



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS
CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA
CAMPOS RECIFE - PE

ALINE MARIANA FERREIRA DA SILVA

ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TAPACURÁ (PE)

RECIFE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS GEOGRÁFICAS

ALINE MARIANA FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO TAPACURÁ (PE)**

TCC apresentado ao Curso de Geografia
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Geografia.

Orientador (a): Dr^a Josiclêda Domiciano
Galvêncio.

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do
SIB/UFPE

Silva, Aline Mariana Ferreira da.

Análise Espacial e Temporal do Uso e Ocupação do Solo da Bacia
Hidrográfica do Rio Tapacurá (PE) / Aline Mariana Ferreira da Silva. -
Recife, 2023.

33 : il., tab.

Orientador(a): Josiclêda Domiciano Galvêncio

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Geografia -
Bacharelado, 2023.

1. Uso e Ocupação do Solo. 2. Gestão Ambiental. 3. Sensoriamento Remoto.
4. Sistema de Informação Geográfica. 5. Impactos Ambientais. I. Galvêncio,
Josiclêda Domiciano. (Orientação). II. Título.

910 CDD (22.ed.)

ALINE MARIANA FERREIRA DA SILVA

**ANÁLISE ESPACIAL E TEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO TAPACURÁ (PE)**

TCC apresentado ao Curso de Geografia da
Universidade Federal de Pernambuco, Campus
Recife - PE, como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: 08 / 05 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 JOSICLEDA DOMICIANO GALVINCIO
Data: 09/05/2023 22:11:28-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profa. Dr^a Josiclêda Domiciano Galvêncio (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dr^a Maria do Socorro Bezerra de Araújo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Leonardo Alves Leite dos Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

*“Dedico a minha família
por todo amor e incentivo*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus pelas oportunidades, sabedoria e inspiração que me foi dada durante toda minha vida.

Agradeço também aos meus pais, Marlene Maria e Cosmo Severino por todo incentivo, auxílio, amor e dedicação a mim transmitidos ao longo de toda essa jornada. Ao meu irmão, Gustavo Henrique, por todo amor, carinho e apoio.

Aos amigos que me acompanham nessa jornada da vida, em especial a Nathalia Nascimento e Gabriel Aguiar, por toda torcida, amor, e carinho, e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha vida.

Aos amigos que fiz durante a graduação, em especial a Thales, Evely, Rafael, Saulo e Gabi pela amizade, carinho e momentos felizes compartilhados, e por todos os aprendizados que vivemos juntos.

Agradeço em especial a Gabrielly Gregório por toda paciência e apoio a essa pesquisa, e por todos os ensinamentos, conselhos e disponibilidade.

A todos os meus professores da graduação por todo ensinamento transmitido durante esses anos.

À professora Josiclêda Domiciano Galvêncio por todo conhecimento compartilhado, orientação e dedicação.

À professora Maria do Socorro Bezerra de Araújo por todo ensinamento, compreensão e disponibilidade.

À Leonardo Alves Leite dos Santos pela disponibilidade, dicas e trocas compartilhadas.

Por fim, sou grata a todas e todos pelas trocas compartilhadas, que contribuíram indireta ou diretamente, e me fizeram chegar até aqui.

"A leitura do mundo precede a leitura da palavra."

-Paulo Freire

RESUMO

O conhecimento da distribuição espaço-temporal do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e planejamento com base em uma perspectiva ambiental. A aplicação do Sensoriamento Remoto (SR) em ambiente *Geographic Information System* (GIS) tem demonstrado ser uma técnica eficaz para realizar essa análise. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo examinar, por meio de abordagens de geoprocessamento, o uso e a ocupação da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, localizada no Estado de Pernambuco. Para alcançar tal propósito, optou-se por adotar um diagnóstico em escala temporal, considerando três períodos distintos, sendo eles 2000, 2010 e 2020. Com o intuito de facilitar a percepção das alterações ocorridas entre os três períodos, elaboraram-se mapas temáticos que retratam o uso e a ocupação do solo. É possível observar os impactos decorrentes das atividades humanas, tais como o expressivo aumento da infraestrutura urbana e a notável redução da disponibilidade de recursos hídricos, entre outros aspectos relevantes. Portanto, esta pesquisa ressalta a importância da análise espaço-temporal do uso e ocupação do solo para embasar a tomada de decisões no âmbito da gestão de bacias hidrográficas e gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: Uso e Ocupação do Solo. Gestão Ambiental. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

Knowledge of the space-time distribution of land use and occupation in a watershed plays a key role in development and planning based on an environmental perspective. The application of Remote Sensing (RS) in a Geographic Information System (GIS) environment has proven to be an effective technique to perform this analysis. In this context, the present study aims to examine, through geoprocessing approaches, the use and occupation of the Tapacurá river basin, located in the State of Pernambuco. To achieve this purpose, it was decided to adopt a diagnosis on a time scale, considering three different periods, namely 2000, 2010 and 2020. In order to facilitate the perception of the changes that occurred between the three periods, thematic maps were prepared that portray the use and occupation of the land. It is possible to observe the impacts arising from human activities, such as the significant increase in urban infrastructure and the remarkable reduction in the availability of water resources, among other relevant aspects. Therefore, this research underscores the importance of space-time analysis of land use and occupation to support decision-making within the scope of watershed management and water resource management.

Keywords: Land Use and Occupation. Environmental management. Remote sensing.

LISTA DE ABREVIACÕES

ANA – Agência Nacional de Águas

BH – Bacia Hidrográfica

BHRT – Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GIS – *Geographic Information System*

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*

RMR – Região Metropolitana do Recife

SiBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SR – Sensoriamento Remoto

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Localização da bacia hidrográfica do rio Tapacurá.....	20
Figura 02 – Distribuição espacial das classes de solo na bacia do rio Tapacurá.....	21
Figura 03 - Trecho do rio Tapacurá evidenciando o descarte inadequado de resíduos.....	23
Figura 04 - Trecho do rio Tapacurá evidenciando construção de residências muito próximas ao rio.....	23
Figura 05 – Mapa de uso e ocupação do solo na bacia do rio Tapacurá.....	26
Figura 06 – Dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia do rio Tapacurá.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Área do Município e Percentual Integrado à bacia do rio Tapacurá, PE.....	21
Tabela 02 – Classes de uso e ocupação do solo e Identificadores [ID].....	25
Tabela 03 – Cálculo de área das classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Tapcurá para os anos de 2000, 2010 e 2020.....	27
Tabela 04 – Percentual de alterações ocorridas nos anos de 2000-2010 e 2010-2020.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Histórico de formação territorial	15
2.2 Capitalismo e meio ambiente, uso da terra e gestão ambiental	16
2.3 Sensoriamento remoto e GIS na análise de bacias hidrográficas	17
3 OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo geral	19
3.2 Objetivos específicos	19
4 MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1 Área de estudo	20
4.1.1 O rio Tapacurá para o município de Vitória de Santo Antão	22
4.2 Delimitação da área	24
4.3 Classificação do uso e ocupação do solo	24
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório *Climate Change and Land* do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2019), a degradação ambiental proveniente do uso inadequado do solo tem sido um problema amplificado em todo o mundo, o que afeta a qualidade dos ecossistemas. As atividades humanas, incluindo a agricultura intensiva, a mineração, a urbanização, a extração de recursos naturais, podem levar à perda de biodiversidade, a degradação dos solos, a poluição das águas e do ar, bem como às mudanças climáticas. (IPCC, 2019)

