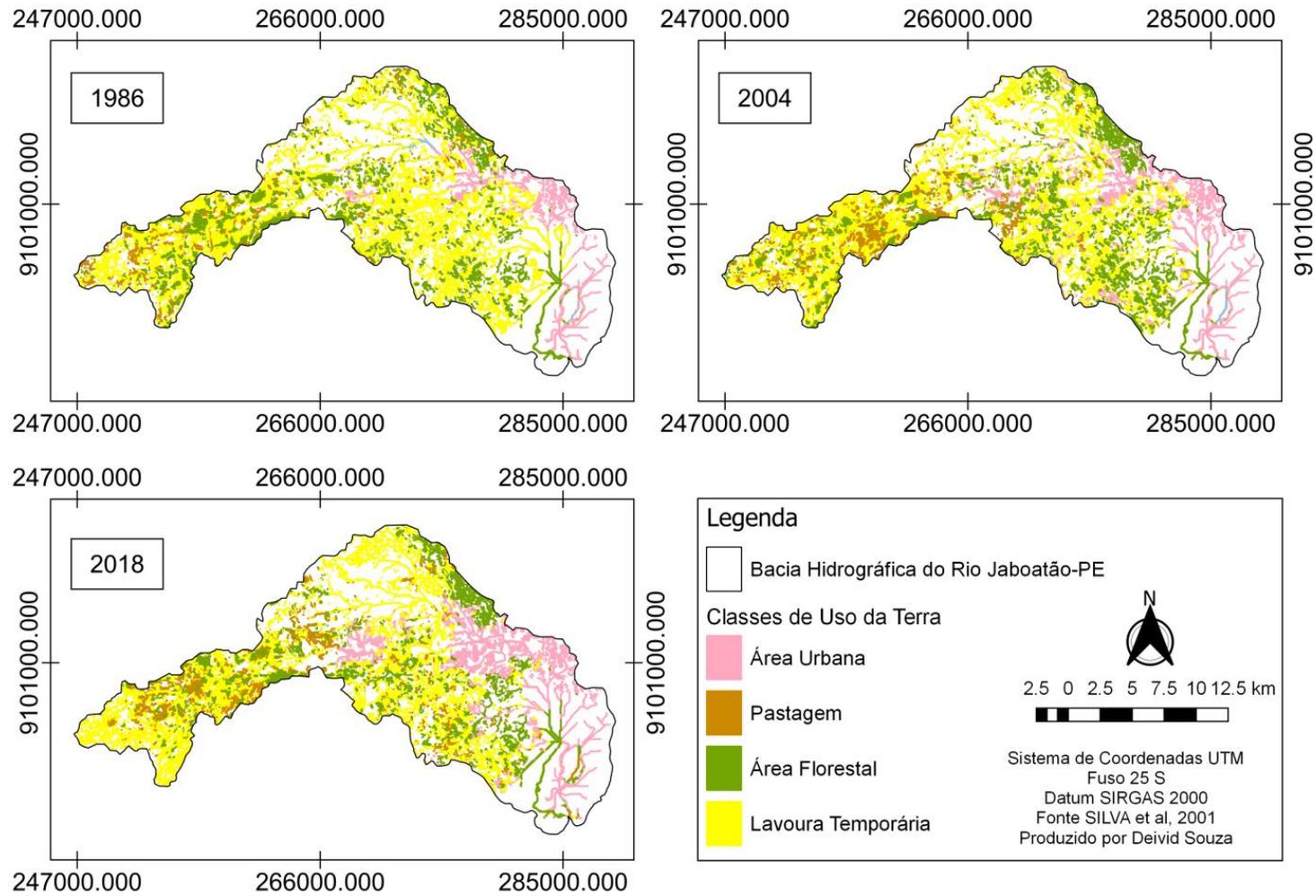
Ao mapear as Áreas de Proteção Permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE pôde-se obter dados que demonstram que 231 km², ou seja, 63% da área de estudo deve ser destinado a ser APP e essa representatividade pode ser vista na figura 9.

Figura 9 - Distribuição espacial das Áreas de Proteção Permanente (APPs) da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão-PE



A partir dos cruzamentos dos dados vetoriais das APP's com as de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE pôde-se identificar as classes de uso da terra para os anos de 1986, 2004 e 2018, onde foram identificadas as classes de Área Urbana, Lavoura Temporária, Pasto e Área Florestal (Figura 10).

