

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO USO DA TERRA E DE ÁREAS DE  
PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE BACIA HIDROGRÁFICA NA ZONA DA  
MATA PERNAMBUCANA, NORDESTE DO BRASIL**

Deivid Damião Roque **de Souza**<sup>1</sup>, Izabelly Victoria Alves **de Oliveira**<sup>2</sup>, Manuella Vieira  
**Barbosa Neto**<sup>3</sup>, Marcelo Ricardo Bezerra **de Miranda**<sup>4</sup>.

(1 – Universidade Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0003-1370-3787>, [deivid.roque@ufpe.br](mailto:deivid.roque@ufpe.br); 2 – Universidade Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0002-7966-5704>, [izabelly.oliveira@ufpe.br](mailto:izabelly.oliveira@ufpe.br); 3 – Instituto Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0003-1859-6183>, [manuelaneto@recife.ifpe.edu.br](mailto:manuelaneto@recife.ifpe.edu.br); 4 – Instituto Federal de Pernambuco, <https://orcid.org/0000-0002-5782-3126>, [marcelomiranda@recife.ifpe.edu.br](mailto:marcelomiranda@recife.ifpe.edu.br))

**Resumo:** O uso da terra marca a relação do homem com a natureza, sendo geralmente responsável pelo desequilíbrio ambiental em diversos sistemas. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise espaço-temporal do uso da terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE entre os anos de 1986, 2004 e 2018. Dentre os procedimentos metodológicos, empregaram-se técnicas de Sensoriamento Remoto e trabalhos de campo para mapear as classes de uso da terra e as APP na área de estudo. Realizou-se o cruzamento dos dados de uso da terra das APP com os de uso da terra para verificar se existiam usos incompatíveis com a sustentabilidade ambiental. Verificou-se o aumento da área urbana em detrimento de lavoura temporária e área florestal; identificou-se que, em 80% das áreas de APP, o uso da terra não condiz com o previsto na legislação ambiental. Dessa forma, são recomendadas ações pautadas nos princípios da sustentabilidade que visem à conservação dos recursos naturais respeitando, assim, a legislação e o equilíbrio socioambiental.

**Palavras-chave:** Preservação ambiental; Problemas ambientais; Sensoriamento remoto; Sustentabilidade.

**SPACE-TIME ANALYSIS OF LAND USE AND PERMANENT PRESERVATION  
AREAS IN ZONA DA MATA RIVER BASIN IN PERNAMBUCO, NORTHEAST  
BRAZIL**

**Abstract:** The use of land marks the relationship between man and nature, which is usually responsible for the environmental imbalance in many systems. This article aims to carry out a space-time analysis of land use in the area of Jaboatão River basin in Pernambuco in the years 1986, 2004 and 2018. Among the methodological procedures, Remote Sensing techniques and field work were used to map classes of land use and PPA in the study area. A crossing of PPA data with land use data was carried out to verify if there were incompatible uses with environmental sustainability. There was an increase in the urban area at the expense of temporary agriculture and forest area; it was identified that, in 80% of the PPA areas, land use does not comply with the provisions of environmental legislation. Therefore, actions based on the principles of sustainability are recommended, with a view to the conservation of natural resources, thus respecting legislation and socio-environmental balance.

**Keywords:** Environmental preservation; Environmental Problems, Remote Sensing; Sustainability.

### **ANÁLISIS ESPACIO-TEMPORAL DEL USO DEL SUELO Y ÁREA DE CONSERVACIÓN PERMANENTE EM LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE LA ZONA DA MATA EM PERNAMBUCO, NORDESTE DE BRASIL**

**Resumen:** El uso del suelo marca la relación entre el hombre y la naturaleza, siendo generalmente responsable del desequilibrio ambiental en varios sistemas. Este artículo tiene como objetivo realizar un análisis espacio-temporal del uso del suelo en el área de la cuenca hidrográfica del río Jaboatão en Pernambuco, en los años 1986, 2004 y 2018. Entre los procedimientos metodológicos, se han usado las técnicas de teledetección y trabajos de campo para mapear clases de uso del suelo y las ACP en el área de estudio. Se realizó un cruce de datos de ACP con datos de uso del suelo para verificar si existían usos incompatibles con la sostenibilidad ambiental. Hubo un aumento en el área urbana a expensas de la agricultura temporal y del área forestal; Se identificó que, en el 80% de las áreas de ACP, el uso del suelo no cumple con las disposiciones de la legislación ambiental. Así, se recomiendan acciones basadas en los principios de la sostenibilidad, orientadas a la conservación de los recursos naturales, respetando así la legislación y el equilibrio socioambiental.

**Palabras-clave:** Preservación Ambiental; Problemas ambientales; Teledetección; Sostenibilidad.

## Introdução

As intervenções humanas no meio físico podem ser nocivas ao meio ambiente quando não acompanhadas de um planejamento adequado que respeite as limitações e potencialidades do meio físico. Historicamente, essas ações tendem a ser negativas, haja vista que diversas atividades econômicas são responsáveis pela supressão de floresta nativa e rompem o equilíbrio ambiental no meio físico (OLIVEIRA; AQUINO, 2020).

A demanda e a preocupação com o uso responsável dos recursos naturais no país impulsionaram o surgimento e o crescimento das pesquisas ambientais que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de análise (ROSA; FERREIRA, 2022). Desse modo, Gomes, Bianchi e Oliveira (2021) propõem que a utilização da bacia hidrográfica como unidade de análise contribui para aprimorar os estudos sobre hidrologia urbana, facilitando a detecção de eventos como enchentes e enxurradas. Isso permite otimizar a compreensão desses fenômenos e suas consequências.

O uso inadequado dos recursos naturais nas bacias hidrográficas brasileiras tem acarretado uma série de complicações, tais como a ocorrência de secas em regiões não usualmente afetadas, enchentes cada vez mais frequentes, assoreamento, diminuição da capacidade produtiva do solo, comprometimento da qualidade da água e outros problemas ambientais (GOUVEA; NUCCI; LIBERTI, 2021).

Estudos apontam para a redução da cobertura vegetal no contexto das bacias hidrográficas urbanas. Nesse sentido Chang e Pinheiro (2021) em estudo realizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Cambé, em Londrina, Paraná, concluíram que a redução da cobertura vegetal estava ligada a expansão da urbanização. Outro estudo que segue por esse diapasão foi produzido por Mendes e Costa (2022) na Bacia do Alto Rio das Velhas, afluente do rio São Francisco localizado em Minas Gerais, onde foi demonstrado o aumento de áreas urbanizadas em detrimento da vegetação natural no período entre os anos de 1985 e 2019. E no contexto da bacia hidrográfica do rio Jaboatão - PE, área de estudo dessa pesquisa, Souza *et al.* (2019) indicaram que houve redução de 15,23% da vegetação de esparsa a densa e crescimento de 14,06% da vegetação de rala a esparsa entre os anos de 1986 a 2018. Os processos de urbanização, industrialização e desmatamento podem acelerar os processos erosivos e a degradação ambiental (ZHANG *et al.*, 2021).

O Código Florestal Brasileiro estipula que existem áreas onde deve haver a manutenção da vegetação nativa para que ela desempenhe seu papel de preservar os recursos naturais, sendo eles relacionados com os recursos hídricos, a estabilidade da geologia, o banco genético de

fauna e flora, preservação do solo e o bem-estar das diferentes populações humanas. Essas são as Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

O Código Florestal Brasileiro sofreu algumas alterações ao longo do tempo, sendo a última em 2012, que substituiu a Lei n.º 4.771, pelo Novo Código Florestal, Lei n.º 12.651 (BRASIL, 2012), com algumas alterações dadas pela Lei n.º 12.727 que promoveu uma série de modificações especialmente nas áreas de proteção permanente (GIUNT *et al.*, 2014). Em Pernambuco a gestão das APP é realizada pela lei 11.206 de março de 1995 que dispõe da política florestal de Pernambuco, que foi atualizada a luz do no Código Florestal Brasileiro pela Lei 15.652 de 2015, e definiu mecanismos de compensação e fiscalização para as APP (PERNAMBUCO, 2015).

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°, matas ciliares, topo de morro e manguezal. Essas áreas em uma bacia hidrográfica são importantes para a manutenção do ciclo hidrológico e a estabilidade do sistema. Nas APP, 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 (GEMINIANO; SOARES; PINTO, 2021).