Esse tem sido um tema recorrente nas pesquisas envolvendo bacias hidrográficas, uma vez que as alterações no uso do solo, que acontecendo cada vez mais intensificadas e desenfreadas, podem causar impactos ambientais significativos em médio e longo prazo, afetando, inclusive, o ciclo hidrológico e a disponibilidade de água da bacia hidrográfica (FRANÇA, 2017; BAIA *et al.*, 2022; ALVES *et al.*, 2022; MONTEIRO, 2022).

As bacias hidrográficas (BH) são definidas como um sistema físico natural, composto por um conjunto de vertentes (afluentes) formando uma rede de drenagem que convergem para um corpo d'água principal (leito principal), o seu exutório (TUCCI, 1995). A maneira que uma BH pode se comportar está interligada a dois fatores: i. de ordem natural; ii. de ordem antrópica.

A bacia hidrográfica do rio do Tapacurá (BHRT) é um afluente do rio Capibaribe, localizada entre a Zona da Mata e o Agreste pernambucano. Segundo Duarte *et al.* (2007); Braga *et al.* (2001), a bacia possui, em sua geomorfologia, colinas e cristas e é uma área bastante antropizada, sendo uma região de policultura e horticultura (37% da área), além da pecuária (30,2% da área) e cana-de-açúcar (12,45% da área). A cobertura vegetal possui remanescentes de mata atlântica, caatinga e áreas de reflorestamento. (DUARTE *et al.*, 2007).

A Bacia é considerada de grande importância para a Região Metropolitana do Recife (RMR), tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. A região é utilizada para a produção de culturas agrícolas, como hortaliças, e para a criação de animais. Além disso, a construção da Barragem Tapacurá, na década de 70, teve como objetivo controlar as enchentes durante períodos de chuva intensa e garantir o abastecimento de água para a população durante períodos de seca (DUARTE *et al.*, 2007). Essa barragem é uma importante estrutura de armazenamento de água na região, contribuindo para a segurança hídrica e para a proteção contra eventos extremos de precipitação.

Segundo Santos (2015), o Tapacurá tem vivenciado um processo incessante de degradação ambiental, através da intensificação dos processos erosivos sofridos na bacia, e para mitigar esse processo é necessário o monitoramento do uso e ocupação do solo, através de dados espaço-temporais e análise técnica feita por profissionais da área ambiental habilitados em consonância com o poder público e setor privado, além da participação da sociedade civil.

O objetivo da pesquisa é observar, a partir da análise de uso e ocupação do solo, utilizando o *Geographic Information System* (GIS), os impactos ambientais causados pelas atividades humanas na bacia do Tapacurá. Para tanto, foram utilizados três períodos distintos para observar como o uso e cobertura dos solos se deu ao longo do tempo na bacia hidrográfica, sendo os períodos 2000, 2010 e 2020.

A utilização de imagens orbitais de alta resolução é uma excelente escolha para a classificação do uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas, visto que essas imagens apresentam uma maior resolução espacial, são capazes de identificar características sutis do terreno e possuem uma precisão maior, o que auxilia na obtenção de resultados confiáveis e na avaliação desejada da área, assim como na tomada de decisão sobre o território que abarca a bacia. Essa técnica tem sido amplamente utilizada e recomendada por pesquisadores, como Dias *et al.* (2021), Leite *et al.* (2012) e Vaeza *et al.* (2010).

Nesse contexto, torna-se fundamental o monitoramento de dados espaço-temporais para contribuição de um desenvolvimento ambiental sustentável, com a finalidade de construir um conhecimento das capacidades e limitações da bacia hidrográfica. Ressalta-se, ainda, a necessidade de manter esse monitoramento regular, visto que apenas assim pode-se analisar as modificações ocorridas na paisagem através do uso e ocupação do solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico de formação territorial

Em decorrências das necessidades básicas de sobrevivência, o processo histórico de ocupação humana se deu em torno de bacias hidrográficas, próximo a corpos d'água, onde o ser humano pudesse ter acesso a água para suprir demandas de alimentação e sobrevivência. Sob esse cenário, surgem os primeiros aldeamentos ou as primeiras cidades às margens dos rios Nilo, berço da civilização Egípcia; Tigres e Eufrates, onde surge os povos mesopotâmicos; Yang-Tse e Huang Ho, onde se desenvolve a civilização chinesa. (VIEIRA *et al.*, 2015; FRANÇA, 2017)

As bacias tiveram um papel fundamental na configuração da ocupação humana e no desenvolvimento econômico também no território brasileiro, influenciando a distribuição de terras, expansão da produção agrícola, além da forma do crescimento e disposição da malha urbana das cidades.

A formação territorial do Brasil ocorreu de maneira desigual, convencionando com o desprezo pelos ecossistemas nativos e o crescimento desenfreado de monoculturas (PÁDUA, 2004). No Nordeste, território mais antigo da invasão europeia, ao longo do século XVI, a produção de cana-de-açúcar foi responsável pelo desenvolvimento econômico da região. (VASCONCELOS, I. C.; SANTOS, D.B., 2021)

Vasconcelos e Santos (2012) afirmam que o processo histórico de ocupação e exploração capitalista mercantil na Região da Zona da Mata pernambucana teve início no século XVI com o advento dos colonizadores portugueses. Através deste processo, a área tornou-se uma importante produtora de açúcar e outras riquezas naturais para exportação, criando um influxo significativo de riqueza e o surgimento de uma elite latifundiária proprietária de terras, utilizando força de trabalho baseada na escravização de povos africanos trazidos via tráfico transatlântico.

Esse modelo levou a uma perda significativa de biodiversidade, erosão do solo e contaminação dos recursos hídricos ao ignorar as especificidades socioambientais da área, que afetaram principalmente as áreas que fazem parte do bioma Mata Atlântica. Devido à aceleração da globalização econômica e à busca incessante pelo lucro, que colocou a preservação ambiental em segundo plano, esses processos se aceleraram a partir da década de 1980 (PORTO-GONÇALVES, 2006, p. 112).

