



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA**

**SAYONARA CRISTINE SILVA**

**DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE  
PEDRAS DE FOGO, PARAÍBA, NOS ANOS DE 1990 A 2020**

**JOÃO PESSOA - PB  
2021**

SAYONARA CRISTINE SILVA

**DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE  
PEDRAS DE FOGO, PARAÍBA, NOS ANOS DE 1990 A 2020**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
como pré-requisito para obtenção do título de  
Bacharel em geografia pela Universidade  
Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Flávio Casé

Coorientador: Prof. Dr. Richarde Marques da  
Silva

JOÃO PESSOA - PB  
2021

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586d Silva, Sayonara Cristine.

Dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo, Paraíba, nos anos de 1990 a 2020 / Sayonara Cristine Silva. - João Pessoa, 2021.

22 p. : il.

Orientação: Jorge Flávio Casé Braga da Costa Silva.

Coorientação: Richarde Marques da Silva.

TCC (Graduação/Bacharelado em Geografia) - UFPB/CCEN.

1. Uso do solo. 2. Ocupação do solo - Pedras de Fogo, PB. 3. Impacto ambiental. I. Silva, Jorge Flávio Casé Braga da Costa. II. Silva, Richarde Marques da. III. Título.

UFPB/CCEN

CDU 911.2:332.54(043.2)

## ANEXO 4



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

Resolução N.04/2016/CCG/CCEN/UFPB

### PARECER DO TCC

Tendo em vista que o aluno(a) **SAYONARA CRISTINE SILVA** (X) cumpriu ( ) não cumpriu os itens da avaliação do TCC previstos no artigo 25º da Resolução N. 04/2016/CCG/CCEN/UFPB somos de parecer (X) favorável ( ) desfavorável à aprovação do TCC intitulado: **DINÂMICA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PEDRAS DE FOGO, PARAÍBA, NOS ANOS DE 1990 A 2020.**

Nota final obtida: 9,0

João Pessoa, 06 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Orientador

Prof. Dr. Jorge Flávio Casé Braga da Costa Silva  
Departamento de Geociências (UFPB)

Professor Coorientador

Prof. Dr. Richarde Marques da Silva  
Departamento de Geociências (UFPB)

Membro Interno

Prof. Dr. Alexandre Medeiros Silva  
Departamento de Geociências (UFPB)

Examinadora Externa

M.Sc. Ana Paula Xavier Dantas  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental

Dedico à minha filha, Maria Alice, que foi o maior combustível para que eu pudesse atingir todos os objetivos, no decorrer do curso e por tornar o longo processo dessa caminhada mais leve.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me concedido saúde e forças para superar as dificuldades, durante o caminho percorrido.

Ao meu companheiro de vida, Téo por suportar os momentos de aflição, as crises de ansiedade, os choros de desespero e por sempre acreditar em mim.

Aos familiares, principalmente à minha avó Helena (in memorian), minha mãe e meu primo Jâmesson, pela educação, incentivo e carinho.

À minha tia, Marlene, que por vezes me esperou chegar da universidade, tarde da noite e em dias chuvosos, zelando sempre pela minha segurança e por todas as vezes que cuidou da minha filha, meu muito obrigada!

À minha sogra, pelo incentivo, apoio e por também, cuidar da minha filha enquanto estava na universidade.

Ao meu coorientador, Prof. Richarde Marques, suas dicas, conselhos e correções foram fundamentais para a conclusão do trabalho.

Um agradecimento especial ao meu orientador, Prof. Jorge Flávio Casé, pelo conhecimento compartilhado durante o curso, pela paciência e atenção necessárias à realização deste trabalho, sem sua assistência e envolvimento dedicado, este projeto não teria sido realizado, a você toda minha admiração, como pessoa e principalmente como profissional.

Aos meus amigos, colegas de trabalho e de curso por todo incentivo e apoio, cada um contribuiu de alguma forma para que eu chegasse até aqui.

A todos os mestres que fizeram parte da minha formação e a coordenadora Elvira que tanto nos ajuda na geografia.

## RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Pedras de Fogo, localizado na microrregião do litoral sul, do estado da Paraíba, a escolha desta área de estudo se dá, principalmente, pela localização das nascentes do reservatório Gramame-Mamuaba estarem inseridas na área do município. Diante do exposto, o presente trabalho busca analisar a distribuição geográfica do uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo – PB, entre os anos de 1990 e 2020 a partir dos produtos gerados pelo projeto MapBiomias. O trabalho parte da hipótese de que o município vem sofrendo com as mudanças de uso e ocupação do solo, devido ao avanço da monocultura de cana de açúcar, que vem ocasionando problemas ambientais no município. Hipótese que foi confirmada após a aplicação da metodologia proposta, que demonstra uma predominância da cana de açúcar na área, ocupando em média 71,40% do território municipal, no período analisado.

**Palavras-chave:** Uso e ocupação dos solos, Pedras de Fogo, Impacto Ambiental.

## ABSTRACT

The present work was developed in the municipality of Pedras de Fogo, located in the southern coast micro-region of the state of Paraíba. Given the above, this work seeks to analyze the geographic distribution of land use and occupation in the city of Pedras de Fogo - PB, between 1990 and 2020 from the products generated by the MapBiomias project. The work is based on the hypothesis that the municipality has been suffering from changes in land use and occupation, due to the advance of sugarcane monoculture, which has been causing environmental problems in the municipality. Hypothesis that was confirmed after applying the proposed methodology, which demonstrates a predominance of sugarcane in the area, occupying an average of 71.40% of the municipal territory, in the period analyzed.