A degradação ambiental enquanto produto do capitalismo chegou a um patamar que põe sob risco a manutenção do sistema, em que as consequências manifestadas em forma de perda da produtividade do solo, secas, inundações, etc., abre espaço para o debate da problemática ambiental (SANTANA; NUNES, 2021). Dessa forma, a Organização das Nações Unidas (ONU) adotou em 2015 a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, onde os Estados membros devem adotar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que possuem 17 objetivos, 169 metas e mais de 300 indicadores visando a sustentabilidade no desenvolvimento econômico (MAIA; LEITE, 2022).

Segundo Jiang *et al.* (2021), é importante identificar a distribuição espacial das áreas ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra e os dados sobre as mudanças de uso e cobertura da terra para facilitar as ações de planejamento do uso dos recursos naturais, e a tomada de decisão. Dessa forma, é sempre necessário atualizar os registros.

As geotecnologias, e em especial o Sensoriamento Remoto, se destacam como ferramentas para o monitoramento e fiscalização, que permitem mapeamentos rápidos, de qualidade e baixo custo de produção. Além disso, propiciam a criação e aplicação de políticas

públicas de cunho ambiental que busquem a proteção do meio físico natural e a recuperação de áreas degradadas (ANDRADE *et al.*, 2022). As geotecnologias têm sido amplamente utilizadas para o mapeamento de APP's, havendo diversos artigos que fazem o monitoramento das áreas de preservação permanente dentro do contexto do uso e ocupação da terra, a exemplo de Coutinho *et al.* (2013), Silva e Rosa (2019), França *et al.* (2022); Pereira, Machado e Andrade (2023).

Haja vista a importância do planejamento estratégico da produção do espaço geográfico nas bacias hidrográficas, o objetivo deste artigo é realizar uma análise espaço-temporal do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Jaboatão para os anos de 1986, 2004 e 2018. A análise realizou-se por meio do sensoriamento remoto como técnica principal para o mapeamento do uso da terra e determinação das Áreas de Preservação Permanente (APP) e trabalhos de campo foram utilizados para validação dos dados.

## **Material e Métodos**

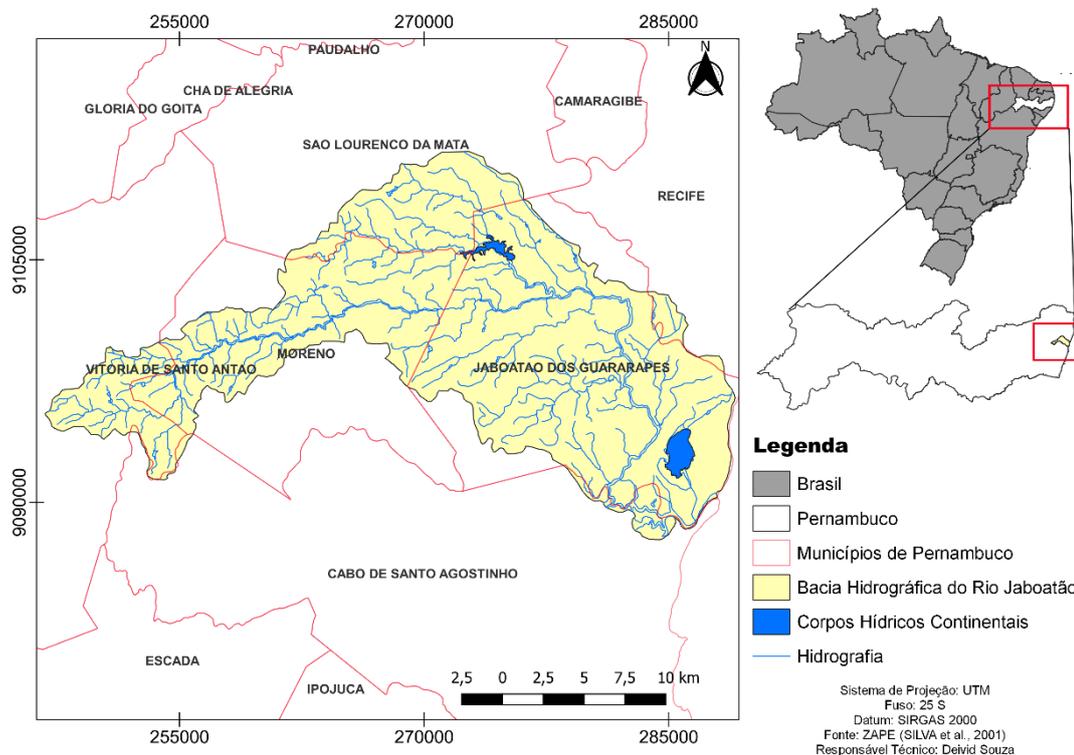
### *Caracterização da Área de Estudo*

A Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão-PE abrange os municípios de Cabo de Santo Agostinho (27 km<sup>2</sup>), Jaboatão dos Guararapes (225 km<sup>2</sup>), Moreno (98 km<sup>2</sup>), Recife (4 km<sup>2</sup>), São Lourenço da Mata (46 km<sup>2</sup>) e Vitória de Santo Antão (42 km<sup>2</sup>) – Figura 1. Estima-se uma população em torno de 450.000 habitantes, a maior parte residente em áreas urbanas (CPRH, 2017).

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 Mangue (SILVA *et al.*, 2001). A vegetação natural da área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE é a Mata Atlântica que sofreu muitas alterações ao longo do histórico da ocupação antrópica.

A bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE tem o clima tropical quente e úmido, com maiores índices pluviométricos ocorrendo entre os meses de abril e julho segundo dados coletados no Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande no endereço eletrônico (DCA, 1911-1990).

**Figura 1** - Mapa de localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão no litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco



Fonte: Silva *et al.* (2001). Elaboração dos Autores.

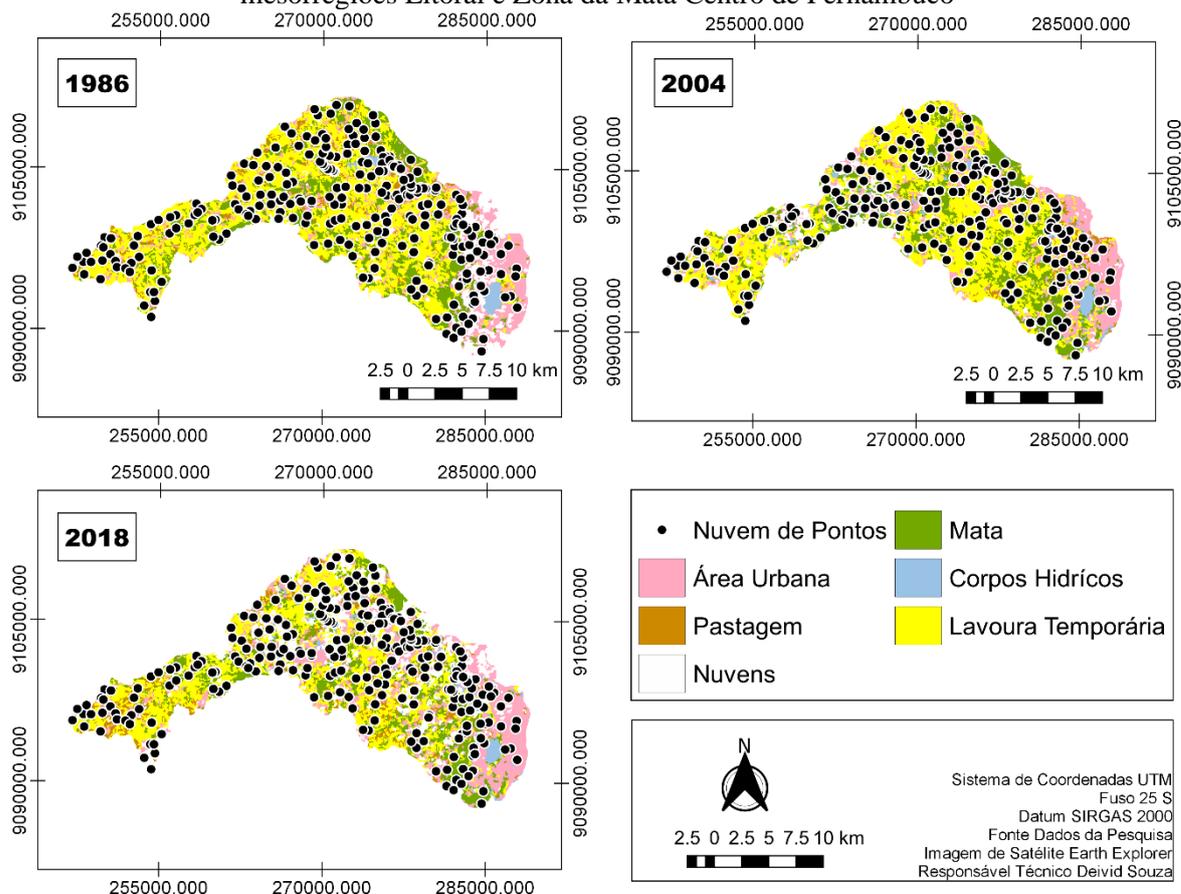
### *Procedimentos metodológicos*

A análise da evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE entre os anos de 1986, 2004 e 2018, foi realizada em três etapas, onde, a primeira consistiu no mapeamento do uso da terra nessa bacia hidrográfica, a segunda foi a delimitação das áreas de preservação permanente e a terceira foi o cruzamento das classes de uso com as APP nos anos estipulados.