2.2 Capitalismo e meio ambiente, uso da terra e gestão ambiental

De acordo com Santos (1994), um dos principais expoentes da geografia crítica, suas obras possuem uma enorme influência na compreensão do espaço geográfico em si e da relação o ser humano e o meio em que vivemos. Ele enfatiza que o espaço geográfico é o resultado das transformações que o homem impõe à natureza ao longo do tempo, configurando-se como um todo indissociável e dinâmico. Em outras palavras, o espaço é uma construção social que resulta da ação dos indivíduos e dos grupos em uma determinada sociedade.

Porto-Gonçalves (2010) ao argumentar sobre o meio ambiente e a relação com a globalização também destaca que a lógica de produção capitalista, integrando um modelo de exploração e acumulação de recursos naturais, tem gerado um uso insustentável do solo e a degradação ambiental. O autor destaca a importância de se repensar a relação entre sociedade e natureza, buscando um modelo de desenvolvimento mais sustentável.

Ao observar o processo de urbanização, pode-se notar um conjunto de transformações e impactos sobre o meio ambiente, como a impermeabilização do solo, a poluição do ar e dos recursos hídricos, o desmatamento, entre outros. Dito isso, é fundamental que a gestão do espaço geográfico seja orientada pela perspectiva da sustentabilidade, considerando-se as particularidades de cada região e a interdependência entre os processos naturais e sociais. Essa abordagem deve levar em conta não apenas a dimensão ambiental, mas também a dimensão social e econômica, buscando soluções que conciliem o desenvolvimento com a preservação ambiental (SANTOS, 1994).

Segundo França (2017), no passado, a ocupação do homem na terra ocorreu sem grandes preocupações com o meio ambiente, focando no menor custo e maior benefício para seus usuários. Com o aumento da população e a intensificação das atividades humanas, como a industrialização, agropecuária, extração de minérios, construção de obras hidráulicas e outras ações degradadoras, os recursos naturais têm se desgastados, danificados e extinguidos. Esse processo de degradação ambiental tem sido fortemente intensificado nas bacias hidrográficas.

De acordo com Dias *et al.* (2021), a análise da evolução temporal do uso e ocupação do solo é essencial para compreensão das mudanças ambientais que possam ter ocorrido em determinada área. Ter esse conhecimento permite que os padrões de organização do espaço sejam compreendidos, o que pode ser um instrumento aliado ao desenvolvimento sustentável (LEITE *et al.*, 2012).

Diversos estudos destacam a importância do uso e ocupação do solo para a gestão ambiental. Os padrões de uso e cobertura da terra são influenciados por fatores naturais e socioeconômicos, e estudá-los é crucial para o gerenciamento de recursos naturais e monitoramento de danos ambientais. O conhecimento prévio da dinâmica de uso e ocupação do solo é essencial para o planejamento e gestão, especialmente no contexto da urbanização e das atividades humanas que contribuem para a degradação ambiental (BATISTELLA *et al.*, 2009; SCHULZ *et al.*, 2019; CUNHA *et al.*, 2021; AMARAL *et al.*, 2021).

O uso e ocupação do solo são fatores fundamentais para a compreensão dos processos sociais, econômicos e ambientais, pois a forma como a sociedade utiliza e organiza o espaço geográfico tem grande influência na dinâmica da natureza.

2.3 Sensoriamento remoto e GIS na análise de bacias hidrográficas

O Sensoriamento Remoto (SR) tem por definição um conjunto de técnicas utilizada para obter informações sobre objetos, áreas ou fenômenos sem a necessidade de contato físico com o objeto em questão. Isso é feito por meio de dispositivos que capturam dados em diferentes comprimentos de onda do espectro eletromagnético, como satélites, câmeras, drones, sensores de infravermelho, entre outros (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2015).

O *Geographic Information System* (GIS) são sistemas de informações geográficas computacionais capazes de armazenar, gerenciar, analisar e exibir informações referentes a recursos com base em sua localização geográfica. Esses sistemas permitem a manipulação de dados de localização e atributos, proporcionando uma representação mais completa e precisa das características espaciais e seus atributos (LILLESAND; KIEFER; CHIPMAN, 2015).

O SR e o GIS são vistos como ferramentas eficientes para gestão de bacias hidrográficas e avaliação da potencialidade de degradação ambiental, que requerem um bom conhecimento do espaço geográfico e informações espaciais relacionadas ao uso e ocupação da terra (SALAM *et al.*, 2020).

A utilização de imagens orbitais de alta resolução tem demonstrado ser uma estratégia eficiente para obter informações sobre para utilizar em análises ambientais. Isso ocorre porque essas imagens têm uma precisão muito maior em comparação com outras fontes de dados, o que permite uma avaliação mais precisa e confiável da área em questão. A possibilidade de utilizar esses dados em ambiente GIS enriquece a pesquisa (SALAM *et al.*, 2020).

Carvalho *et al.* (2021), Lima *et al.* (2016), Neto, L., 2021, Oliveira *et al.* (2014), Souza *et al.* (2018), e Raqeeba *et al.* (2021) enfatizam a importância do uso de técnicas de

sensoriamento remoto e análise em ambiente GIS para o estudo e monitoramento de bacias hidrográficas. Essas técnicas permitem a coleta de informações precisas sobre a superfície terrestre e a utilização da cobertura do solo, o que é essencial para a implementação de políticas públicas e a tomada de decisões em relação ao uso sustentável dos recursos naturais.

Estudos como Vaeza *et al.* (2010) destacam a utilidade dessas imagens para a classificação do uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas. A partir dessas imagens, é possível realizar análises precisas de mudanças na vegetação, áreas urbanas e outros tipos de uso do solo, o que é fundamental para a gestão ambiental e planejamento territorial de bacias hidrográficas. Em resumo, a utilização de imagens orbitais de alta resolução é uma escolha vantajosa e eficiente para obter informações sobre o uso e cobertura do solo em bacias hidrográficas, contribuindo para a gestão e preservação dessas áreas.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

A presente pesquisa tem o objetivo de analisar o uso e ocupação do solo, em escala temporal (2000, 2010 e 2020), na bacia hidrográfica do rio Tapacurá, localizada no estado de Pernambuco.