**Keywords:** Land use and occupation, Pedras de Fogo, Environmental Impact.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1	O uso e ocupação do solo.....	9
2.2	Sistemas de Informações Geográficas .....	11
2.3	MapBiomias .....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>15</b>
2.4	Caracterização da área de estudo .....	15
2.5	Aquisição dos produtos do MapBiomias .....	17
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de desenvolvimento urbano e agroindustrial, juntamente com o crescimento populacional ocasionam sérios impactos sobre os recursos naturais, principalmente no solo, acentuando processos erosivos, desertificação, assoreamento de rios e reservatórios, entre outros (COSTA, 2011; COSTA, 2013; LEITE et al., 2011; PONTES, 2019).

De acordo com Santos e Santos (2010), o mapeamento do uso e ocupação do solo tem sido considerado como uma importante ferramenta para melhor compreensão das transformações que ocorrem no espaço, pois permitem a obtenção de informações para a construção de indicadores e cenários ambientais, que servem de subsídio para a avaliação da capacidade ambiental, proporcionando o direcionamento de práticas conservacionistas, aliadas a um conjunto de diferentes estratégias de manejo a serem empregadas.

De acordo com Crepani et al. (2001) conhecer o uso do território é importantíssimo, facilitando assim o planejamento governamental, ajudando na tomada de decisões dos legisladores e planejadores, permitindo melhor elaborar as políticas de uso do solo.

Nesse contexto, surge a necessidade de técnicas e ferramentas de gestão territorial que auxiliem os gestores públicos na tomada de decisão. E a utilização do Geoprocessamento vem se apresentando como uma importante ferramenta para diagnosticar os problemas de gestão territorial. O Geoprocessamento é a ciência que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, destinadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico (SILVA, 2007).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aliadas com Sistema de Informação Geográfica (SIG) tornaram-se ferramentas essenciais no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (DE SOUZA et al., 2020).

O trabalho parte da hipótese de que o município vem sofrendo com as mudanças de uso e ocupação do solo, devido ao avanço da monocultura de cana de açúcar, que vem ocasionando problemas ambientais no município.

Nesse sentido, o trabalho tem como objetivo geral, analisar as alterações do uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo – PB, entre os anos de 1990 e 2020 a partir dos produtos gerados pelo projeto MapBiomias.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O uso e ocupação do solo

Segundo Rosa (2007, P.163), a expressão “uso da terra ou uso do solo” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. De acordo com Leite e Rosa (2012) “os conceitos relativos ao uso e cobertura da terra são muito próximos, por isso, muitas vezes são usados indistintamente”.

Para Schlindwin et al. (2007) a expressão uso e cobertura do solo é um conceito híbrido, formado por três conceitos: uso, cobertura e solo. O primeiro termo diz respeito ao que o homem constrói ou insere sobre a superfície ou como maneja o solo com agricultura, pastagens, cidades, entre outros. O segundo se refere aos atributos físicos da superfície terrestres como florestas, campos, desertos. Por último, o autor define o solo como a camada superficial da crosta terrestre oriundo da decomposição da rocha-matriz sob influência do clima e de processos físicos, químicos e biológicos no qual os vegetais se desenvolvem.

Nascimento (2011) ressalta que a cobertura do solo diz respeito ao revestimento da superfície, como área urbanizada, vegetação e recursos hídricos. A classificação do uso do solo, porém, requer maior nível de detalhamento, no qual é apresentado a utilização do espaço pela comunidade, como lazer, comércio, área de mineração, entre outros.

As opiniões de Rosa (2007), Schlindwin et al. (2007) e Nascimento (2011) associam-se a reflexão de Novo (1989), no qual afirma que, “o termo uso da terra refere-se à utilização cultural da terra”, ou seja, a ação antrópica faz parte deste contexto desenvolvendo atividades no espaço geográfico, fazendo uso dos recursos da terra. Quanto ao termo “cobertura da terra”, Novo (1989) ressalta que se refere ao seu revestimento, ou seja, o recobrimento da superfície terrestre por vegetação natural ou artificial bem como por meio das construções antrópicas.

Levando em consideração os estudos e as definições aqui apresentados, entende-se que seja qual for o conceito atribuído ao uso e ocupação do solo, trata-se do processo pelo qual o homem está utilizando o solo para seu benefício, mostrando assim os possíveis danos causados por esse uso (FELTRAN FILHO, 1989).

O estudo do uso do solo consiste em buscar informações e conhecimentos para conseguir distinguir os vários usos que são destinados, por interferência antrópica, ou das categorias de vegetação presentes no meio natural que revestem o solo (ROSA, 2009).

Segundo Neto et al. (2015), o conhecimento das características do meio físico e suas interações, perante as intervenções do homem sobre o ambiente, possibilitam uma compreensão

e interpretação das correlações existentes, viabilizando estudos e estratégias ou planejamentos para um convívio harmônico. O levantamento do uso do solo tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Desse modo, existe a necessidade de atualização constante dos registros de uso e ocupação do solo para que suas tendências possam ser analisadas (ROSA, 2007).

Conhecer o uso do território é importantíssimo, pois facilita o planejamento governamental, ajudando na tomada de decisões dos legisladores e planejadores, permitindo melhor elaborar as políticas de uso do solo (CREPANI et al., 2014). O avanço nas tecnologias de informática permite que um administrador público municipal saiba com precisão onde e de que maneira deve intervir nos problemas municipais identificados (MOURA, 2007). Portanto, torna-se fundamental a elaboração e aplicação de metodologias e técnicas para o monitoramento do uso do solo e da cobertura vegetal, a fim de identificar os níveis de deterioração ambiental ao longo do tempo, haja vista que este se constitui como um importante indicador para o planejamento, gestão e o ordenamento territorial. (COSTA et al., 2018). Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de monitorar o uso e ocupação do solo por meio das informações espaço-temporais.