Para mapear os usos da terra na área de estudo, realizou-se o download de imagens de satélite Landsat 5 e Landsat 8 dos anos de 1986 (16/06/1986), 2004 (19/07/2004) e 2018 (23/05/2018), no site Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), onde o principal critério utilizado para escolha das imagens foi de menor cobertura de nuvens possível para os anos analisados. Realizaram-se os procedimentos de fusão das bandas R4, G5 e B3 do Landsat 5; e R5, G6 e B4 do Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros, onde, 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.

O procedimento de classificação supervisionada realizou-se no software Spring disponibilizado pelo *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE). A classificação utilizada foi por regiões, sob o algoritmo *Bhattacharya*, que classifica por região baseando-se nos segmentos treinados pelo operador do Sistema de Informação Geográfica (SIG) (MENESES; ALMEIDA, 2012). A classificação das imagens realizou-se no software Spring. Para auxiliar na classificação supervisionada, foi feita uma nuvem de pontos com dados coletados no ambiente do Google Earth Pro e em Cartas Topográficas disponibilizadas pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e trabalhos de campo (Figura 2). Os dados da nuvem de pontos também foram utilizados para complementar os dados de uso da terra ocultados por nuvens, haja vista que a área de estudo se encontra em uma área de alta nebulosidade.

**Figura 2-** Espacialização de 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, nas mesorregiões Litoral e Zona da Mata Centro de Pernambuco



Fonte: Dados da Pesquisa.

Com o intuito de delimitar as APP das áreas de nascentes, foi adaptada a metodologia desenvolvida por Coutinho *et al.* (2013); 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 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 Coutinho *et al.* (2013) e realizado um *buffer* no QGIS considerando as larguras das drenagens e os parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 12.651 (BRASIL, 2012) e a Resolução n.º 303 (CONAMA, 2002).

Nas encostas com declividade superior a 45°, adaptou-se a metodologia desenvolvida por Coutinho *et al.* (2013), em que o Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Corrigido (MDEHC), gerado com a ferramenta *Fillsinks*, foi utilizado para gerar o mapa de declividade na ferramenta do QGIS “declividade”. Com o mapa de declividade, utilizou-se a ferramenta *Slicer* para fatiar e reclassificar o mapa de declividade seguindo os parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 12.651/2012) e a Resolução n.º 303.

Para delimitar as APP de topo de morro, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Silva *et al.* (2017), em que o MDEHC gerado pela ferramenta *Fillsinks* 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, extraíram-se as declividades do MDEHC pela ferramenta “declividade”, a declividade foi transformada em vetor para a execução da ferramenta *Zonal Statistics*. Em seguida, identificaram-se as áreas onde Declividade  $\geq 25$  graus e Amplitude  $\geq 100$  m por meio da ferramenta “extractbylocation”, predicado “equal”. Por fim, calculou-se 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 às APP de topo de morro. Para finalizar o mapeamento das APP, todas as camadas geradas nos processos anteriores foram vetorizadas e dissolvidas no QGIS, recorte e mapeamento geral dos usos da terra nas Áreas de Proteção Permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboação-PE.

A última etapa consistiu no mapeamento do uso da terra nas APPS da bacia hidrográfica do rio Jaboação-PE para os anos de 1986, 2004 e 2018. Onde, foi realizado o procedimento de corte das classes de uso da terra a partir da ferramenta “Recortar raster pela camada mascara...” do QGIS, onde os dados de entrada foram os mapas de uso da terra, e a camada máscara foram

as APP gerais da bacia hidrográfica, obtendo-se como produto os mapas gerais de usos da terra nas Áreas de Proteção Permanente da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE.

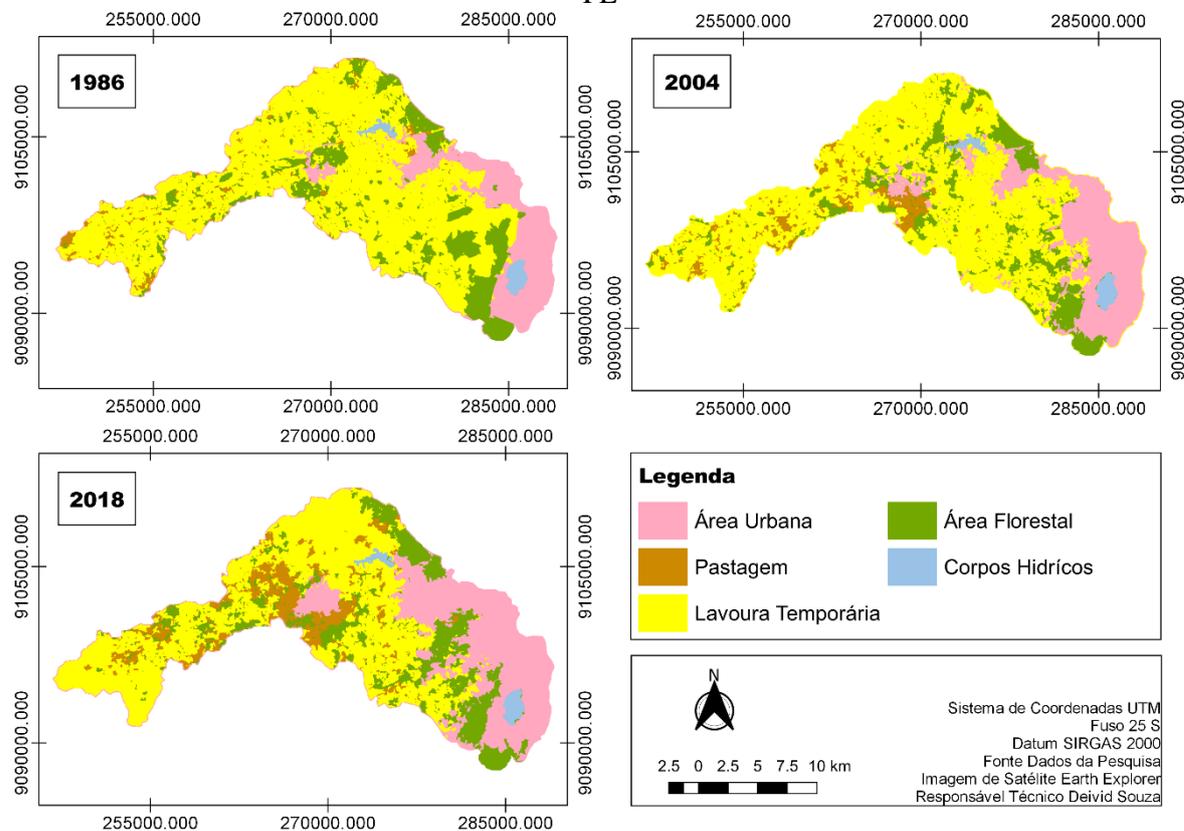
Para validação dos dados obtidos pelo mapeamento realizado com técnicas de Sensoriamento Remoto, realizaram-se entre os anos de 2018 e 2019 quatro trabalhos de campo, em que foram coletados dados em 221 pontos georreferenciados ao longo da bacia. Buscou-se obter informações acerca do uso atual da terra, estado da vegetação e realizar uma comparação entre o uso atual e o preconizado pela legislação ambiental de APP entre outras.

**Resultados e Discussão**

*Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE*

Na Figura 3, encontra-se o mapeamento da evolução espaço-temporal do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE dos anos 1986, 2004 e 2018. Mapearam-se as classes de uso da terra: Área Urbana, Pastagem, Área Florestal, Lavoura Temporária e Corpos Hídricos.

**Figura 3** – Mapa da evolução espaço-temporal do uso da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE



Fonte: Dados da pesquisa.