3.2 Objetivos Específicos:

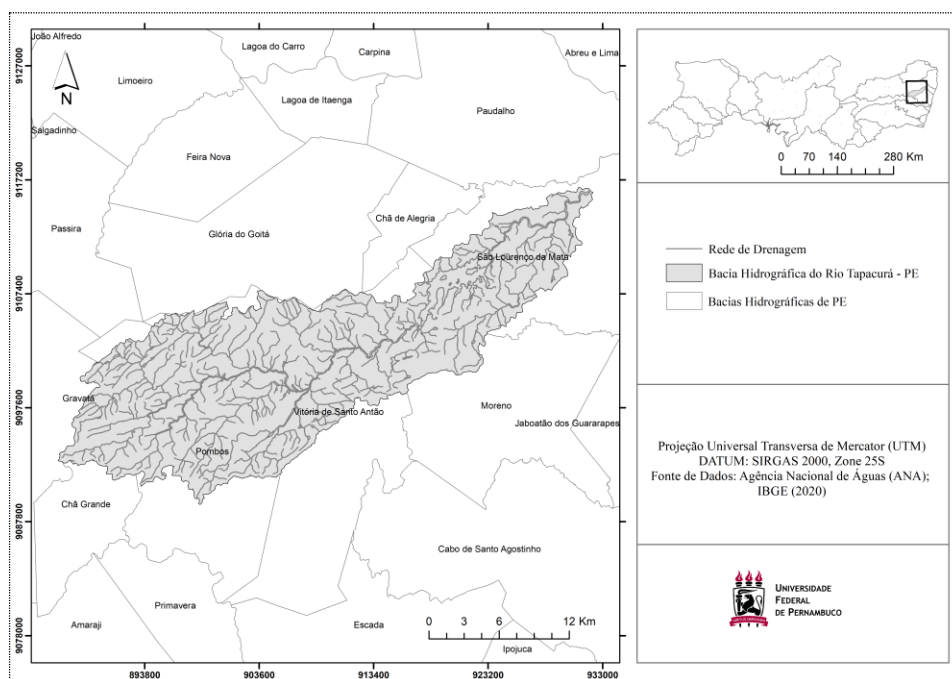
- Explorar a problemática acerca da utilização e ocupação das bacias hidrográficas e a implementação de metodologias de SR e GIS visando aprimorar a avaliação e administração ambiental;
- Classificar os diferentes usos e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá (BHRT);
- Analisar, interpretar e refletir criticamente acerca do processamento de dados obtidos na classificação de uso e ocupação do solo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Tapacurá, representada na figura 01, está localizada entre a Zona da Mata e o Agreste do Estado de Pernambuco, com sua área total calculada em 471,34 km², e o perímetro, relação entre o comprimento total dos cursos d'água, calculado em 161,09 km². Possui doze sub-bacias em sua composição, sendo as principais formadas pelos riachos Itapessirica, Gameleira, Natuba e Várzea do Una. Um dos principais afluentes do Rio Capibaribe, é considerada importante por ser um polo de atividades agropecuárias abastecendo a Região Metropolitana do Recife, e outras regiões.

Figura 01: Localização da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, PE.

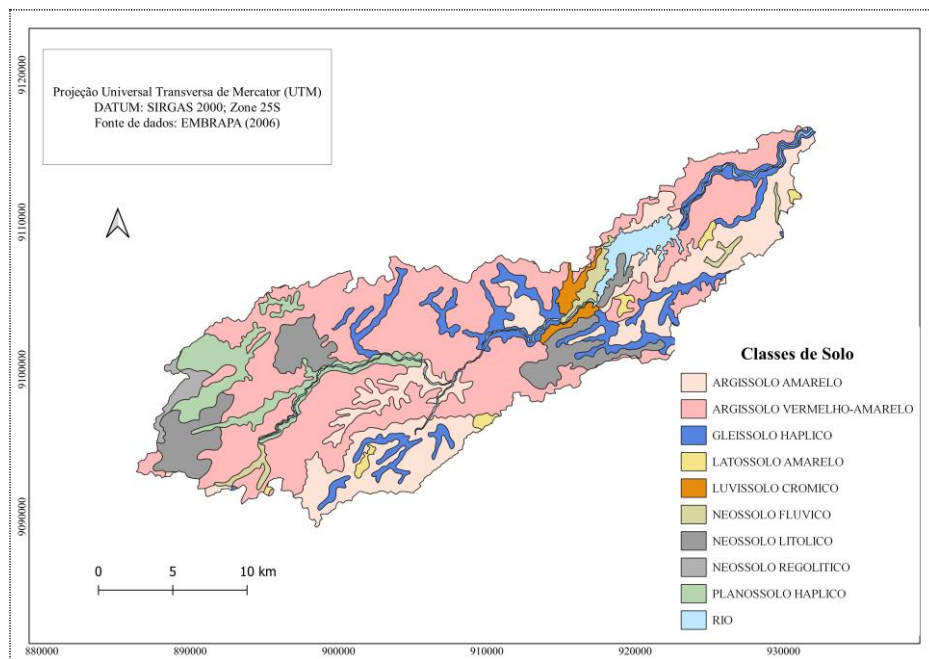


Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O rio principal tem aproximadamente 76 Km², com sua nascente localizada no Município de Gravatá. A BHRT apresenta áreas de remanescente de Mata Atlântica (Zona da Mata Pernambucana), e alguns remanescentes de Caatinga na parte sudoeste da bacia, caracterizado como agreste sub-úmido (DUARTE *et al.*, 2007).

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS; 2006), a BHRT possui um predomínio de Argissolos Vermelho – Amarelo; Amarelo. Em menores porções observam-se as classes Latossolo Amarelo; Luvisolo Crômico, Neossolo Litólico e Regolítico; Planossolo Háplico e Gleissolo Háplico (figura 02).

Figura 02: Distribuição espacial das classes de solo na bacia hidrográfica do rio Tapacurá, PE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Para a gestão de recursos hídricos e naturais dentro do estado de Pernambuco, a BHRT possui uma preeminência expressiva. Isso se dá pelo fato de 25% da água consumida pela Região Metropolitana do Recife (RMR) ser originada da barragem Tapacurá, construída nos anos 1970 com objetivo justamente de abastecimento para população e controle de inundações (OLIVEIRA, 2012; BRAGA, 2001).

A BHRT está inserida em seis municípios: Chã Grande, Gravatá, Moreno, Pombos, São Lourenço da Mata e Vitória de Santo Antão. Na tabela 01 encontra-se o percentual de cada cidade dentro da bacia.

Tabela 01: Área do Município e Percentual Integrado à bacia do rio Tapacurá, PE.