Um exemplo que se destaca é o trabalho realizado por Sano et al. (2010) onde foi realizado o mapeamento da cobertura do solo do bioma Cerrado com base na segmentação e interpretação visual de 170 cenas do satélite Landsat e sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) adquiridas para o ano de 2002. Foram identificadas oito classes de uso do solo e os resultados mostraram que os remanescentes de vegetação natural ainda cobrem cerca de 61% do bioma, porém de forma bastante assimétrica. Enquanto as fisionomias naturais compreendem 90% da parte norte do bioma, apenas 15% permanecem na parte sul.

Mendes et al. (2019) analisaram as mudanças do uso do solo entre os anos 2000 a 2016 no estado do Maranhão. Para a análise temporal da paisagem foram obtidos os dados de uso e ocupação do solo, disponibilizados pelo IBGE, a base de dados e imagens foram geoprocessadas e georreferenciadas no sistema de informações geográficas (SIG). Os resultados comprovaram a intensificação e expansão das atividades antrópicas no estado, com grande conversão das áreas de vegetação nativa por áreas de agropecuária. Foi observado também, uma grande redução da Amazônia e aumento do uso da pastagem e na vegetação campestre, a vegetação predominante do Cerrado foi substituída pela agricultura.

Assis et al. (2014) realizaram o mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE, na porção semiárida do nordeste brasileiro. Foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e técnicas de sensoriamento

remoto. Foi realizada uma classificação não supervisionada do uso e ocupação do solo, onde foi feita a identificação de quatro classes, nos diferentes anos 1985 e 2010. Os resultados mostraram diferentes fases de uso e ocupação do solo, apresentando diferentes causas de sua variação espaço-temporal, incluindo mudanças nos recursos hídricos, na vegetação e consequentemente na ocupação urbana do município.

## **2.2 Sistemas de Informações Geográficas**

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser definido como uma coleção organizada de hardware, de software, de dados geográficos e de pessoal envolvido no trabalho projetado para, eficientemente, capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar todas as formas de informações referenciadas geograficamente (NOGUEIRA et al., 1997; COSTA, 2001).

Segundo Miranda (2005), os SIG são ferramentas que auxiliam na avaliação das simulações de cenários e seus respectivos impactos ambientais, podendo ser utilizados com segurança na observação de mudanças geofísicas, em áreas urbanas e rurais, auxiliando na estimativa de potenciais usos, bem como a modelagem das interações dos vários componentes ambientais que formam a paisagem estudada.

A multiplicidade de usos e visões dessa tecnologia aponta para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização, dificultando uma definição precisa e única (CÂMARA et al. 1996). Longley et al. (2013) definem que os SIG são uma classe especial de sistemas de informação que podem monitorar não apenas os eventos, atividades e outros tipos de informações, mas também a localização das ocorrências. De forma resumida, os autores ainda descrevem que SIG são sistemas computacionais criados para armazenar e processar informação geográfica. Eles são ferramentas que melhoram a eficiência e a efetividade do tratamento da informação de aspectos e eventos geográficos. São muito utilizados no cotidiano para o cumprimento de tarefas úteis.

Fitz (2008) define SIG como um sistema constituído por um conjunto de softwares, que integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados referenciados a um sistema de coordenadas conhecido.

Enquanto Rosa (2005, p.81) define SIG como um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georreferenciadas produzida por meio de

aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referente ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico.

Diante das definições aqui apresentadas, entende-se que o SIG não é apenas uma ferramenta em si. Ele consiste na interação de cinco componentes, de acordo com Rosa (2005):

- Software: formado por um conjunto de programas cuja finalidade é coletar, armazenar, processar e analisar dados geográficos tirando partido do aumento da velocidade, facilidade de uso e segurança no manuseio destas informações, apontando para uma perspectiva multi, intra e interdisciplinar de sua utilização;
- hardware: é o componente físico do sistema envolvendo o computador e seus periféricos, ou equipamentos auxiliares;
- dados: são os materiais brutos que alimentam o sistema e permite gerar informações necessárias. Os dados utilizados em um SIG podem ser originários de diversas fontes, classificadas genericamente em primárias (levantamento direto no campo ou produtos obtidos por sensores remotos) e secundárias (mapas e estatísticas), que são derivadas das fontes primárias.
- pessoas: as pessoas que gerenciam a ferramenta para maximizar os seus resultados;
- metodologias ou técnicas de análise: estão diretamente ligadas ao conhecimento e à experiência do profissional.

Câmara e Medeiros (1996) indicaram como principais características do SIG a capacidade de inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados censitários e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos numéricos de terreno; oferecer mecanismos para combinar as várias informações através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo da base de dados georreferenciados.

Em ambiente SIG, os mapas permitem obter uma visão geral do que vem ocorrendo dentro da área de estudo, sendo aplicado no planejamento agrícola, na capacidade e adequação do uso do solo, na aplicação de modelos matemáticos para a quantificação de impactos ambientais e na realização de diferentes formas de zoneamento agroambiental. A aplicação dos SIGs tem se mostrado uma ferramenta poderosa e eficiente nas diversas áreas do conhecimento, uma vez que possibilita que o processo de tomada de decisão seja realizado de maneira mais fundamentada, considerando dados e informações georreferenciados (SILVA, 2006).