Figura 10 - Mapa de uso e ocupação da terra nas áreas de proteção permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE dos anos de 1986, 2004 e 2018



Fonte- Dados da pesquisa

Pôde-se verificar que a classe da área urbana cresceu 8,86% ao longo dos trinta anos analisados (tabela 6). Em análise temporal Silva et al. (2009) encontrou um crescimento contínuo da área urbana em APP's no município de Sorocaba-SP, num estudo que comparou os anos de 1988, 1995 e 2003. Essa tendência se apresentou tanto nas áreas de proteção permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, quanto nas demais áreas.

Tabela 6-Classes de uso da terra nas APP's da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-Pe nos anos de 1986, 2004 e 2018

Classe de uso da terra	1986 (%)	2004 (%)	2018 (%)
Área Urbana	13,45%	19,87%	22,31%
Lavoura Temporária	59,77%	51,85%	48,15%
Pastagem	5,23%	8,13%	10,22%
Área Florestal	21,55%	20,15%	19,32%

Fonte- Dados da Pesquisa

As áreas destinadas a lavoura temporária predominam na área da bacia, contudo em 1986 nas APP'S ocupando 59,77%, seguindo a lógica geral da bacia que possuía 57,52% de áreas destinadas a lavouras temporárias neste ano. Contudo com a pressão das áreas urbanas e das áreas de pastagem essa porcentagem de ocupação diminuiu 11,62% nos anos seguintes, chegando à marca de 48,15% no ano de 2018. Apesar de apresentar diminuição em sua área de cobertura, as lavouras temporárias ainda representam grande parte da ocupação das APP's da área de estudo. Anselmo (2014) discutiu a representatividade espacial dos usos agrícolas nas APP's da bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados-SP, foi encontrado nesse estudo uma taxa de crescimento de 2,6% desta classe entre 1990 e 2006.

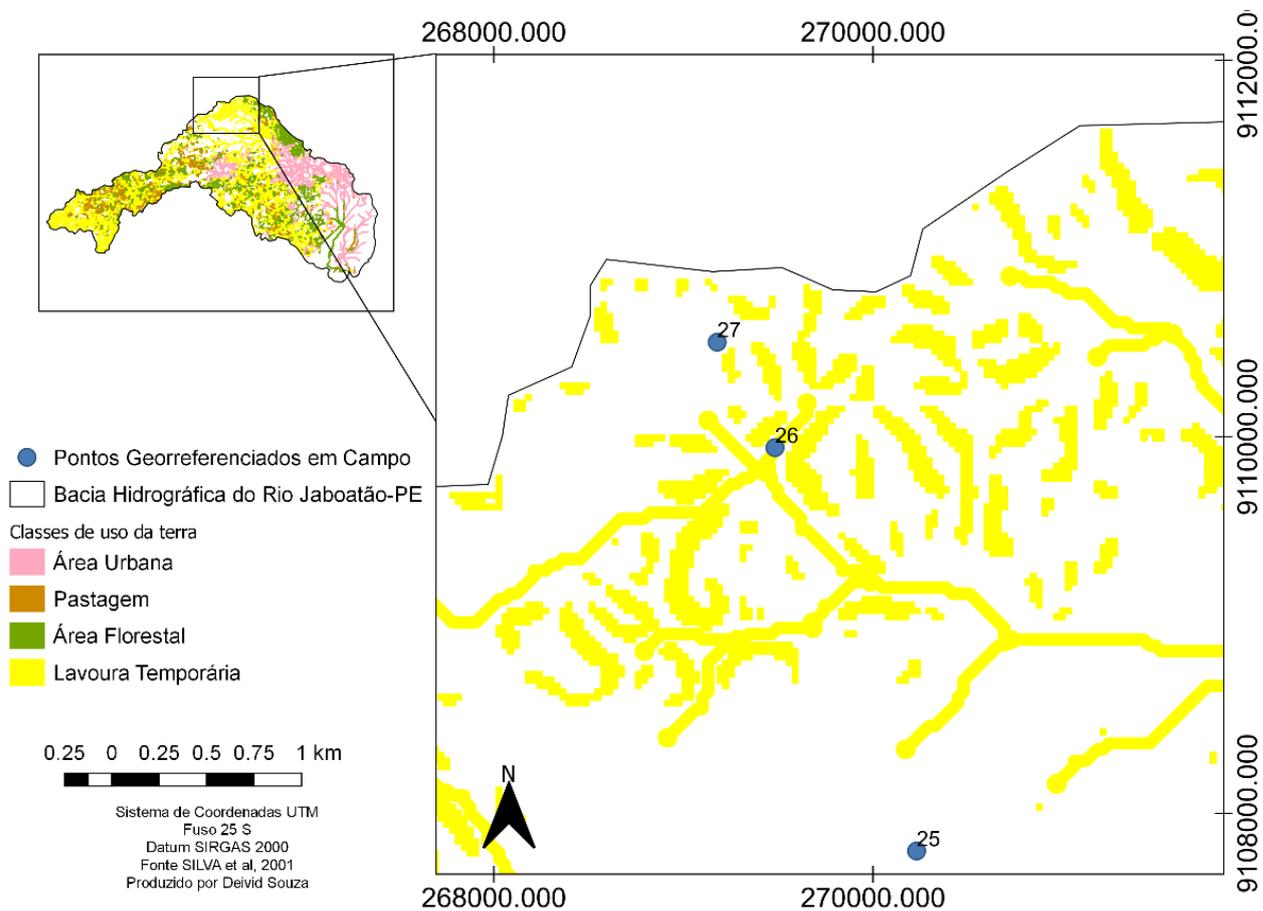
Em campo pôde-se verificar locais que deveriam ser destinados a manutenção da cobertura vegetal por serem APP, sendo ocupados com a monocultura canavieira e isso pode ser observado na figura 11 que representa o ponto 26 e na figura 10 que representa o ponto 26 espacialmente na área de estudo.