Ao analisar os resultados obtidos na Tabela 1, 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 1970, incluindo Jaboatão, Moreno e São Lourenço da Mata desde o seu princípio, e no elevado crescimento econômico da Região Metropolitana a partir da década de 1990 que aumentou a importância econômica de municípios como Jaboatão dos Guararapes e Cabo de Santo Agostinho (RAMALHO; MELLO; CAVALCANTI *et al.*, 2015).

**Tabela 1-** 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; MELLO; CAVALCANTI, 2015). Uma parte significativa das cidades brasileiras teve seu núcleo inicialmente estabelecido em proximidade a canais fluviais, que durante muito tempo desempenharam não apenas o papel de via de acesso e fonte de água, mas também como local de descarte de resíduos (COSTA, 2023).

Segundo Peixoto e Silveira (2017), a impermeabilização do solo no ambiente urbano é um dos principais problemas que levam à diminuição da infiltração de água nas bacias hidrográficas em ambientes urbanos. 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, o volume e a velocidade da água cresce, e sem ter por onde se infiltrar, aumenta o escoamento superficial, e o processo de formação de ravinas e voçorocas se acelera (MACHADO, VALÉRIO FILHO; RIBEIRO, 2016).

Com relação à classe de lavoura temporária, houve uma redução de 12,74% no período analisado, e essa diminuição pode ser associada ao aumento das áreas urbanas (9,44%) e das áreas de pastagem (5,41%) – Tabela 1. Na Figura 3, observa-se a representatividade dessa classe na área em estudo, sendo a mais representativa, estando essa lavoura associada, sobretudo, a grandes plantios de cana-de-açúcar, uma cultura histórica em Pernambuco.

Segundo o IBGE (2013), as culturas temporárias são as que têm ciclo de curta e média duração, de modo geral, inferior a um ano, e 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, Pinheiro e Kaufmann (2013) concluíram que, em um cenário de agricultura, a produção de sedimentos é maior que em cenário de mata nativa e de pastagem.

A pastagem apresentou mudanças significativas no período entre 2004 e 2018, demonstrando um aumento de 5,25% (Tabela 1) 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 criam-se caminhos preferenciais para o escoamento superficial aumentando o risco de erosão (BRIZZI *et al.*, 2019). Através da modelagem Zhang *et al.* (2021) concluíram que a conversão de lavouras e áreas florestais em pastagem tende a intensificar os processos erosivos.

A área florestal que, em 1986, representava 19,24% da área estudada, apresentou uma redução de 2,11% no período de trinta e dois anos. Isso pode estar relacionado com o aumento da pressão das áreas urbanas sobre as áreas de vegetação nativa. Barros *et al.* (2013) realizaram uma análise temporal de dez 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 km<sup>2</sup> em um período de dez 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, se reduziram 6,66 km<sup>2</sup> de área florestal, e em números relativos, reduziu-se 1,79% da área total da bacia hidrográfica do rio Jaboaão.

A vegetação é importante para a manutenção do ciclo hidrológico em um sistema aberto, pois melhora a infiltração da água no solo e diminui significativamente o risco de erosão em razão de sua proteção direta contra o impacto das gotas de chuva, interceptação 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, permanecendo 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, com

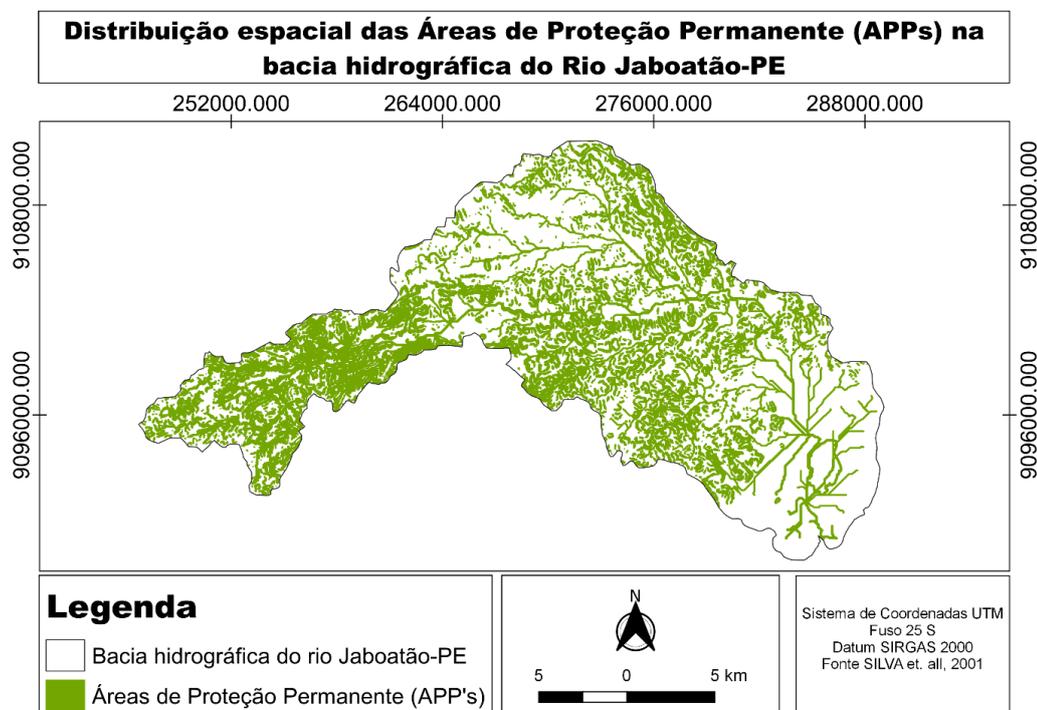
o reservatório de Tapacurá (bacia hidrográfica do rio Capibaribe), são responsáveis por quase 60% do abastecimento da Região Metropolitana do Recife (GOMES, 2005).

Pelas alterações promovidas no uso da terra da área em estudo, seus recursos hídricos podem estar sendo direta ou indiretamente impactados, seja por meio da poluição, seja por meio do aumento dos sedimentos e da vasão da água. Diante disso, é importante a realização de um planejamento estratégico nessa área que observe o indicado no objetivo de número 6 dos ODS, onde se afirma que se deve garantir a disponibilidade e o manejo sustentável da água com saneamento básico para todos, tornando-se importante a promoção de políticas públicas de pagamento por serviços ambientais para se buscar o equilíbrio ambiental e o desenvolvimento sustentável (GARCIA; LONGO, 2021).

#### *Uso e ocupação da terra nas 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 km<sup>2</sup>, ou seja, 63% da área de estudo devem ser destinados a ser APP, e essa representatividade pode ser vista na Figura 4.

**Figura 4** - Distribuição espacial das Áreas de Proteção Permanente (APPs) da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão-PE



Fonte: Dados da pesquisa.

No cruzamento dos dados das APP com os das classes de uso e ocupação da terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE, pôde-se indicar o conflito de uso da terra nas APP dos

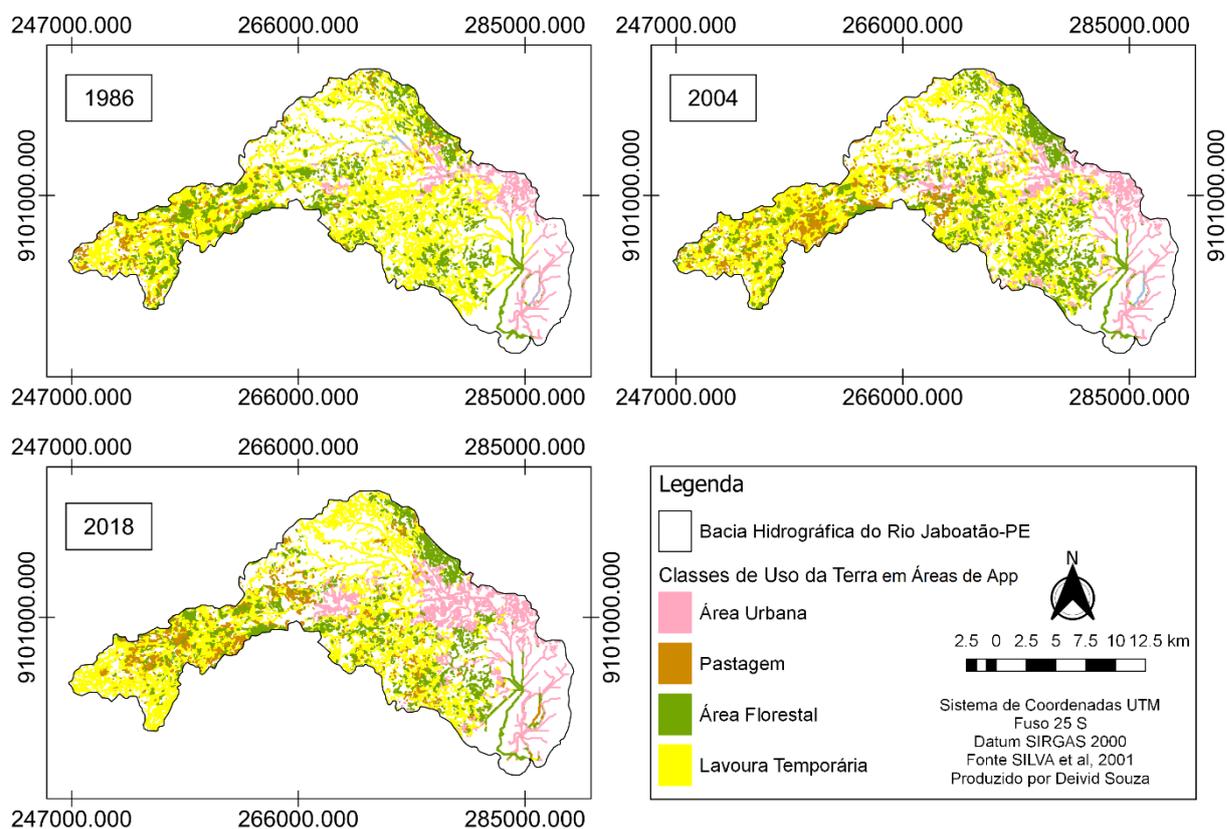
anos de 1986, 2004 e 2018 (Tabela 2) e (Figura 5), pois foram identificadas classes de Área Urbana, Lavoura Temporária e Pasto em áreas destinadas à Área Florestal conforme a legislação prevê desde 1965.