Bassegio et al. (2006) utilizaram o SIG para o mapeamento do uso do solo, com ênfase nas áreas de cobertura vegetal nativa e recursos hídricos, no alto Coxim, MS. Como resultado, foi observada distinção entre o que estabelece a legislação e a realidade atual de uso das terras da bacia, uma vez que poderiam estar sendo utilizados no máximo 74,94%, e não os 91,89% ocupados. Essa situação sinaliza a necessidade da intervenção dos órgãos ambientais no sentido de se promover a recuperação das áreas descaracterizadas.

Nascimento et al. (2009) utilizaram SIG para avaliar as potencialidades e restrições das áreas destinadas à ocupação urbana de João Pessoa, PB. Como resultados, foram gerados mapas na forma de superfície contínua, com graus de aptidão à ocupação urbana variando de 0 (inapto) a 1 (apto). Os resultados mostraram que no município de João Pessoa, da área total de 208,25 km<sup>2</sup>, cerca de 40% foram considerados inaptos para a ocupação urbana.

### **2.3 MapBiomias**

O MapBiomias é um projeto de Mapeamento Anual do uso e cobertura do solo no Brasil, que reúne uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, Sensoriamento Remoto, SIG e ciência da computação. Utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma Google Earth Engine para gerar uma série histórica de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil. (MAPBIOMAS, 2019).

O projeto foi iniciado em 2015, durante um seminário organizado pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa – SEEG, criado pelo Observatório do Clima – OC, que ocorreu na cidade de São Paulo. No evento, foi discutida a possibilidade de produzir mapas anuais de cobertura e uso do solo para todo o território brasileiro de forma mais econômica, rápida e atualizada, comparativamente aos métodos e práticas atuais, e que viabilizassem recuperar o histórico das últimas décadas. A conclusão foi que o projeto poderia ser desenvolvido desde que houvesse uma capacidade de processamento sem precedentes e um alto grau de automatização do processo, além da participação de uma comunidade de especialistas em cada bioma e temas transversais. A partir deste diagnóstico foi estabelecido um contato com a Google, que gerou um termo de cooperação técnica para desenvolver a iniciativa, tendo como base, a plataforma Google Earth Engine. Especificamente, o projeto teve início em julho de 2015 com um treinamento da equipe do MapBiomias sobre o *Google Earth Engine* em *Mountain View*, California (MAPBIOMAS, 2019).

O propósito do MapBiomias é colaborar com o estudo da dinâmica do uso e ocupação da terra, não somente no Brasil, mas também em outros países tropicais tendo como base o desenvolvimento e implementação de uma metodologia confiável, rápida e de baixo custo para produzir os mapas anuais de cobertura e uso do solo do Brasil a partir de 1985 até os dias atuais (e posterior atualização anual) ; criação de uma plataforma para facilitar a transmissão da metodologia para outros países e regiões interessadas utilizando a mesma base de algoritmo; e o estabelecimento de uma rede colaborativa de especialistas nos biomas brasileiros para a realização do mapeamento, e da sua dinâmica de mudanças (MAPBIOMAS, 2019).

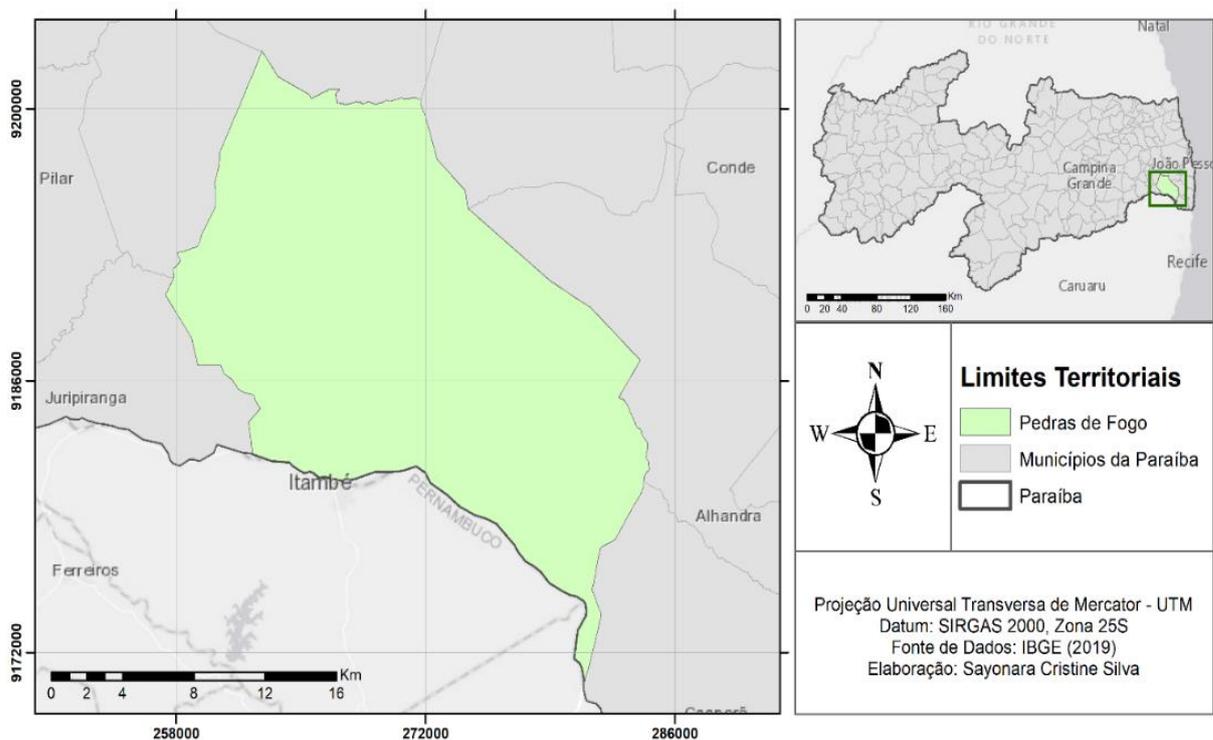
A metodologia de trabalho consiste em processar pixel a pixel das imagens de satélite Landsat disponíveis para cada ano, por meio de algoritmos de aprendizagem de máquina (*machine learning*), utilizando a plataforma Google Earth Engine, que oferece grande capacidade de processamento em nuvem (MAPBIOMAS, 2019).