Município	Área do Município (Km ²)		Percentual da Área Integrada (%)
	Total	Parte Incorporada à Bacia	
Chã Grande	85,097582	15,650703	3,32%
Gravatá	505,334808	22,351980	4,74%
Moreno	196,792394	17,24162	3,66%
Pombos	240,626081	143,067597	30,35%
São Lourenço da Mata	265,187327	93,201771	19,77%
Vitória de Santo Antão	337,067131	179,581438	38,10%

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado do Mapbiomas e IBGE (2021).

Dentre os seis municípios, as cidades de Vitória de Santo Antão e Pombos se destacam possuindo maior representatividade dentro da bacia, com percentual de área integrada de 38,10% e 30,35%, respectivamente.

O município de Vitória de Santo Antão, com aproximadamente 337,067 Km², tem sua população estimada em 140.389 habitantes (IBGE; 2021). Dentre as principais atividades dentro do setor econômico, destacam-se a agropecuária, prestação de serviços e o parque tecnológico-industrial. (BRAGA, 2001 *Apud* OLIVEIRA, 2012).

Pombos, por sua vez, possui aproximadamente 240,626 Km², com sua população estimada em 27.204 habitantes (IBGE; 2021). Destaca-se, principalmente, na cultura de abacaxi e horticultura. Essas atividades podem influenciar diretamente a qualidade das águas da bacia, uma vez que demandam o uso de recursos hídricos e podem gerar impactos ambientais, como o uso de agrotóxicos e o manejo inadequado do solo. (BRAGA, 2001 *Apud* OLIVEIRA, 2012).

4.1.1 O rio Tapacurá para o município de Vitória de Santo Antão

O rio Tapacurá desempenha um papel fundamental no município de Vitória de Santo Antão, sendo considerado o seu principal curso d'água. Porém, é importante ressaltar e observar que Vitória também ocupa uma posição central dentro da bacia hidrográfica do rio Tapacurá. Essa condição confere ao município uma grande responsabilidade na gestão dos recursos hídricos, pois as ações realizadas em seu território podem impactar diretamente a qualidade e disponibilidade de água ao longo de toda a bacia.

Por ser um rio urbano, percebe-se que a poluição decorrente do descarte inadequado de resíduos é uma realidade preocupante em determinados trechos do rio Tapacurá, na cidade de Vitória. Essa situação é evidenciada pelo acúmulo de dejetos sólidos, como plásticos e materiais descartáveis, ao longo das margens e no leito do rio, como podemos observar na figura 03. Além disso, a presença de substâncias químicas provenientes de atividades industriais e domésticas contribui para a diminuição da qualidade da água, também observadas na figura 04. A conscientização da importância do rio Tapacurá e da responsabilidade de Vitória de Santo Antão na gestão dos recursos hídricos é crucial para garantir a disponibilidade de água de qualidade para as atuais e futuras gerações, bem como para promover o desenvolvimento sustentável e a preservação dos ecossistemas aquáticos e terrestres presentes na bacia hidrográfica.

Figura 03: Trecho do rio Tapacurá evidenciando o descarte inadequado de resíduos no município de Vitória de Santo Antão.



Fonte: Autoral, 2023.

Figura 04: Trecho do rio Tapacurá evidenciando residências construídas muito próximas ao rio no município de Vitória de Santo Antão



Fonte: Autoral, 2023.

Essa poluição, além de comprometer a saúde do ecossistema aquático, impacta negativamente a biodiversidade local e prejudica as comunidades que dependem diretamente dos recursos hídricos do rio Tapacurá.

4.2 Delimitação da área

Para delimitação da bacia foi preciso fazer o recorte dos dados vetoriais, visto que a BHRT está inserida dentro da bacia do Rio Capibaribe. Para isso foi operado arquivos em formato *shapefile* disponibilizados gratuitamente pela Agência Nacional de Águas (ANA), onde foi possível fazer os recortes das *shapesfiles* no ArcGis 10.2.2, versão de teste, utilizando a ferramenta ArcMap.

Além disso, também foram utilizados os arquivos em *shapefile* do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) para fazer o recorte dos municípios inseridos na área de interesse, e calcular as áreas de cada Município dentro da bacia, também calculado a partir da ferramenta ArcMap do *software* ArcGis 10.22.2, versão de teste. Foi utilizado o *software* *Microsoft Excel* para sintetizar e calcular o percentual de área integrada a bacia.

4.3 Classificação do uso e ocupação do solo

Na elaboração da classificação do uso e ocupação do solo da BHRT foram adquiridas imagens do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomass. O projeto utiliza imagens geradas por um conjunto de satélites LandSat; Sensor TM (*Thematic Mapper*) de sete bandas espectrais e resolução de 30 MT, onde são tratadas pixel a pixel. Todo processo é feito na plataforma *Google Earth Engine* que oferece capacidade de processamento em nuvem (MAPBIOMAS, 2020).

A plataforma possui 7 coleções de mapas desde o início do projeto, disponibilizando-as de acordo com os biomas brasileiros (utilizando a classificação do IBGE). As coleções mais recentes possuem correções frente a versão anterior ou mudanças na legenda. Para essa pesquisa, foi optada a coleção 7 que cobre o período de 1985 a 2021. Para a análise em escala temporal da BHRT foram escolhidas as imagens correspondentes aos anos 2000, 2010 e 2020. A escolha dos anos se deu pela equidistância entre os anos, além de optar por uma análise dentro de uma janela temporal de 20 anos.

Com o auxílio do *software* QGIS (Quantum GIS), versão livre 3.22.7, as imagens foram reprojetadas para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator

(UTM), utilizando o DATUM oficial do Brasil, o SIRGAS 2000, zona 25 Sul. Após o recorte do vetor para a área de interesse, foi realizada a definição de classes na aba *Symbolology* do QGIS, de acordo com Identificadores (ID), assim como os códigos de paleta de cores RGB para cada classe da legenda, obtidos na plataforma do MapBiomias (Tabela 02).

Tabela 02: Classes de uso e ocupação do solo e Identificadores (ID)

Classes	ID
Floresta	3, 4
Agropecuária	15
Cana	20
Mosaico de Usos	21
Infraestrutura Urbana	24
Outras Áreas não Vegetadas	25
Mineração	30
Corpos D'água	33

Fonte: Adaptado de MapBiomias, 2020.

Nessa pesquisa, optou-se por adaptar algumas classes para melhor compreensão, todavia sem desviar-se da congruência apresentada na legenda de classificação do MapBiomias (2020). Os ID's 3 e 4 foram unificados em Floresta, além renomeação para os ID's 15, 24 e 33.