**Tabela 2** - Classes de uso da terra nas APP 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.

**Figura 5** - 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 nas áreas de APP cresceu 8,86% ao longo dos trinta e dois anos analisados (Tabela 2). Em análise temporal, Silva *et al.* (2009) encontraram um crescimento contínuo da área urbana em APP no município de Sorocaba-SP, em um 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 (Figura 5).

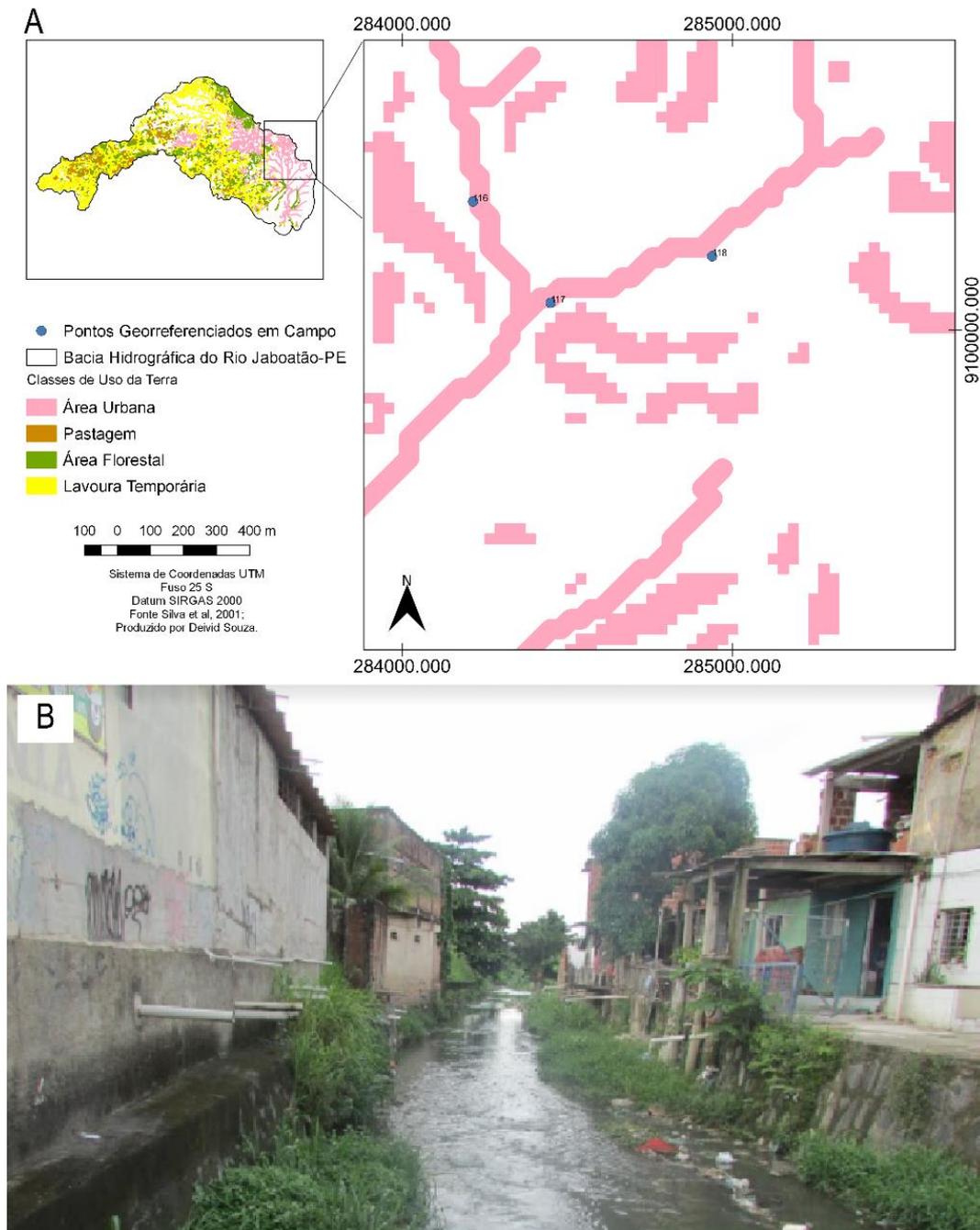
Durante o campo, pôde-se verificar conflito em áreas que deveriam ser destinadas à mata ciliar na forma de APP, contudo, encontram-se canalizadas e em uso urbano residencial, sendo registrado no ponto 117 visualizado nas Figuras 6A e 6B. De acordo com Silva, Mello e Almeida (2019), os canais de drenagem trazem consequências para o ciclo hidrológico, comprometem a qualidade da água e muitas vezes são incapazes de garantir o fim de enchentes ou inundações, configurando-se como modelos de planejamento urbano incapazes de atender às necessidades das gerações atuais e futuras. Nesse sentido, Zhang *et al.* (2015) concluíram que a redução dos espaços verdes urbanos em Pequim, China, entre os anos de 2000 e 2010 tem contribuído para o aumento de riscos de alagamento.

A redução da cobertura vegetal em áreas urbanizadas também pode influenciar negativamente na qualidade de vida, uma vez que a presença da cobertura vegetal pode amenizar a temperatura do ar e aumentar a umidade (OLIVEIRA *et al.*, 2017). Assim, as Áreas Verdes Urbanas desempenham um papel fundamental na sustentabilidade ambiental das cidades, sendo estruturas ecológicas de grande importância. Elas desempenham um papel crucial na mitigação dos efeitos da urbanização, e é essencial que o planejamento adequado seja adotado para preservar a vegetação nessas áreas (ALMEIDA, 2021).

As áreas destinadas à lavoura temporária predominam na área total da bacia, contudo, em 1986, nas áreas de APP, ocupava 59,77%, seguindo a lógica geral da bacia que tinha 57,52% de áreas destinadas a lavouras temporárias nesse mesmo ano (Tabela1). No entanto, 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% em 2018. Apesar de apresentar diminuição em sua área de cobertura, as lavouras temporárias ainda representam grande parte da ocupação das APP da área de estudo. Durante as visitas de campo, verificaram-se locais que deveriam ser destinados à manutenção da cobertura vegetal por serem APP, sendo ocupados com a monocultura canavieira. Isso pode ser observado na Figura 7, que representa o ponto 26.