Souza (2020) utilizou dados do MapBiomias para analisar a evolução das áreas degradadas pela mineração de nióbio e fosfato nos municípios de Catalão e Ouvidor, entre os anos de 1985 e 2019. Lima et al. (2017) com os dados extraídos do MapBiomias analisaram as alterações do uso e cobertura dos solos no município de Brejinho - PE no período entre 2000 a 2016. Já Sousa et al. (2021) utilizaram a ferramenta para analisar a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Soure, Pará. Oliveira (2019) também apresenta aplicações dessa ferramenta para compreender a dinâmica do uso e ocupação do solo, quantificando os padrões espaciais do Bioma Mata Atlântica nas regiões do litoral norte e Agreste Baiano no período de 2000 a 2016.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 2.4 Caracterização da área de estudo

O município de Pedras de Fogo está localizado na Microrregião do Litoral Sul e na Mesorregião da Mata Paraibana, entre as coordenadas 07°31'00" e 07°12'00" de latitude Sul e 35°12'00" e 34°57'00" de longitude Oeste (Figura 1). Esse município está localizado a 56 km da capital João Pessoa, e tem como municípios limítrofes, ao norte Cruz do Espírito Santo, a leste Santa Rita, Alhandra e Caaporã, a sul Itambé (onde faz fronteira na zona urbana) e Goiana, ambos em Pernambuco, e a oeste Juripiranga e São Miguel de Taipu (PONTES, 2009).



**Figura 1.** Localização do município de Pedras de Fogo – PB.

O clima predominante na região de acordo com a classificação climática de Köppen é o tipo As', classificado com clima quente e úmido, com chuvas de outono/inverno que ocorrem a partir de abril, estendendo-se aos meses de junho/julho. A precipitação pluviométrica média anual é de aproximadamente 1.600 mm e a média mensal é em torno de 130 mm (BELTRÃO et. al., 2005). A temperatura média na região varia de 20°C a 30°C, e os meses de julho e agosto possuem as temperaturas mais baixas, podendo chegar à mínima de 20°C. A umidade relativa do ar média é de aproximadamente 80% (BELTRÃO et. al., 2005).

De acordo com o IBGE (2010), o município apresenta uma população de 27.032 habitantes, possui uma área de aproximadamente 406.729 km<sup>2</sup>, cuja densidade demográfica é em torno de 67,51 hab/km<sup>2</sup>. A região ou mesorregião da mata Paraibana por sua posição privilegiada apresenta condições climáticas favoráveis às explorações agropecuárias (PONTES, 2009).

Pedras de fogo é um município tradicionalmente agrícola, possui como principal fonte da economia, a produção de cana de açúcar, abacaxi e mandioca. Sendo, a cana de açúcar e o abacaxi apresentado como as culturas mais significativas em termos de produção e rendimento econômico (MOREIRA E TARGINO, 1997). O município vivenciou o rápido processo de transformações na paisagem, fomentado, pelo desenvolvimento acelerado da cultura canavieira que ocorreu com mais estabilidade na década de 1970, com o advento do Pró-álcool, provocando a substituição da lavoura de subsistência pelo plantio de cana-de-açúcar, o que tornou a região conhecida pela grande produção de cana (CAVALCANTI, GONÇALVES, SORRENTINO E DE SOUZA, 1993).

O município está situado na bacia hidrográfica do rio Gramame, sendo o rio Gramame o principal curso d'água, e tendo como principais afluentes os rios Mumbaba, Mamuaba e Água Boa. A bacia do rio Gramame é de grande importância, pois é responsável pelo abastecimento da região metropolitana de João Pessoa (LIMEIRA, 2008; SILVA, 2015). Silva (2015) destaca que o desmatamento promovido pela monocultura da cana de açúcar na década de 1970 amplificou o processo de assoreamento em boa parte destes corpos hídricos.

Oliveira (2016) realizou uma análise espaço-temporal da cobertura vegetal por meio dos parâmetros biofísicos na Bacia do Rio Gramame, localizada no Estado da Paraíba. Foram identificadas seis classes temáticas de uso e ocupação para a bacia do Rio Gramame e os resultados obtidos verificaram que as classes que não apresentaram grandes mudanças foram as áreas com a presença de água e a área urbana, que expuseram alterações menores que 1%. Houve também uma expressiva diminuição das áreas de vegetação de porte arbóreo e arbustivo, e um aumento significativo das áreas de solo exposto e, principalmente, de vegetação rasteira, que foi em torno de 21,3%. Esses resultados comprovaram que o processo de modificação do uso e ocupação do solo na bacia se intensificou consideravelmente, alterando a sua paisagem natural.

## 2.5 Aquisição dos produtos do MapBiomias

Os dados do projeto MapBiomias foram acessados por meio de um *Toolkit* preparado no Google Earth Engine – GEE. Esta ferramenta exporta tanto o mapa como a estatística de área para as geometrias e períodos selecionados. O *toolkit* de mapas de uso e cobertura da terra pode ser acessado na página do projeto. Para esta pesquisa foram utilizados os mapas de uso e ocupação do solo do projeto MapBiomias, da Coleção 6. Foram adquiridos do MapBiomias os mapas de uso de cobertura do solo dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020, em seguida foi processada a imagem e feito o recorte pelo município de Pedras de Fogo.