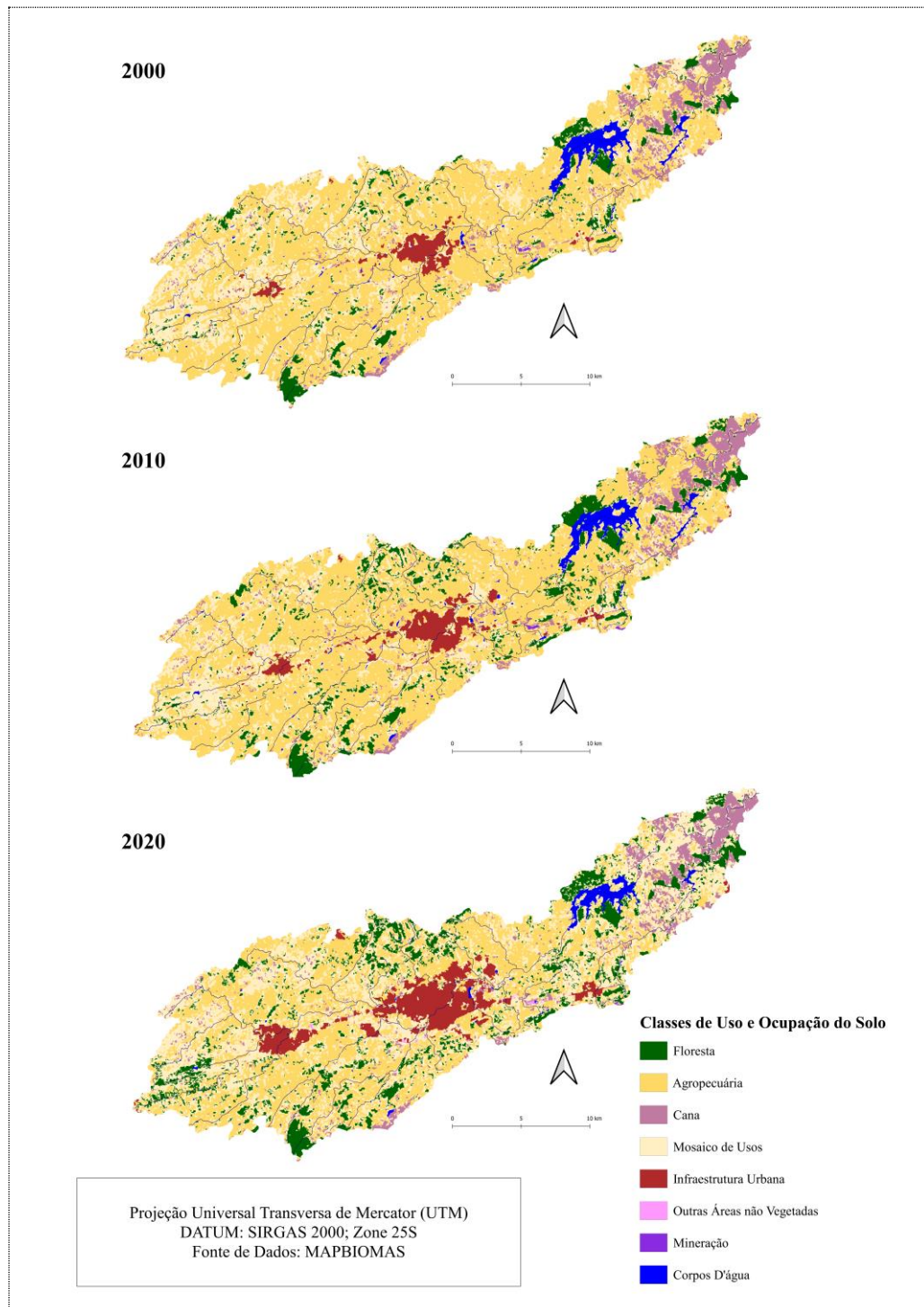
A BHRT está inserida em uma área com bastante cobertura de nuvem, por isso a classificação de uso e ocupação acaba tendo alguns obstáculos, como descrito na metodologia aplicada (MAPBIOMAS, 2020). A classe 'mosaico de usos' (ID – 21) corresponde a áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Logo pode-se interpretar também como atividades de agropecuária. Foi decidido manter as duas classes separadas para observar a oscilação na escala temporal. A classe 'outras áreas não vegetadas' (ID – 25) corresponde a áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração). Sendo interpretado como mais uma classe de infraestrutura urbana.

Por fim, foi determinado as áreas correspondentes a cada classe de uso e ocupação do solo dentro da bacia, com o auxílio da ferramenta *r.report* na aba de processamento do QGIS, para cálculo da área. O *software Microsoft Excel* foi utilizado para sintetizar e calcular o percentual de mudança ocorrido em cada classe na janela de 20 anos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados adquiridos do MapBiomas, foi possível fazer a classificação da dinâmica do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Tapacurá para os anos de 2000, 2010 e 2020, respectivamente, apresentados na figura 05.

Figura 05: Mapa de uso de ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, PE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Foram analisadas as classes de Floresta, Agropecuária, Cana, Mosaico de Usos, Infraestrutura Urbana, Outras Áreas não Vegetadas, Mineração e Corpos d'água. Com destaque para a intensificação do processo de urbanização e a diminuição significativa da disponibilidade de água na bacia, já visualizadas nos mapas.

Com base no processamento de dados obtidos a partir do mapa de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica (Figura 03), foi possível produzir as Tabela 02 e 03 no *Microsoft Excel*, as quais apresentam a quantificação do uso e ocupação do solo em km² (Tabela 03) e o percentual das alterações ocorridas nas áreas correspondentes, referentes aos anos de 2000 – 2010 e 2010 – 2020 (Tabela 04).

Tabela 03: Cálculo de área das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Tapacurá para os anos de 2000, 2010 e 2020.

Classes	Áreas (Km ²)		
	Ano 2000	Ano 2010	Ano 2020
Floresta	20,70835	32,8296	36,97807
Agropecuária	274,17895	270,4005	177,46405
Cana	29,38339	29,50507	28,0232
Mosaico de Usos	119,71497	105,03749	172,67622
Infraestrutura Urbana	10,4994	15,95383	30,98831
Outras Áreas não Vegetadas	0,01954	0,12879	0,25697
Mineração	0,15366	0,26024	0,037
Corpos D'água	10,14767	9,66538	6,2749

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As classes que obtiveram mais destaque foram as de 'Agropecuária', 'Mosaico de usos' (Agricultura e pastagem), 'Floresta' e 'Infraestrutura Urbana' em ganho de áreas. Em contraste, observa-se a classe 'Corpos D'água' como destaque para maior perda de área na BHRT.