Figura 11-Canavial referente ao ponto 26 observado no município de São Lourenço da Mata-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte- Os autores

Figura 12 - Localização Espacial do Ponto 26 onde a APP apresenta a classe de uso lavoura temporária no município de São Lourenço da Mata-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte- Dados da pesquisa

Às áreas de pastagem representavam 5,23% no ano de 1986 e em 2018 representavam 10,22%, apresentando um crescimento de 4,99% no período ente 1986 e 2018. Essa tendência de crescimento se apresentou também nas outras áreas da bacia hidrográfica. Silva et al. (2016) encontrou em seu estudo mudanças no padrão de ocupação de Apps e crescimento das atividades agropecuárias entre os anos de 1989 e 2011.

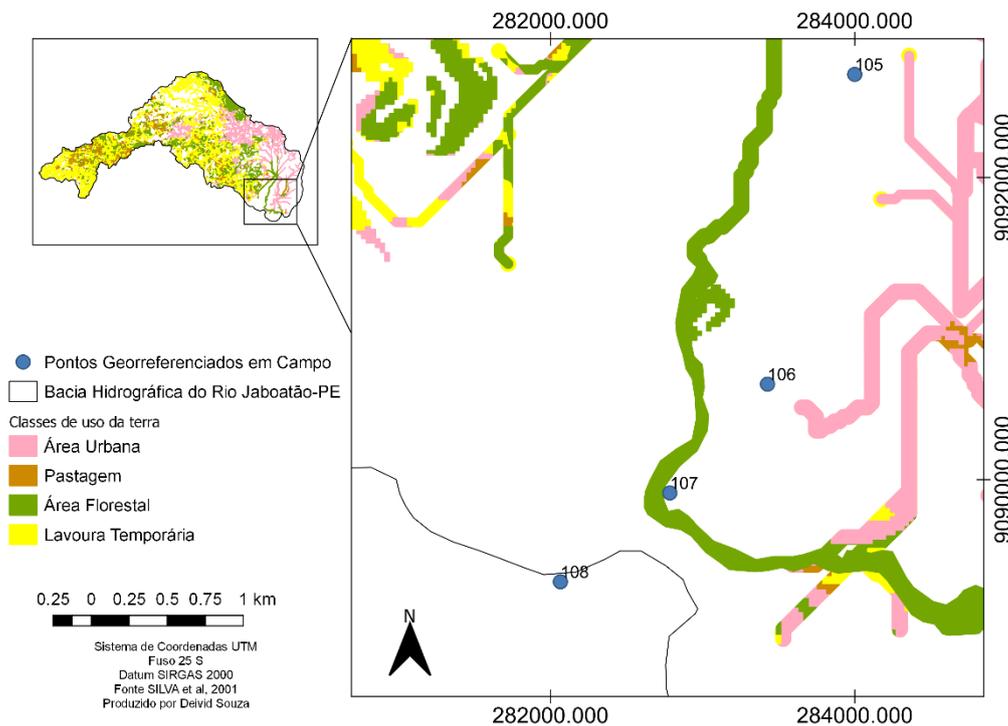
As áreas florestais apresentaram mudanças no seu padrão de ocupação nas APP's, e essas mudanças representam uma diminuição das áreas florestais de 2,23% da área total das apps na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, contudo pode-se perceber que essa diminuição ocorreu a montante da bacia, enquanto a jusante houve um aumento da cobertura de áreas de mata, sobretudo nas áreas de mangue. Kaliski (2010) encontrou em seu estudo no município de Butiá-RS uma diminuição de 7% de ocupação de áreas florestais. Em campo pôde-se observar áreas florestais ao longo do curso da bacia, a figura 13 representa o ponto 107 onde consegue-se visualizar uma densa vegetação de mangue próximo ao ponto de estuário da bacia, e a figura 14 apresenta a localização espacial desse ponto na bacia.