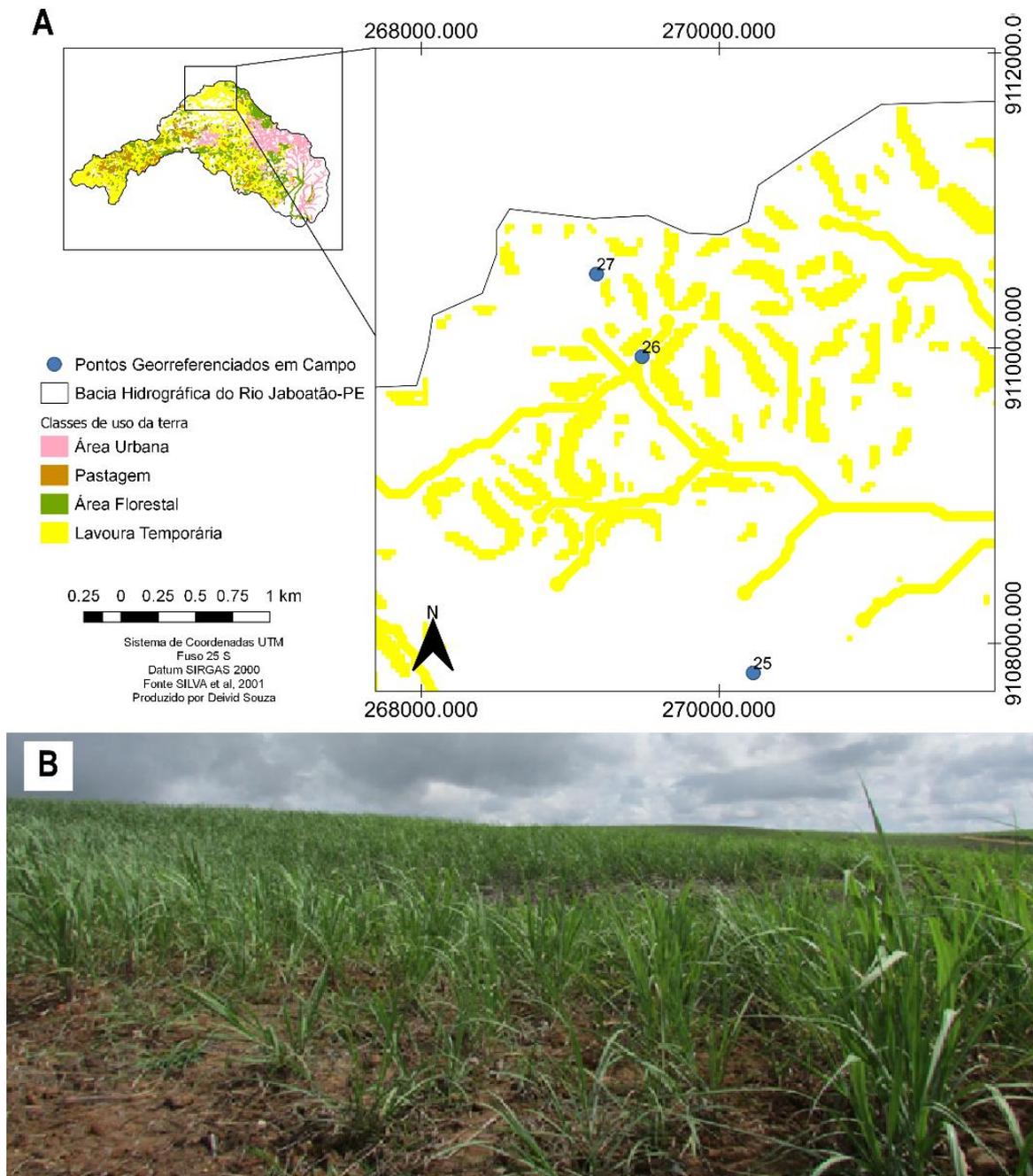
As áreas de pastagem representavam 5,23% em 1986 e, em 2018, representavam 10,22%, apresentando um crescimento de 4,99% no período de trinta e dois anos. Essa tendência de crescimento se apresentou também nas outras áreas da bacia hidrográfica. Silva *et al.* (2016) encontraram em seu estudo mudanças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

**Figura 6 -** 6A – Localização espacial do ponto 117 onde a APP apresenta a classe de uso Área Urbana no município de Jaboatão dos Guararapes-PE localizado na bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. 6B – Ocupação da margem de canal no bairro de Zumbi do Pacheco em Jaboatão dos Guararapes



Fonte: Dados da Pesquisa.

**Figura 7 - 7A** – Localização espacial do Ponto 26 onde a APP apresenta a classe de uso lavoura temporária no município de São Lourenço da Mata-PE. **7B** – Plantação de cana-de-açúcar no ponto 26 em São Lourenço da Mata-PE

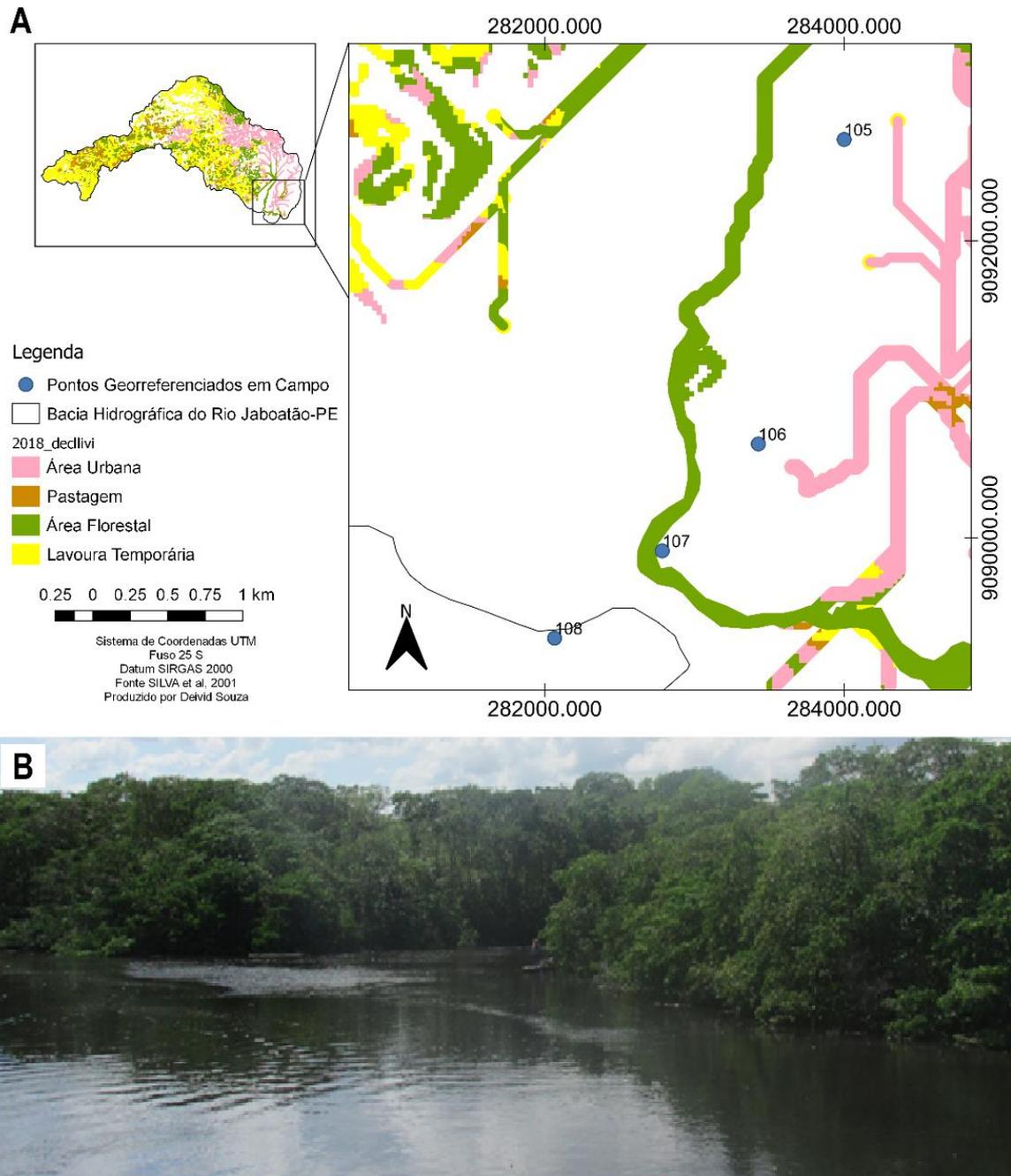


Fonte: Dados da Pesquisa.

As áreas florestais apresentaram mudanças no seu padrão de ocupação nas APP, e essas mudanças representam uma diminuição de 2,23% da área total nas APP da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. Pode-se perceber, contudo, 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. Em campo, pôde-se observar áreas florestais ao longo do curso da bacia. A

Figura 8A apresenta a localização espacial do ponto 107 na bacia. A Figura 8B representa o ponto 107, onde se consegue visualizar uma densa vegetação de mangue próximo ao ponto do estuário da bacia.