A classe 'Outras Áreas não Vegetadas', apesar de ser bem menor em relação as outras, é importante observá-la, pois ela engloba a infraestrutura urbana onde não foi possível identificar se é expansão urbana ou área de extração de recursos minerais. Além disso, a classe de 'Mineração' demonstra nos dados uma pequena crescente de extração dos recursos minerais e logo em seguida uma queda no percentual apresentado a essa classe.

A classe de ‘Cana’ correspondente ao cultivo de cana de açúcar, também ocupando uma área significativa da BHRT, estando presente, principalmente, na área que corresponde ao Município de São Lourenço da Mata. Historicamente, a produção de cana de açúcar está ligada a superexploração do trabalho, degradação do meio ambiente e apropriação indevida de recursos públicos (SILVA *et al.* 2019).

Tabela 04: Percentual de alterações ocorridas nos anos de 2000 – 2010 e 2010 – 2020.

Classes	Alterações 2000 – 2010 (%)	Alterações 2010 – 2020 (%)
Floresta	(+) 58,5	(+) 12,6
Agropecuária	(-) 1,4	(-) 34,4
Cana	(+) 0,4	(-) 5
Mosaico de Usos	(-) 12,3	(+) 64,4
Infraestrutura Urbana	(+) 51,9	(+) 94,2
Outras Áreas não Vegetadas	(+) 559,1	(+) 99,5
Mineração	(+) 69,4	(-) 85,8
Corpos D’água	(-) 4,8	(-) 35,1

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Na tabela 04, o sinal positivo (+) indica aumento de área, e o sinal negativo (-) sinaliza perda de área. Houve um ganho na bacia em relação a floresta arbustiva, que pode ter relação com as áreas de reflorestamento (BRAGA *Apud* DUARTE *et al.*, 2007).

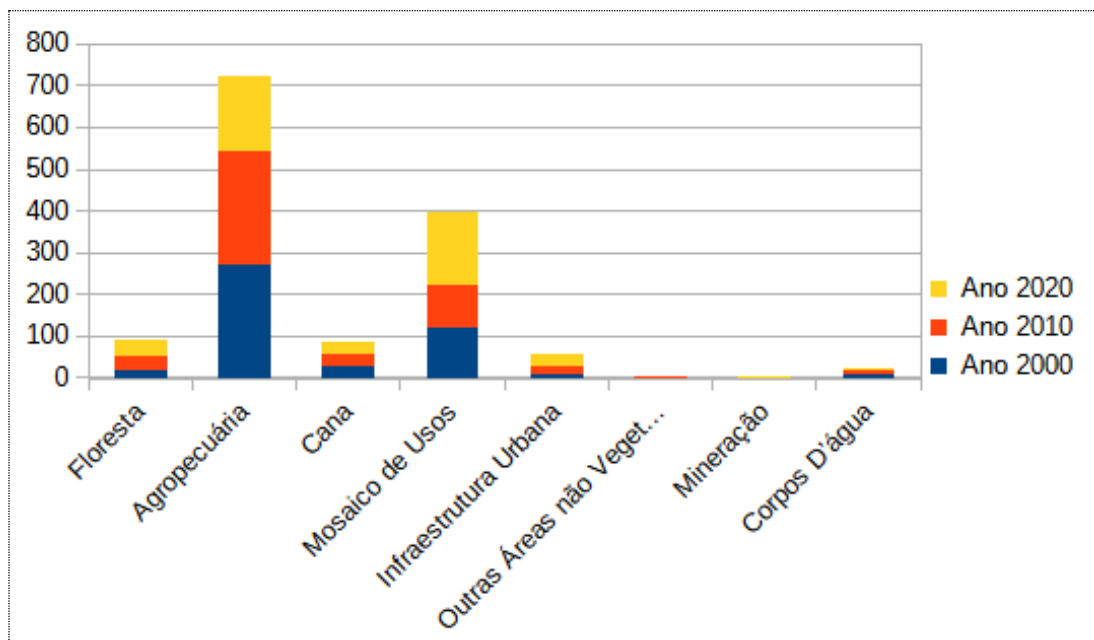
A oscilação da atividade agropecuária, que pode ser observada tanto na classe de agropecuária como na de mosaico de usos, pode causar impactos ambientais significativos, como a erosão do solo, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, a degradação de áreas de preservação permanente e a diminuição da biodiversidade, expostos em diversos estudos (BROETTO, 2016; LIRA *et al.* 2020). As áreas de agricultura e pastagem (Mosaico de usos) tiveram um aumento significativo entre os anos 2010 e 2020.

Além disso, a urbanização tem ocorrido de forma desordenada, com um aumento expressivo numa janela de 20 anos, observados tanto na classe de infraestrutura urbana, quanto na classe de outras áreas não vegetadas, que pode contribuir para a impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial e a ocorrência de inundações (Silva *et al.*, 2016; Moura, 2019). A justificativa para o aumento da infraestrutura urbana se dá, principalmente, pelo alargamento do processo tecnológico-industrial, que pode ser definido como criação do parque industrial em vitória somada a expansão do eixo de desenvolvimento industrial da RMR sobre a BR 232 (BRAGA, 2001 *Apud* OLIVEIRA, 2012; NORONHA, 2013).

Dentro da BHRT, os municípios de Moreno, Pombos e Vitória de Santo Antão se tornam focos desses empreendimentos industriais (Nacionais e Multinacionais) para implementação de unidades produtivas operacionais no território (SANTOS, L., 2023).

Como resultante desses aumentos nas atividades de agropecuária e infraestrutura urbana, vê-se uma diminuição expressiva na disponibilidade de água, representada na classe ‘Corpos D’água’. Com uma perda de 4,8% entre 2000 e 2010, e 35,1% entre 2010 e 2020. Podendo afetar significativamente a Região Metropolitana do Recife que se abastece através da BHRT.

Figura 06: Dinâmica do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Tapacurá; PE.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A figura 06 representa a evolução das classificações do uso e ocupação do solo em relação aos cálculos da tabela 03 e foi inserida aqui como recurso visual de como está distribuída essa classificação. Esse panorama visual evidencia de forma ainda mais clara a dinâmica do uso e ocupação do solo dentro da BHRT, destacando a presença significativa de atividades agropecuárias.

6 CONCLUSÃO

A bacia hidrográfica do rio Tapacurá desempenha um papel de relevância significativa na gestão dos recursos hídricos e naturais do estado de Pernambuco, especialmente devido ao seu potencial para o abastecimento da Região Metropolitana do Recife. Ao realizar a classificação do uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Tapacurá (BHRT), observou-se que as atividades agropecuárias continuam sendo predominantes em termos de extensão territorial na bacia. É igualmente importante ressaltar o expressivo aumento da infraestrutura urbana na bacia ao longo de um período de 20 anos, bem como a diminuição da classe "corpos d'água". Podendo ser necessário uma pesquisa futura voltada para o balanço hídrico na BHRT.