Figura 13-Aspecto da Área Florestal (Mangue) no ponto 107 observado no município do Cabo de Santo Agostinho-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte- Os Autores

Figura 14-Localização Espacial do Ponto 107 onde a APP apresenta a classe de área florestal no município do Cabo de Santo Agostinho-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte- Dados da Pesquisa

Dessa forma, pôde-se perceber que as Apps ocupam 63% da área total da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. Contudo elas são ocupadas em 80,68% por outros usos que não o que deveria ser utilizado pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e a Resolução n. 303 (CONAMA 2002). Com isso, pode - se concluir que no período de trinta anos os usos da terra nas APP's da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE representaram em sua maioria supressão de vegetação para o desenvolvimento de área urbana, lavouras temporárias e agropecuárias.

Essa ocupação majoritariamente relacionada a atividades econômicas que sem o devido cuidado podem acarretar em desequilíbrio ambiental, apresenta conflitos com a legislação ambiental tal qual Nascimento et al. (2005) encontrou em seu estudo, onde 78,39% das áreas da bacia hidrográfica do rio Alegre-PR estavam ocupadas com uso indevido das terras das APP's.

Portanto é recomendado que os usos na área da bacia sigam as determinações do código florestal, pois a falta de preservação das APP's pode causar o desequilíbrio ambiental nos recursos naturais. Para que ações possam ser realizadas de modo mais efetivo Coltinho et al. (2013) recomenda que procedimentos de delimitação e avaliação

de APP's em ambiente SIG possam ser utilizados para nortear o planejamento de forma mais efetiva.

5 CONCLUSÕES

O índice de vegetação na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão oscilou durante o período de três décadas. A oscilação se traduz na diminuição de 15,23% da vegetação de esparsa a densa e no crescimento de 14,06% da vegetação de rala a esparsa. Ao longo dos 31 anos (1986 a 2018) estudados ocorreram significativas mudanças no padrão de uso e ocupação de terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão, com aumento significativo da área urbana. O mapeamento histórico do uso e ocupação da terra nas APP's demonstrou o conflito de uso em 80% das áreas que deveriam ser destinadas a vegetação nativa.

A técnica do Sensoriamento Remoto aliada aos trabalhos de campo se mostrou bastante eficiente para o mapeamento do uso e ocupação da terra na área de estudo. A ferramenta de imagens históricas do Google Earth Pro proporcionou uma maior confiabilidade nos dados históricos, haja vista que pôde auxiliar na sobreposição das nuvens numa área de estudo com grande nebulosidade.

O uso incorreto da terra e a má gestão no uso da terra da área estudada podem está impactando o meio natural da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE. Dessa forma, o poder público deve cada vez mais buscar alternativas que possam aliar à urbanização um caráter de respeito e diálogo com o meio ambiente, para que assim os problemas relacionados a ocupação urbana possam ser mitigados. Com relação as áreas agropastoris, deve-se buscar o equilíbrio entre produção e meio ambiente, a fim de se garantir a perda mínima de solo ao longo da produção, e assim garantir que possa-se produzir no futuro.

A análise aqui explicitada serve como subsídio para outros estudos relacionados ao planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Jaboatão. Dentre esses estudos pode-se citar a análise prognóstica de uso da terra utilizando a cadeia de Markov, capacidade de uso do solo, entre outros que visam a compreensão do meio natural, e contribuir com o uso correto dos recursos naturais e mitigação de danos ambientais na área estudada.

