

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANA CLARA BAIMA ARAÚJO

ANÁLISE DA COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE
ITAPECURU MIRIM – MA

Chapadinha - MA

2022

ANA CLARA BAIMA ARAÚJO

**ANÁLISE DA COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE
ITAPECURU MIRIM – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Agrícola da
Universidade Federal do Maranhão como
requisito parcial para a obtenção do título de
Engenheira Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Marcus Willame Lopes
Carvalho

Chapadinha - MA

Julho – 2022

ANA CLARA BAIMA ARAÚJO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrícola.

TCC defendida e aprovada, em 29 de julho de 2022, pela Comissão Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Marcus Willame Lopes Carvalho

Orientador

Esp. Marcelino Brito da Silva

Examinador

Prof^a. Dra. Kamilla Andrade Oliveira

Examinador

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Araújo, Ana Clara Baima.

A DA COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE ITAPECURU MIRIM
: Análise da cobertura da terra no município de Itapecuru
Mirim-MA / Ana Clara Baima Araújo. - 2022.
40 f.

Orientador(a): Marcus Willame Lopes Carvalho.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha, 2022.

1. AÇÃO ANTRÓPICA. 2. COBERTURA DA TERRA. 3.
MAPEAMENTO. I. Carvalho, Marcus Willame Lopes. II.
Título.

DEDICATÓRIA

A Deus, meus pais e a mim. Obrigada
por tudo, amo vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, obrigada por sempre fortalecer a minha fé, por me dar forças, proteger e por permitir essa conquista. A Maria, nossa mãe, com seu manto me protegeu nessas estradas, sempre passando na frente.

Aos meus pais, Zélia Maria Baima Araújo e Carlos Magno Silva Araújo, que sempre foram meus maiores incentivadores, apoiadores e lutaram ao meu lado nessa batalha chamada graduação, minha eterna gratidão, vocês são meu alicerce, amo vocês.

Aos “zamigos”, vocês são espetaculares, Deus me enviou os melhores, obrigada por toda a força, por sempre acreditarem em mim, amo vocês.

A Pastoral da Juventude, minha base católica, obrigada por todos os ensinamentos e por não ter desistido de mim. Foi uma loucura esses cinco anos, conciliar as duas atividades, de graduação e coordenação diocesana, graças a vocês, eu consegui.

Aos meus amigos e colegas que mesmo distantes, sempre me enviaram boas energias e torcem pelas minhas conquistas. Meus sinceros agradecimento, amo vocês.

As “6”, essas mulheres maravilhosas e inspiradoras que me fizeram ser melhor. A força de vocês é minha força, a luta ao lado de vocês é melhor, obrigada.

Ao meu professor orientador Marcus Willame, obrigada pelo sim, pelos conselhos, incentivos e por todos os esforços para que eu concluísse este trabalho, não tenho palavras suficientes para agradecer, pode sempre contar comigo.

Aos amigos que conquistei na graduação, foram tantos momentos desesperadores e alegres, ter vocês ao meu lado foi essencial, obrigada.

Aos professores que tive durante a minha graduação, obrigada por todo o conhecimento transmitido.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 O MUNICÍPIO DE ITAPECURU MIRIM	14
3.1.1 ASPECTO FÍSICO-GEOGRÁFICAS	14
3.1.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	17
3.2 IMPACTO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	18
3.3 SENSORIAMENTO REMOTO	19
3.4 GEOPROCESSAMENTO NO MONITORAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	20
4. MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO DO MUNICÍPIO ITAPECURU MIRIM	22
4.2 BASE DOS DADOS	23
4.3 SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN (SCP)	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
5.1 ANÁLISE DA COBERTURA DA TERRA	29
6. CONCLUSÕES	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Municípios na Bacia hidrográfica do rio Itapecuru – Maranhão.....	16
Figura 02. Localização da Área de Estudo.....	23
Figura 03. Composição das bandas 3, 2, 1 a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.....	25
Figura 04. Composição das bandas 4, 3, 2 a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.....	26
Figura 05. Composição das bandas 5, 4, 3 a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.....	27
Figura 06. Composição das bandas 6, 5, 4 a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.....	27
Figura 07. Mapa da cobertura da terra de Itapecuru Mirim a partir do sensor TM Landsat 5 de 20 de junho de 1984.....	29
Figura 08. Gráfico da cobertura da terra de Itapecuru Mirim MA a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.....	30
Figura 09. Mapa da cobertura da terra de Itapecuru Mirim a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.....	31
Figura 10. Gráfico da cobertura da terra de Itapecuru Mirim MA a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.....	32
Figura 11. Enchente do Rio Itapecuru na cidade de Itapecuru Mirim – MA.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Identificação do satélite e imagens orbitais.....	23
Tabela 02. Bandas do satélite LANDSAT 5.....	24
Tabela 03. Bandas do satélite LANDSAT 8.....	24
Tabela 04. Classes da ocupação da terra.....	28
Tabela 05. Área correspondente às classes de uso e cobertura da terra de Itapecuru Mirim, MA a partir de imagens do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.....	30
Tabela 06. Área correspondente às classes de uso e cobertura da terra de Itapecuru Mirim, MA a partir de imagens do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.....	32