**Figura 8 -** 8A – Localização Espacial do Ponto 107 onde a APP apresenta a classe de área florestal no município do Cabo de Santo Agostinho-PE. 8B – Aspecto da Área Florestal (Mangue) no ponto 107 no município do Cabo de Santo Agostinho-PE



Fonte: Dados da pesquisa.

Dessa forma, pôde-se perceber que as APP ocupam 63% da área total da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. Contudo, elas são ocupadas em 80,68% por outros usos que

não deveriam ser utilizados pelo Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 12.651/2012) e a Resolução n.º 303 (CONAMA, 2002). Diante disso, pode-se concluir que, no período de trinta e dois anos, os usos da terra nas APP da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE representaram, em sua maioria, supressão de vegetação para o desenvolvimento de área urbana, lavouras temporárias e atividades agropecuárias.

Essa ocupação majoritariamente relacionada com atividades econômicas, que sem o devido cuidado podem acarretar desequilíbrio ambiental, apresenta conflitos com a legislação ambiental tal qual Pereira, Machado e Andrade (2023) constataram em seu estudo: eram áreas destinadas a APP 70% das áreas do município de Áreia-PB que estavam ocupadas indevidamente.

O conflito de uso nas APP da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE demonstra a emergência do desenvolvimento sustentável no local. O ODS 15 levanta a necessidade da conservação e recuperação dos ecossistemas florestais e da conservação da terra para que haja o desenvolvimento sustentável. Silva e Longo (2018) discutem esse objetivo e concluem que, para a preservação dos recursos naturais ocorrer, é necessário existir a integração dos setores público, privado e a sociedade civil com a finalidade de agregar as ações locais nas diretrizes globais dos ODS por meio de políticas voltadas para realidade local.

A luz do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012) e da Resolução n.º 303 (CONAMA, 2002), percebe-se a manutenção do aumento das classes de uso incoerentes com as APP na área da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE no período entre 1986 a 2018, onde, seguiu-se a mesma tendência das demais regiões da área de estudo, indicando que mesmo com a legislação federal e a atualização em 2015 da política florestal de Pernambuco, Lei 15.652 de 2015, os instrumentos de controle e manutenção das APP não se mostraram eficientes na proteção dessas áreas no período analisado.

Recomenda-se, portanto, que o uso na área da bacia siga as determinações do Código Florestal, pois a falta de preservação das APP pode causar o desequilíbrio ambiental nos recursos naturais. Uma vez que a vegetação cumpre um importante papel para a qualidade ambiental e de vida da população, no contexto das bacias hidrográficas. Dessa forma, para que ações possam ser realizadas de modo mais efetivo, Coutinho *et al.* (2013) recomendam que procedimentos de delimitação e avaliação de APP em ambiente SIG possam ser utilizados para nortear o planejamento ambiental de forma mais efetiva.

## Conclusões

- Ao longo dos trinta e dois anos (1986-2018), houve significativas mudanças no padrão de uso e ocupação de terra na área da bacia hidrográfica do rio Jaboaão, com aumento significativo da área urbana na casa dos 9,44%, e diminuição das áreas florestais no mesmo período, com números de 2,11%. As lavouras temporárias diminuíram no período estudado, sendo substituídas em alguns locais por área urbana e em outros locais pela pastagem, que apresentou um crescimento de 5,25%.
- Historicamente, a classe de uso Lavoura Temporária é a que ocupa a maior área nas APP da bacia hidrográfica do rio Jaboaão-PE, mesmo diminuindo sua área de atuação no período 1986-2018. As áreas urbanas e de pastagem da área de estudo apresentaram tendência de crescimento nesse período, tendo aumentado sua área em 8,86% para as áreas urbanas e 4,99% para a pastagem. Seguindo os critérios do Código Florestal vigente, as APP da bacia hidrográfica do rio Jaboaão-PE são equivalentes a 63% do território. O mapeamento histórico do uso e ocupação das terras nas Áreas de Preservação Permanente demonstra um cenário de conflito de uso em 80% das áreas que deveriam ser reservadas para a preservação da vegetação nativa. Mesmo com a atualização da legislação, constatou-se a manutenção do ritmo de ocupação nas APPs da bacia hidrográfica do rio Jaboaão-PE. Dessa forma, deve ser redobrada a preocupação com a efetividade das medidas de proteção ambiental e a necessidade de uma abordagem mais rigorosa e proativa na conservação dessas áreas vitais para a saúde dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais. É indispensável que ações efetivas sejam implementadas para frear esse processo de ocupação inadequada e assegurar a preservação das APPs para as gerações presentes e futuras.
- A técnica do Sensoriamento Remoto, aliada aos trabalhos de campo, mostrou-se bastante eficiente para o mapeamento do uso e ocupação da terra na área de estudo, uma vez que o trabalho de campo validou os dados que foram obtidos com o uso das ferramentas em ambient SIG. A ferramenta de imagens históricas do Google Earth Pro proporcionou maior confiabilidade nos dados históricos, haja vista que pôde auxiliar na sobreposição das nuvens em uma área de estudo com grande nebulosidade.
- A área da bacia hidrográfica do rio Jaboaão-PE apresenta emergência de ações com relação ao que é recomendado pelo ODS de número 6, relacionado com os recursos hídricos, e o 15 relacionados com a biodiversidade e conservação do solo, demandando políticas públicas que visem atender esses objetivos de maneira efetiva. O uso incorreto

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

## Referências

- Almeida, J. R. (2021). Gestão de áreas verdes e sustentabilidade: estudo de caso a partir dos indicadores de qualidade ambiental urbana. *Paisagem E Ambiente*, 32(48), e183164–e183164. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.paam.2021.183164>.
- Andrade, G. B., Rocha, K. S., Hid, A. R., Dueti, L. S. & Reis, F. S. (2022). Análise espaço temporal das alterações de uso e cobertura da terra na bacia do igarapé São Francisco, Rio Branco-Acre-Brasil (2001–2021). *UÁQUIRI-Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Acre*, 4(2), 139-151. <https://doi.org/10.29327/268458.4.2-9>.
- Aragão, R. & Almeida, J. A. P. (2009, abril). Avaliação espaço temporal do uso do solo na área da bacia do Rio Japarutuba-Sergipe através de imagens LANDSAT. IN: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. (p. 1231-1238), Natal – RN.
- Barros, O. K., Costa, F. R., Oliveira, J. C., Ribeiro, C. A. A. S., Soares, V. P. & Silva, E. (2013). Análise temporal das classes de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do rio Vieira, Montes Claros, Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, 5(2), 43-54. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v5n22013441>.
- Bertoni, J. & Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do Solo* (9ª ed.). São Paulo, SP: Ícone.
- Brasil. (2012). *Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. Recuperado de: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-pl.html>.
- Brizzi, R. R., Portocarrero, H., Costa, N. M., Souza, A. P. & Costa A. J. S. T. (2019). Análise das características físico-químicas do horizonte superficial de um latossolo amarelo sob pastagem como subsídio à compreensão de processos erosivos no município de Paraty-Rj. *Caminhos de Geografia*, 20(69), 223-236. <http://dx.doi.org/10.14393/RCG206941159>.

Chang, M. M. N. & Pinheiro, H. D. (2021). Análise temporal do uso e cobertura do solo de uma bacia hidrográfica urbana do município de Londrina. *Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 17(1), 132-147. <https://doi.org/10.17271/1980082717120212797>.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2002). *Resolução n.º 303 de 20 de março de 2002*. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente. Recuperado de: [https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/resolucao\\_conama\\_n\\_303\\_02.pdf](https://www.mprs.mp.br/media/areas/gapp/arquivos/resolucao_conama_n_303_02.pdf)

Costa, H. R. O. (2023). Cidade, ambiente e injustiça: o papel do planejamento urbano na qualidade ambiental. *Geografia*, 48(1), 1-25.

Coutinho, L. M., Zanetti, S. S., Cecílio, R. A., Garcia, G. D. O. & Xavier, A. C. (2013). Usos da terra e áreas de preservação permanente (APP) na bacia do Rio do Prata, Castelo, ES. *Floresta e Ambiente*, 20(4), 425-443. <https://floram.org/doi/10.4322/floram.2013.043>.