6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, AR da C. Bacia hidrográfica: unidade de planejamento ambiental. **Revista geonorte, Edição Especial**, v. 4, n. 4, p. 201-209, 2012.

ALVARES, S. R. ; et al. O desafio da delimitação de áreas de preservação permanente **Revista Árvore**, vol. 29, núm. 2, março-abril, 2005, pp. 203-212 Universidade Federal de Viçosa Viçosa, Brasil

ANDRADE, J. B.; OLIVEIRA, T. S. Análise Espaço-Temporal do Uso da Terra em Parte do Semiárido Cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 28, 2004, 393-401.

ANDRADE PINTO, L. V.; DE ROMA, T. N.; DE CARVALHO BALIEIRO, K. R. Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno. **CERNE**, vol. 18, núm. 3, julio-septiembre, 2012, pp. 495-505 Universidade Federal de Lavras Lavras, Brasil

ANSELMO, Marcelo Ferreira. **Análise temporal da relação entre uso e ocupação do solo e situação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais, na bacia hidrográfica do rio São José dos Dourados, SP.**2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARAGÃO, R. de; ALMEIDA, JAP de. Avaliação espaço temporal do uso do solo na área da bacia do Rio Japarutuba–Sergipe através de imagens LANDSAT. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 14, p. 1231-1238, 2009.

ARAÚJO, L. E. de; et al. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 8, n. 1, 2009.

ARAÚJO FILHO, M. da C.; MENESES, P. Ro.; SANO, E. Eyji. Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 2, p. 171-179, 2007.

AQUINO, C. M. S.; OLIVEIRA, J. G. B. Estudo da dinâmica do índice de vegetação por diferença normalizada (ndvi) no núcleo de São Raimundo Nonato-PI. **GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)**, n. 31, p. 157-168, 2012.

BARBOSA NETO, M. V.; SILVA, C. B. da; ARAÚJO FILHO, J. C.; ARAÚJO, M. S. B.; BRAGA, R. A. P. Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Natuba, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, V. 05, 2011. 961-973.

BARROS, de O. K. et al. Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 5, n. 2, 2013.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 9ª edição, São Paulo: Ícone, 2014.

BORGES, L. A. C. **Aspectos técnicos e legais que fundamentam o estabelecimento das áreas de preservação permanente (APP)**. 210 f. 2008. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)-Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 153-192, 1999.

BRASIL. **Lei n.º 4.771 de 15 de setembro de 1965**. Institui o Novo Código Florestal (revogada pela Lei 12.651, de 25 de maio de 2012). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm>. Acesso em 06 de jun. de 2013.

BRASIL. 2012. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Código Florestal. Lei n.º 12.651 de 25 de maio de 2012**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 01 ago. 2018.

CPRH, Agência Estadual de Meio Ambiente. **Grupo de pequenos rios litorâneos – GL2. In: Relatório de monitoramento da qualidade da água de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco**. Diretoria de gestão territorial e recursos hídricos, governo de Pernambuco, 2016.

CARVALHO, C. M. et al. Avaliação de impacto ambiental em nascentes do Alto Camaquã a partir de uma análise multivariada. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 6, n. 1, p. 202-212, 2015.

CARVALHO, R. G. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 26-43, 2014.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, Patrícia Helena. Bacia Hidrográfica–Conceitos e Importância como Unidade de Planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP-Brasil. **Revista Eletrônica AGB-TL**, n. 12, p. 101-124, 2010.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2002. **Resolução N° 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>. Acesso em: 13 mar. 2018

COUTINHO, L. M. et al. Usos da Terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na Bacia do Rio do Prata, Castelo - ES. **Floresta e ambiente**. 20 (4), 425-43, 2013.

CRUZ, Z. Q. da; RIBEIRO, G; P. Ensaio de segmentação e classificação digital de imagens cbers utilizando o sistema spring em uma unidade de conservação ambiental. estudo de caso: parque nacional da serra dos órgãos (parnasos). Trabalho apresentado no **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**, realizado em Recife, PE, 2008. Disponível em:http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOII_CD/Organizado/sens_foto/023.pdf. Acesso em: out. 2019

DA SILVA, H. R. A. B. Impactos sócio-ambientais nas proximidades do estuário do rio Jaboatão. **7° Encontro Internacional das Águas**. Série Encontro das Águas, n. 7. 3ª Edição. Recife, 2014.