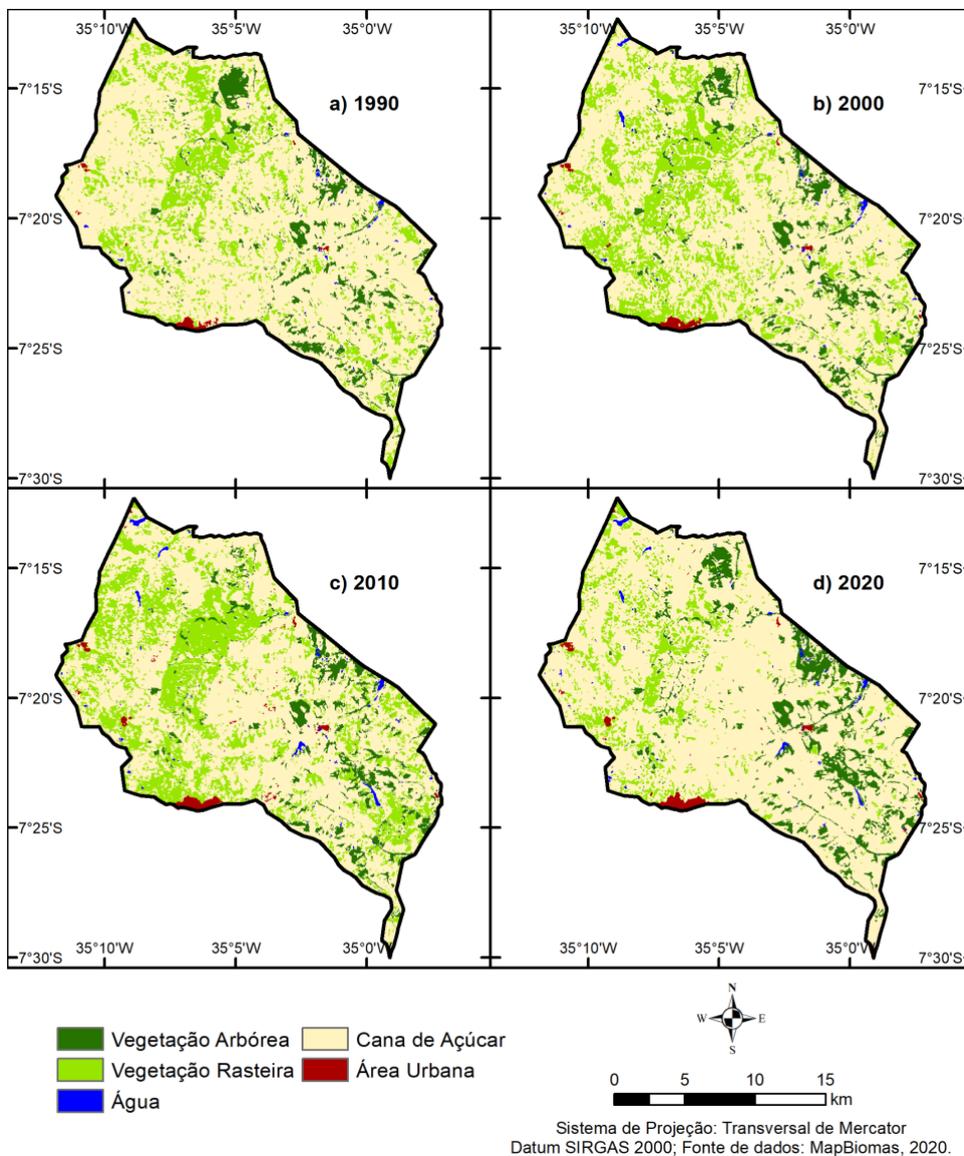
O mapeamento de uso e cobertura da terra realizado pelo MapBiomias abrange uma escala nacional, nesse sentido se fez necessário a reclassificação das imagens, que tiveram suas classes de cobertura do solo adaptadas para a escala local do município. De acordo com os dados do MapBiomias, foram encontradas cinco classes de uso e ocupação, sendo elas: Vegetação Arbórea, grupo de espécies constituídas por árvores de grande porte, como Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Mata das Araucárias e Mata dos Cocais, Vegetação Rasteira, vegetação pouco desenvolvida, que devido à falta de luminosidade e água não crescem a uma altura significativa, Cana de Açúcar, Área Urbana e Água.

Após a reclassificação da imagem, foram calculadas as áreas de cada classe para cada ano analisado, para que pudesse ser realizada a análise quantitativa das mudanças de uso e ocupação no município e a partir das planilhas, foi possível gerar, uma tabela, calculando as porcentagens que cada classe representou e as diferenças nas classes entre os anos, para os anos de 1990, 2000, 2010 e 2020.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados alcançados, foi possível estabelecer uma análise visual e quantitativa das mudanças de uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo. A Figura 2 apresenta os resultados de uso e ocupação do solo no período analisado.

A análise visual da Figura 2 aponta a predominância da classe cana de açúcar no ano de 1990, essa situação provavelmente ainda é reflexo do Pró-ácool, nos anos 2000 e 2010 a área da cana de açúcar diminuiu, dando lugar a classe de vegetação rasteira. No ano de 2020 a cana de açúcar volta a predominar, percebe-se ainda um aumento na representação da classe Área urbana, principalmente entre os anos de 2000 e 2010.