RESUMO

As transformações provocadas no ambiente pelas ações antrópicas espelham mudanças consideravelmente no equilíbrio dos ecossistemas naturais, sobretudo no transcorrer das últimas décadas, com o crescimento populacional e o desenvolvimento de urbanização, onde se aumentaram os impactos da interferência humana na paisagem. O estudo objetivou quantificar as alterações ocorridas na cobertura da terra do município de Itapecuru Mirim – Maranhão, em dois períodos (1984 e 2020) fazendo uso de ferramentas do geoprocessamento através de sensores. Os sensores utilizados foram do Landsat 5 (sensor TM), relativos ao ano 1984 e Landsat 8 (sensor OLI), relativo ao ano de 2020. Utilizou-se o software Livre QGIS para o processamento digital das imagens e o complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) para classificação. Foram estabelecidas seis classes de cobertura da terra: área urbanizada, solo exposto, mata nativa, savana, agricultura e corpo hídrico. Para o período estudado os resultados apresentaram que houve redução da classe mata nativa e o aumento das classes área urbanizada, solo exposto, savana, agricultura e corpo hídrico no período estudado, acompanhando desenvolvimento e crescimento da população do município. Por conseguinte, destaca-se que análise da cobertura da terra através de técnicas de geoprocessamento constitui uma técnica útil ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, possibilitando avaliar e monitorar mudanças na vegetação ao longo do tempo.

Palavras-chave: Cobertura da terra; Mapeamento; Ação Antrópica.

1. INTRODUÇÃO

As transformações provocadas no ambiente pelas ações antrópicas proporcionam mudanças consideráveis no equilíbrio dos ecossistemas naturais, sobretudo no transcorrer das últimas décadas, com o crescimento populacional e o desenvolvimento de urbanização, em que se aumentaram os impactos da interferência humana na paisagem. Estes processos transformaram toda a estrutura ecológica e social, provocando, assim, uma maior fragilidade e vulnerabilidade do ambiente (CARVALHO et al., 2019).

A degradação ambiental no Brasil e, especialmente, na região Nordeste decorrente do uso intenso dos recursos naturais pelas atividades humanas, tem transformado consideravelmente o perfil de sua paisagem resultando em áreas com solos compactados, excesso de desmatamento, erosão, assoreamento dos rios e perda da biodiversidade (J FALCÃO SOBRINHO, 2006).

Identificar a relação entre o ambiente e as políticas de uso e cobertura da terra é importante para revelar os problemas ambientais, uma das formas de descrever os efeitos do manejo da terra é a quantificação dos padrões da paisagem. Nesse contexto, o sensoriamento remoto é uma das ferramentas mais importantes para o monitoramento das mudanças da cobertura e do uso do solo (MALDONADO, 2001).

Os sensores utilizados em Sensoriamento Remoto basicamente registram a radiação eletromagnética – uma energia transmitida pelo espaço na forma de ondas elétricas e magnéticas (Star & Estes, 1990). Convertendo-se em sinal passível de ser registrado (imagens) para uma posterior extração de informação do ambiente (CABRAL et al., 2008).

Técnicas de sensoriamento remoto têm sido utilizadas em estudos temporais de análise das mudanças da cobertura e uso do solo (Gómez et al., 2011; Foody, 2010). Atualmente, existem diversos sensores remotos com resoluções espaciais, temporais e espectrais diferentes que vêm sendo utilizados para compreensão desses processos (Amiri et al., 2009; Carreiras et al., 2006). Nessas aplicações o principal interesse é compreender as mudanças ocorridas na paisagem ao longo do tempo.

A cobertura vegetal pode ser considerada um indicador da qualidade de vida de seus habitantes, conforme indicativos da Organização Mundial de Saúde (ROSSET; PINTO; ALMEIDA, 2007).

O conhecimento e o monitoramento do uso e ocupação da terra são primordiais para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências

possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, pela caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste a terra.

Araújo Filho et. al. (2007, p. 171) explicam que a “obtenção de informações detalhadas e precisas sobre o espaço geográfico é uma condição necessária para as atividades de planejamento e tomada de decisões”. Ter esse conhecimento é uma ferramenta fundamental para os gestores públicos, tanto como os privados, tendo em vista que com essas informações será possível realizar planejamento que visam técnicas que possam conservar e preservar os recursos naturais.