DA SILVA, L. A. P.; LEITE, M. R.; DE MAGALHÃES FILHO, R. Geotecnologias aplicadas ao mapeamento da evolução geográfica dos sistemas de usos da terra da bacia do rio jatobá. **Revista Geotemas**, v. 7, n. 2, p. 93-108, 2017.

DA SILVA, L. F. et al. MONITORAMENTO TEMPORAL DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL. **GEOFRONTER**, v. 2, n. 1, 2016.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L.. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo–SP usando imagens LANDSAT-5. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 21, 2011.

DE AZEVEDO, R. E. S.; DE OLIVEIRA, V. P. V. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente–APPs–urbanas. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 29, 2014.

DE PAULA, Makele Rosa; CABRAL, João Batista Pereira. Uso de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na caracterização do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Caçu–GO. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 6, p. 127-139, 2012.

FENGLER, F H. et al. Qualidade ambiental dos fragmentos florestais na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim entre 1972 e 2013. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 402-408, 2015.

FRANCO, Gustavo Barreto et al. DELIMITAÇÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTE E IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITO COM USO DO SOLO URBANO EM ILHÉUS–BA. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 37, 1969.

GIUNTI, Otavio Duarte et al. Análise e diagnóstico ambiental: adequações ao novo código florestal–um estudo de caso. **Revista Agrogeoambiental**, 2014.

GOMES, S. C. et al. **Diagnóstico ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE**. Recife: UFPE, 2005. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

GRUPO DE TRABALHO DO CÓDIGO FLORESTAL; SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA (SBPC); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIÊNCIAS (ABC). Código florestal e a ciência: contribuições para o diálogo. São Paulo: **SBPC**, 2011. Disponível em: http://www.sbpnet.org.br/site/publicacoes/outras-publicacoes/CodigoFlorestal__2aed.pdf. Acesso em: 20 de outubro de 2019

HASSLER, Márcio Luís. A importância das Unidades de Conservação no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, p. 79-89, 2005.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., Rio de Janeiro, 2013.

KALISKI, Aline Duarte; FERRER, Tânia Rodrigues; LAHM, Regis Alexandre. Análise temporal do uso do solo através de ferramentas de geoprocessamento-estudo de caso: município de Butiá/RS. **Para Onde!?**, v. 4, n. 2, 2009.

LEITE, M. E. et al. Monitoramento da dinâmica no uso do solo urbano de Montes Claros/MG por imagens de alta resolução espacial. **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 15, p. 172-180, 2014.

LENGLER, C.; STAMM, C.. Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento: Uma Questão Conceitual ou Legal. **Informe Gepec**, v. 16, n. 1, p. 60-75, 2012.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. Oficina de textos, 2016

MACHADO, L. F. et al. Análise do uso e ocupação do solo e suas implicações ambientais: estudo de caso da sub-bacia hidrográfica do Córrego Pararangaba, São José dos Campos-SP. **Anais do COBRAC 2016** - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016.

Martins, R. D. BRA-74: **Devastação diminui, mas só restam 6,98% da Mata Atlântica no País**. Jornal NH - Novo Hamburgo/RS, dezembro, 2006. Disponível em:<<http://www.premioreportaje.org/article.sub?docId=23793&c=Brasil&cRef=Brasil&year=2007&date=diciembr e 2006>>. Acesso em: 08 out. 2018.

MENESES, P. R. et al. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB, p. 01-33, 2012.

MOREIRA GOMES, P.; DE MELO, C.; DO VALE, V. S. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM NASCENTES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA-MG: ANÁLISE MACROSCÓPICA. **Sociedade & Natureza**, vol. 17, núm. 32, junho, 2005, pp. 103-120 Universidade Federal de Uberlândia Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

MOREIRA, Taís Rizzo et al. Confronto do uso e ocupação da terra em APPs no município de Muqui, ES. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 141-152, 2015.

MOREIRA, Helena Alves et al. **Diagnóstico da qualidade ambiental da Bacia do Rio Jaboatão: sugestão de enquadramento preliminar**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

MOURA-BUENO, J. M. et al. Erosão em áreas de encosta com solos frágeis e sua relação com a cobertura do solo. **Scientia Agraria**, v. 19, n. 1, p. 102-112, 2018.