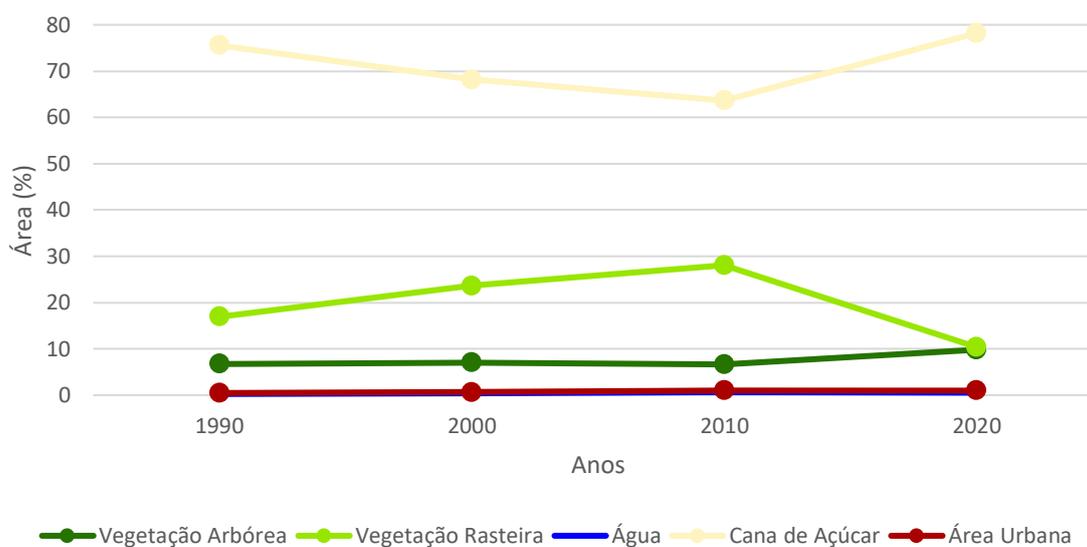
**Figura 2.** Uso e ocupação do solo em Pedras de Fogo no período de 1990 a 2020

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise quantitativa das mudanças de uso e ocupação no município.

Classe	1990		2000		2010		2020	
	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)						
Vegetação Arbórea	27,94	6,74	29,24	7,05	27,55	6,65	40,71	9,82
Vegetação Rasteira	70,30	16,96	98,07	23,65	116,33	28,06	43,08	10,39
Água	1,05	0,25	1,82	0,44	2,74	0,66	2,43	0,59
Cana de Açúcar	313,34	75,58	282,73	68,20	263,78	63,63	324,20	78,20
Área Urbana	1,95	0,47	2,72	0,66	4,17	1,00	4,14	1,00

**Tabela 1.** Áreas e percentuais de uso e ocupação do solo em Pedras de Fogo no período de 1990 a 2020.

A Figura 3 apresenta um gráfico com os percentuais de ocupação de todas as classes para o período de 1990 a 2010.



**Figura 3.** Percentuais de uso e ocupação do solo em Pedras de Fogo no período de 1990 a 2020.

Conforme foi apontado na análise visual da Figura 2 e de acordo com a figura 3, no ano de 1990, houve a predominância da cana de açúcar na área de estudo, com uma área de 313,34 km<sup>2</sup>, representando 75,58% da área do município, seguido da vegetação rasteira, com área de 70,30 km<sup>2</sup> ou 16,96% da área. No ano 2000 houve uma diminuição da área de cana de açúcar para 282,73 km<sup>2</sup>, ou 68,20% da área, dando lugar a vegetação rasteira que apresentou um aumento em relação ao ano de 1990, passando a ocupar uma área de 98,07 km<sup>2</sup>, 23,65% da área do município.

Esse comportamento continua no ano de 2010, com a cana de açúcar ocupando 263,78 km<sup>2</sup>, representando 63,63% da área, enquanto a vegetação rasteira aumentou para 116,33 km<sup>2</sup>, ou 28,06%.

No ano de 2020 houve uma mudança, a cana de açúcar passou a ocupar uma área de 324,20 km<sup>2</sup>, representando 78,20%, enquanto a vegetação rasteira diminuiu para 43,08 km<sup>2</sup>, ou 10,99%.

A vegetação arbórea não apresentou mudanças significativas entre os anos de 1990 e 2010, porém em 2020 ela apresentou um aumento em relação aos anos anteriores de quase 50%, com área de 40,71 km<sup>2</sup> ou 9,82%.

A classe de área urbana ocupava uma área de 1,95 km<sup>2</sup> em 1990 e 2,72km<sup>2</sup> em 2000, representando 0,47% e 0,66% respectivamente, no ano de 2010 esta classe passa a ocupar uma área de 4,17 km<sup>2</sup> ou 1% da área do município, um aumento expressivo, provocado, principalmente, pela abertura de novas loteamentos na zona urbana do município.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as alterações do uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo, entre os anos de 1990 e 2020.

A partir dos procedimentos metodológicos adotados foram obtidos resultados considerados de grande importância para o entendimento da dinâmica espaço temporal do município, tendo em vista a importância deste em relação a preservação das nascentes dos rios que fazem parte do sistema de abastecimento hídrico da região metropolitana de João Pessoa.

Foi possível identificar a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Pedras de Fogo ao longo do período de 1990 a 2020. Observou-se uma predominância da classe de Cana de Açúcar em todo o período estudado, com ocupação média de 71,40 % da área do município. Indo de encontro ao que foi colocado como hipótese do trabalho, de que o município vem sofrendo com as mudanças de uso e ocupação do solo, provocado principalmente pelo avanço da monocultura de cana de açúcar.