Diante disso, conclui-se que a utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) em um ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é eficaz para analisar o uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas. Por fim, espera-se que os resultados obtidos nesta pesquisa sirvam como base para futuras investigações e estudos, ampliando ainda mais a compreensão e aplicação prática do tema em questão. Os achados deste estudo podem ser uma ferramenta eficaz para a gestão da bacia hidrográfica do rio Tapacurá, auxiliando na tomada de decisões relacionadas aos recursos hídricos da bacia, e na mitigação de possíveis impactos ambientais e socioambientais resultantes das atividades humanas na região.

Para além disso, é essencial promover uma abordagem integrada de gestão, envolvendo não apenas o município de Vitória de Santo Antão, mas também os demais municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Tapacurá. A cooperação entre os diferentes atores envolvidos, como governos municipais, órgãos ambientais, sociedade civil e setor privado, é fundamental para a implementação de políticas e práticas sustentáveis que visem a proteção e a conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Cleidiane Maria et al. Dinâmica espacial e temporal da cobertura do solo na microbacia e zona ripária do rio Tamarupá, Rondônia, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 3, n. 6, p. e361513-e361513, 2022.

AMARAL, Berenice et al. ANÁLISE DE VULNERABILIDADE DE AQUÍFEROS SUBTERRÂNEOS À CONTAMINAÇÃO PELO MÉTODO DRÁSTICO E DETERMINAÇÃO DE RISCO. **Caminhos de Geografia**. 2021; 22 (84): 227-245.

BAIA, Ana Rafaela dos Santos et al. O PROCESSO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO BAIXO TOCANTINS. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 12, p. 657-665, 2022.

BATISTELLA, Mateus; VALLADARES, Gustavo Souza. Expansão agrícola e degradação da terra no Oeste da Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 61-76, 2009.

CUNHA, Gabriel Carneiro Silva et al. LAND USE AND OCCUPATION IN THE SEMI-ARID REGION OF BAHIA: A CASE STUDY OF THE MUNICIPALITY OF SANTALUZ (BA). **International Journal Semiarid**, v. 4, n. 4, 2021.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.

CARVALHO, Carla Gisele dos Santos et al. Uso de geotecnologias na identificação e na avaliação dos impactos ambientais nas áreas de preservação permanente em nascentes. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39362-39380, 2021.

DIAS, D. S., ALBUQUERQUE, R. L. O., RODRIGUES, R.S.S. Evolução temporal do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Parauapebas, Pará. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing** 10 (2020) 122-129.

Duarte, C.C., Galvêncio, J.D., Corrêa, A.C.B., & Araújo, M.S.B. (2007). Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia, Recife: UFPE – DCG/NAPA**, v. 24, no 2, mai/ago.

FRANÇA, L. M. A. de A. **Impactos das ações antrópicas e do clima no uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pajeú**. 2017. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. 2019.

MAPBIOMAS. **Visão geral da metodologia**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>> Acesso: 13 mar 2023.

MAPBIOMAS. **ATBD – Entenda Cada Etapa**. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/atbd---entenda-cada-etapa>> Acesso: 13 mar 2023.

MONTEIRO, Felipe das Neves; DOS SANTOS FALCÃO, Karina. Fragilidade Ambiental Associada a Mudança do Uso e Ocupação do Solo. **Revista Geoaraguaia**, v. 12, n. 2, p. 16-30, 2022.

MOURA, Verena Cibele Soares. **Impactos ambientais da urbanização: esforços da pesquisa brasileira e mapeamento e percepção de moradores na cidade de Santarém, Pará**. 2019. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

NETO, Luciano Marajó Carvalho de. Uso e Ocupação do solo da Área de preservação permanente (APP) da microbacia do Córrego Barreiro, Uberaba (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v. 1, n. 2, 2021.

OLIVEIRA, Leidjane Maria Maciel de. **Estimativa da evapotranspiração real por sensoriamento remoto na bacia do rio Tapacurá-PE**. Recife, 2012. xvii, 136 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil, 2012.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006. 462 p.

RAQEEB, A. et al. Assessment of land use cover changes, carbon sequestration and carbon stock in dry temperate forests of Chilas watershed, Gilgit-Baltistan. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, p. e253821, 2024.

SCHULZ, Katharina et al. Grazing reduces plant species diversity of Caatinga dry forests in northeastern Brazil. **Applied vegetation science**, v. 22, n. 2, p. 348-359, 2019.

SALAM, Md Abdus et al. Assessment of Irrigation Potentiality over an Area through the Combined Application of Remote Sensing (RS) and Geographic Information System (GIS). **Journal of Engineering Science**, v. 11, n. 2, p. 141-148, 2020.

SANTOS, José Yure Gomes dos. **Análise espaço-temporal de processos hidrossedimentológicos na Bacia do Rio Tapacurá (Pernambuco, Brasil)**. Recife, 2015. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil, 2015.

SANTOS, Leonardo Alves Leite dos. **Restruturação Produtiva e Circuitos da Economia Urbana: Análise da Cidade de Vitória de Santo Antão (PE)**. Recife – PE, 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Obra ainda não publicada, versão cedida pelo autor.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1988. 136 p.

SILVA, Mateus Ribeiro; PEREIRA, Adriana Rito; MAURÍCIO, DAYANE DAS NEVES. IMPACTOS SOCIAIS DA EXPANSÃO DOS LATIFÚNDIOS RELACIONADOS À AGROENERGIA NO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 16, n. 1, p. 75-88, 2019.

SILVA, Renato Ferreira da. Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 47, p. 966-976, 2016.

VAEZA, M. F. et al. Uso de imagens de alta resolução espacial para mapeamento da cobertura e uso do solo em microbacia hidrográfica. **Eng. Sanit. Ambient.**, v. 15, n. 4, p. 419-424, 2010. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522010000400014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 5 abr. 2023.

VASCONCELOS, I. C.; SANTOS, D. B. Histórico de formação territorial da Zona da Mata pernambucana: entre os dilemas do café e da cana-de-açúcar. **Revista de História da UEG**, v. 9, n. 1, p. 1-18, 2021

VASCONCELOS, Maria do Livramento de; SANTOS, Myrian Sepúlveda dos. Zona da Mata: Formação Territorial e Desenvolvimento Econômico. Recife: **Editora Universitária UFPE**, 2012.

VIEIRA, José Dadinei et al. A urbanização no mundo e no Brasil sob um enfoque Geográfico. **Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-SERGIPE**, p. 95-106, 2015.