Companhia Pernambucana do Meio Ambiente. (2017). *Relatório de monitoramento da qualidade da água de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco em 2016*, Recife, PE: Agência Estadual de Meio Ambiente. Recuperado de: [http://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/L\\_Relat16-JB\\_3.4.pdf](http://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/L_Relat16-JB_3.4.pdf)

Departamento de Ciências Atmosféricas. (2020). *Precipitação mensal: estado de Pernambuco*. Campina Grande. Recuperado de: <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/chuvape.htm>

Garcia, J. M. & Longo, R. M. (2021). Pagamento por serviços ambientais hídricos: políticas públicas e interação com o ODS 6. GC: *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 8(60), 107-122. <https://doi.org/10.17271/2318847286020202857>

França, L. C. J., Ferraz, F. T., Moraes Junior, V. T. M., Acerbi Júnior, F. W. & Mucida, D. P. (2022). Conflitos de Uso da Terra em Áreas de Preservação Permanente no Alto Rio Jequitinhonha, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 45, 1-11. [https://doi.org/10.11137/1982-3908\\_45\\_44542](https://doi.org/10.11137/1982-3908_45_44542)

Geminiano, M. M., Soares, A. & Pinto, A. L. (2021). Influência do uso da terra nos parâmetros da qualidade das águas superficiais do monumento das lagoas urbanas da cidade de Três Lagoas/MS no inverno de 2019. *Geosul*, 36(78), 558-581. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e71717>

Giunti, O. D., Sá, E. B. R., Oliveira, T. C. & Silva, A. V. (2014). Análise e diagnóstico ambiental: adequações ao novo código florestal: um estudo de caso. *Revista Agrogeoambiental*, Edição Especial 2, 33-39. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v0n02014746>

Gouvea, G. M., Nucci, J. C. & Liberti, E. (2021). Cobertura da terra e qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Córrego Vila Pinheiros, Curitiba, Paraná (Brasil). *Caminhos de Geografia*, 22(80), 153-168. <http://doi.org/10.14393/RCG228054766>

Gomes, S. C. (2005). *Diagnóstico ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

- Gomes, R. C., Bianchi, C. & Oliveira, V. P. V. (2021). Análise da Multidimensionalidade dos Conceitos de Bacia Hidrográfica. *GEOgraphia*, 23(51), 1-17. <https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2021.v23i51.a27667>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. (2013). *Manual técnico de uso da terra*. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281615&view=detalhes>
- Jiang, S., Meng, J., Zhu, L. & Cheng, H. (2021). Spatial-temporal pattern of land use conflict in China and its multilevel driving mechanisms. *Science of the Total Environment*, 801, 149697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149697>
- Machado, L. F., Valério Filho, M. & Ribeiro, M. (2016, outubro). 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. IN: Anais do 12º COBRAC, Florianópolis, SC.
- Maia, A. F. S. & Leite, B. F. W. (2022). Financiamento ao desenvolvimento alinhado aos ODS da ONU: a reorientação estratégica do BDMG. *Revista Tempo do Mundo*, 29, 271-294. <https://doi.org/10.38116/rtm29art8>
- Mendes, I. A. S. & Costa, A. M. (2022). Mudança Temporal no Uso e Cobertura da Terra na Bacia do Alto Rio das Velhas. *RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise*, 55, 154-175. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v55i0.82190>
- Meneses, P. R. & Almeida, T. (2012). *Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto* (1º ed.). Brasília, DF: CNPq.
- Oliveira, L. N. & Aquino, C. M. S. (2020). Dinâmica temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do Matopiba: análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí. *Revista Equador*, 9(1), 317-333. <https://doi.org/10.26694/equador.v9i1.9461>
- Oliveira, T. H., Pimentel, R. M. & Galvêncio, J. D. (2017). Vegetation fragment influence over urban climate. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 02(01), 72-86. <https://doi.org/10.24221/jeap.2.1.2017.1116.72-86>
- Peixoto, F. S. & Silveira, R. N. C. M. (2017). Bacia hidrográfica: tendências e perspectivas da aplicabilidade no meio urbano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 10(03), 840-853. <http://dx.doi.org/10.5935/1984-2295.20170054>
- Perazzoli, M., Pinheiro, A. & Kaufmann, V. (2013). Efeitos de cenários de uso do solo sobre o regime hídrico e produção de sedimentos na bacia do Ribeirão Concórdia-SC. *Revista Árvore*, 37(05), 859-869. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000500008>

- Pereira, F. R. M., Machado, C. C. C. & Andrade, L. A. (2023). Análise do conflito do uso e cobertura do solo do município de Areia–PB em relação à legislação florestal. *Ciência Florestal* 33(01), 1-22. <https://doi.org/10.5902/1980509836950ç>
- Pernambuco. (2015). *Lei Nº 15.652, de 24 de Novembro de 2015*. Altera a Lei nº 11.206, de 31 de março de 1995, que dispõe sobre a política florestal do Estado de Pernambuco. Recife: Assembleia Legislativa de Pernambuco. Recuperado de: <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=15652&complemento=0&ano=2015&tipo=&url=>
- Ramalho, A. M. F., Mello, G. M. S. & Cavalcanti, M. A. H. (2015). A vez do oeste metropolitano: planejamento ou oportunidade?: breve leitura sobre o planejamento oeste da região metropolitana do Recife. In: Souza, M. A. A. & Bitoun, J. (Orgs.). *Recife: transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro, RJ: Letra Capital.
- Rosa, R. M. & Ferreira, V. O. (2022). Proposta de zoneamento ambiental para bacias hidrográficas: aplicação na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba. *Geosp*, 26(02), 1-27. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2022.180525.pt>
- Santana, A. D. & Nunes, J. O. R. (2021). Relação sociedade-natureza e degradação ambiental no modo de produção capitalista: um esforço de síntese. *Geoambiente On-line*, 39, 25-45. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.i39.65414>
- Silva, A. L. A., Mello, M. M. C. & Almeida, R. M. (2019). Por onde andam os rios de Salvador?. *Baru: Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*, 5(02), 297-311. <https://doi.org/10.18224/baru.v5i2.7856>
- Silva, A. M., Silveira, F. M., Ikematsu, P., Paula, F. P., Bomback, M., Nogueira, D. P. & Alves, S. H. (2009). 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*, 04(02), 147-155. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.94>
- Silva, F. B. R., Santos, J. C. P., Silva, A. B., Cavalcanti, A. C., Silva, F. H. B. B., Burgos, N., Parahyba, R. B. V., Oliveira Neto, M. B., Sousa Neto, N. C., Araújo Filho, J. C., Lopes, O. F., Luz, L. R. P. P., Leite, A. P., Souza, L. G. M. C., Silva, C. P., Varejão-Silva, M. A. & Barros, A. H. C. (2001). *Zoneamento Agroecológico Do Estado de Pernambuco*. Recife: Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, Embrapa Solos, Documentos 35.

- Silva, L. F., Barbosa, E., Cunha, E. R. & Bacani, V. M. (2016). Monitoramento temporal de áreas de preservação permanente em uma área de proteção ambiental. *Geofronter*, 02(01), 16-31. Recuperado de: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/GEOF/article/view/1160>
- Silva, J. L. G., Wegner, N., Osman, Y. & Alves, A. R. (2017). Delimitação de áreas de preservação permanente em topo de morro utilizando o QGIS IN: *Simposio Internacional Enpercepción Remota y Sistemas de Información Geográfica* (p. 2161-2172), Puerto Iguazú, Argentina.
- Silva, A. L. & Longo, R. M. (2018). Políticas públicas voltadas à problemática da degradação florestal e perda de biodiversidade e suas relações com o objetivo de desenvolvimento sustentável-ODS 15-da ONU. In: *V Jornada de Gestão e Análise Ambiental: Áreas Naturais Protegidas*, São Carlos, Brasil.
- Silva, A. S. & Rosa, R. (2019). Mapeamento das áreas de preservação permanente e o conflito com áreas de uso da terra, Catalão (GO). *Geoambiente On-line*, 35, 92-113. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i35.56956>
- Souza, D. R. R., Barbosa Neto, M. V., Oliveira, I. V. A. & Nascimento, D. S. (2019). Análise espaço-temporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Jaboaão-PE. In: *XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, Fortaleza, Brasil.
- Zhang, B., Xie, G. D., Li, N. & Wang, S. (2015). Effect of urban green space changes on the role of rainwater runoff reduction in Beijing, China. *Landscape and Urban Planning*, 140, 8-16. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.03.014>
- Zhang, J., Wang, N., Wang, Y., Wang, L., Hu, A., Zhang, D., Su, X. & Chen, J. (2021) Responses of soil erosion to land-use changes in the largest tableland of the Loess Plateau. *Land Degradation & Development*, 32(13), 3598-3613. <https://doi.org/10.1002/ldr.3962>