Sendo assim, afirma-se que o estudo apresentou resultados satisfatórios e importantes para o entendimento do uso e ocupação do solo no município, e recomenda-se um monitoramento das mudanças, bem como a implantação de práticas conservacionistas, como, o controle de queimadas, reflorestamento, cercamentos de nascentes, enriquecimento da vegetação, entre outras medidas que preservem, principalmente as áreas de proteção dos mananciais hídricos.

## REFERÊNCIAS

- AZCUTIA, Camila de Souza. Análise temporal de áreas degradadas pela mineração de nióbio e fosfato no sudeste de Goiás: uma contribuição do sensoriamento remoto a partir da plataforma MapBiomias. 2020.
- BASEGGIO, Jacqueline; CARAMORI, TB de A.; SORIANI, A. R. SIG para mapeamento do uso do solo, com ênfase nas áreas de cobertura vegetal nativa e recursos hídricos, alto Coxim, MS. 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande. Anais... Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 312-320, 2006.
- BELTRÃO, B. A.; MORAIS, F.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; MENDES, V. A. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea da Paraíba: Diagnóstico do município de Pedras de Fogo. CPRM/PRODEEM, 2005.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. Sistemas de Informações Geográficas Aplicações na Agricultura. Brasília: EMBRAPA, 1998, 2 ed., p. 3-11.
- Cavalcanti, M. H., Gonçalves, R. C., Sorrentino, R. S., & de Souza, V. L. 1993. Uma História de Pedras de Fogo. João Pessoa: Universitária UFPB.
- COSTA, Fabliciane Finizola. Avaliação Ambiental em Áreas de Nascentes na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Gramame - PB. Orientador: Hamilcar José Almeida Filgueira. 2011. 98 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa - PB, 2011.
- COSTA, Samir Gonçalves Fernandes. Análise da Evolução do Uso e Ocupação do Solo e das perdas de solo na Bacia Experimental do Riacho Guaraíra - 2013. Monografia – Graduação em Geografia (Bacharelado) Universidade Federal da Paraíba, 2012. p. 53.
- CREPANI, E. MEDEIROS, J. S. FILHO, P. H. FLORENZAO, T. G. DUARTE, V. BARBOSA, C. C. F. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológicoeconômico e ao ordenamento territorial. 1.ed. São Paulo. Instituto nacional de pesquisas espaciais. 2001.
- DE SOUZA, Fernando Gomes et al. Mapeamento do uso e cobertura do solo em mesorregiões do Estado de Rondônia. Research, Society and Development, v. 9, n. 8, p. e564985522-e564985522, 2020.
- DE ASSIS, Janaina Maria Oliveira et al. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco–PE nos anos de 1985 e 2010. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, n. 05, p. 858-869, 2014.
- EE Sano, R Rosa, JLS Brito, LG Ferreira - Environmental monitoring and assessment, 2010.
- FITZ, P. R. Geoprocessamento sem complicação. 3.ed. revisada e ampliada. São Paulo. 2013. 26p. IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de uso da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 3 ed. 2013.
- LEITE, M. E.; SANTOS, I. S.; ALMEIDA, J. W. L. Mudanças de uso do solo na bacia do rio Vieira, em Montes Claros – MG. Revista Brasileira de Geografia Física. n.04, 2011.
- LEITE, Emerson Figueiredo; ROSA, Roberto. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v. 4, n. 12, 2012.

- LIMEIRA, M.C, M. Capitação Social como estratégia para a restauração de rios: gestão adaptativa e sustentável. Tese de Doutorado em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. 2008.290p.
- LONGLEY, P. et al. Geographic information systems and science. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.
- MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2005.
- MOREIRA, Emília; TARGINO, Ivan. Capítulos de geografia agrária da Paraíba. João Pessoa: Universitária/UFPB, 1997. 332p.
- MOURA, Ana Clara Mourão et al. Desenvolvimento de aplicativos de Geoprocessamento para Planos Diretores Municipais em Minas Gerais, Brasil. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p.5057-5082.
- NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; DE OLIVEIRA, Ivanilton José. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia-GO (1986-2010). Boletim goiano de geografia, v. 31, n. 2, p. 113-127, 2011.
- NETO, Silvana Fernandes et al. ESTUDO FISIOGRAFICO DA MICROBACIA HIDROGRAFICA RIACHO FUNDO, PARAÍBA, BRASIL. **Unidade de Tecnologias Integradas para Conservação de Recursos Hídricos**, p. 12.
- NOVO, E. M. L. de M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1995.
- PONTES, J. S.; Qualidade da água subterrânea no espaço urbano do município de Pedras de Fogo – PB: análise espacial das áreas de risco à saúde humana. Dissertação de Mestrado. 2009.
- PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 15/10/2021 através do link: <https://mapbiomas.org/>
- ROSA, Roberto. Introdução ao sensoriamento remoto. Uberlândia: Ed. UFU, 2007.
- ROSA, Roberto. Geotecnologias na geografia aplicada. Revista do Departamento de Geografia, v. 16, p. 81-90, 2005.
- SANTOS, André Luiz Conceição; SANTOS, F. dos. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Vaza-Barris, Sergipe. Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico, v. 10, p. 57-67, 2010.
- SCHLINDWEIN; J. R. DURANTI; R. R. CEMIN; G. FALCADE; I. AHLERT; S.; Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS; Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007.
- SILVA, Cleiton de Souza et al. Avaliação dos impactos ambientais causados na nascente do Rio da Prata/PB pelas plantações de cana-de-açúcar. 2015.
- SOUSA, Jonatha Ribeiro de; SILVA, Jessica do Socorro Lima da. Análise espaço temporal da dinâmica do uso e ocupação do solo do município de Soure, Pará. 2021.