NASCIMENTO, MC do et al. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 12, p. 16-21, 2005.

OLIVEIRA, G.; et al. **Ranking do saneamento**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2018.

PATRÍCIO, M. B.; COUTO, E. V. do. UTILIZAÇÃO DE SIG LIVRE NO ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIAGNÓSTICO MUNICIPAL DAS MATAS CILIARES, DE CALIFÓRNIA-PR. **Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino**, v. 8, n. 3, p. 160-168, 2018.

PERAZZOLI, Mauricio; PINHEIRO, Adilson; KAUFMANN, Vander. Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do Ribeirão Concórdia-SC. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 859-869, 2013.

PEREIRA, João Antonio dos Santos. **Impacto da chuva no comportamento dos índices físicos para classificação do uso da terra no submédio do São Francisco**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

RAMALHO, A. M. F.; MELLO, G. M. S. de; CAVALCANTI, M. A. de H. **A vez do oeste metropolitano: planejamento ou oportunidade?** Breve leitura sobre o planejamento oeste da Região Metropolitana do Recife. SOUZA, Maria Ângela de Almeida; BITOUN, Jan (Orgs.), 2015.

RIBEIRO, A. M.; PASQUALETTO, A.; GARÇÃO, A. L.. PROPOSTA DE PLANO DE RECUPERAÇÃO DA MATA CILIAR DO RIO DO PEIXE-MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DE GOIÁS-GO. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 761-781, 2018.

RIZZI, R.; FONSECA, E. da. **Análise da variação espacial e temporal do NDVI no Estado do Rio Grande do Sul através de imagens AVHRR**. Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto, v. 10,p. 1735-1737, 2001.

RUDORF, B. **Introdução ao sensoriamento remoto. Apresentação de Slides. 5º Seminário de Sensoriamento Remoto, Interpretação e Processamento de Imagens de Satélite.** Cachoeira Paulista, São Paulo, 2008. Disponível em: [www.dgi.inpe.br/ndc/.../ Bernardo / Introducao _SR-s24112008.pdf](http://www.dgi.inpe.br/ndc/.../Bernardo/Introducao_SR-s24112008.pdf) . Acesso em: agosto de 2019.

SALOMÃO, FX de T. et al. Controle e prevenção dos processos erosivos. **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**, v. 5, p. 229-265, 1999.

SANTOS, G. O., HERNANDEZ, F. B. Uso do solo e monitoramento dos recursos hídricos no córrego do Ipê, Ilha Solteira, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 60-68. 2012.

SILVA, JLG et al. Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS. **In: XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica.** Puerto Iguazú. Anais... Luján: Editorial Universidad Nacional de Lujan. 2017. p. 2161-2172

SILVA, J. B. da. **Condições ambientais da mata ciliar do Rio Piquiri**, Pedro Velho/RN. 2016.

SILVA, D. G. et al. Análise Espaço-Temporal do Uso e Cobertura da Terra no Município de Exu, PE. **Clio Arqueológica**. V.31, n.3, 2016, 193-210.

Silva, A. M. da et al. Análise espaço-temporal da cobertura do solo em faixas de áreas de preservação permanente (APPs) no município de Sorocaba, SP, Brasil **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, vol. 4, núm. 2, 2009, pp. 147-155 Universidade de Taubaté Taubaté, Brasil

SILVA, F. B. R. et al. Zoneamento agroecológico do estado de Pernambuco. **Recife: Embrapa solos-Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento-UEP Recife: Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária)**, 2001.

SPAROVEK, G.; BARRETTO, A.; KLUG, I.; PAPP, L.; LINO, J. A revisão do código florestal brasileiro. **Novos estudos CEBRAP**, 2011, p. 111-135.

S.O.S. Florestas. **Código Florestal: entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental**. 2011. Disponível em:

<http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/cartilha_codigoflorestal_20012011.pdf> .

Acesso em 20 de outubro de 2019.

TUCCI, C. E. **Inundações urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.

VICTORIA, D. de C.; HOTT, M. C.; MIRANDA, E. E.. Delimitação de áreas de preservação permanente em topos de morros para o território brasileiro. **Embrapa Territorial-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2008.

VIEIRA, M. M. et al. Delimitação das áreas de preservação permanente do terço superior de topo de morro, para as microrregiões sudoeste serrana, litoral norte e extremo norte do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 142-151, 2011.