Utilizando essas tecnologias é possível construir um banco de dados que possuem todas essas informações e mapeamentos das áreas verdes urbanas, rurais, quantificar o conjunto de áreas urbanas que apresentam cobertura vegetal, arbórea, arbustiva ou rasteira, índice de arborização, de preservação permanente e de poluição que contribuem de modo significativo para o conforto da população e o equilíbrio ambiental nas cidades (MENDONÇA, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar as alterações ocorridas na cobertura do solo do município de Itapecuru Mirim – MA, nos anos de 1984 e 2020.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a classificação da cobertura da terra no município.
- Gerar mapas temáticos de cobertura do solo.
- Fornecer dados que contribuam com a preservação e conservação dos sistemas ambientais de Itapecuru Mirim.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O MUNICÍPIO DE ITAPECURU MIRIM

São limitados os registros históricos sobre a região, principalmente pelo período de estagnação econômica que passou. O primeiro registro data do final no século XVIII, em 25 de agosto de 1768, quando o Rei de Portugal Dom José comunicou ao Governador do Maranhão que tinha recebido, dos moradores da Ribeira do Itapecuru, um pedido da expedição de alvará de confirmação da vila de 12 de setembro de 1767, o qual dizia ter sido fundado por ordem régia pelo desembargador Manoel Sarmento. (Diagnóstico Municipal, 2010). Respeitando a ordem vinda do Rei, em 6 de agosto de 1768 o governador comunicou que houverá ordem régia para criação da vila, por a Ribeira do Itapecuru ser local bem povoado e com habitantes habilitados para ocupar cargos públicos que a coroa solicitava, essa criação se tornou muito útil. Apenas em 1870 foi elevada à categoria de Cidade por meio da Provisão Régia de nº. 919 de 21 de julho de 1870, inicialmente com uma extensão territorial de 2.612,50 km², no decorrer dos anos foi sendo desmembrada, perdendo parte dessa área e tendo atualmente 1480.641 km².

De acordo com os dados do IBGE (2010) a população itapecuruense era de 62.110 pessoas, com cerca de 34.668 habitantes residindo no espaço urbano e 27.442 no espaço rural, sendo que a incidência de pobreza no município é de 58,88% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 49,86% (CORREIA FILHO et al., 2011).

Segundo o Diagnóstico Municipal (2010), Itapecuru-Mirim tem sua economia baseada na agricultura, pesca, produção, extrativismo vegetal e a pecuária, assim como o setor comercial e de serviço. Em 2019, o Produto Interno Bruto – PIB da cidade somou R\$553.391,26 milhões, conforme os dados disponibilizados pelo IBGE, ocupando a 22ª posição do PIB do estado do Maranhão, sucedendo o setor agropecuário com R\$ 18.217,93 milhões, indústria R\$ 55.126,28 milhões, arrecadação de impostos R\$ 56.751,18 milhões e o de serviços com a maior contribuição no valor (Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social) de R\$ 423.295,86 milhões.

3.1.1 ASPECTO FÍSICO-GEOGRÁFICAS

O regime climático da região onde o município está localizado, de acordo a

classificação de Köppen é tropical (AW') subúmido, sendo separado por dois períodos diferentes: um período mais chuvoso entre os meses de janeiro até junho aproximadamente, alcançando o maior pico no mês de abril com 303 milímetros de precipitação, e o outro de estiagem, que ocorre de julho até dezembro. Por conta da sua topografia e localização a cidade possui temperaturas elevadas, variando de 23 °C a 37 °C e raramente é inferior a 21 °C ou superior a 39 °C. (“Clima, condições meteorológicas e temperatura média por mês de Itapecuru Mirim (Brasil) - Weather Spark”, [s.d.])

A base geológica do município está constituída por rochas sedimentares da formação Itapecuru datado do Terciário Inferior e Barreiras pertencentes à Bacia do Parnaíba. Ocorrem os domínios das rochas sedimentares, constituído pela formação Itapecuru, formada de arenitos e folhelhos e pelo Grupo Barreiras constituído de arenitos (ALMEIDA, 2000).

Formação Itapecuru (K12it). Campbell (1948) foi quem primeiro relatou essa unidade, nomeando-a de formação Serra Negra. Consequentemente, passou a usar o termo Itapecuru, atribuindo-lhe a idade cretácea, posicionando-a, com discordância local, sobre a formação Codó. A Formação Itapecuru possui composição abrangendo arenitos de granulação fina e coloração cinza-claro ou avermelhada; ocorrem intercalações de folhelhos, argilitos e siltitos, bem como níveis de arenitos finos com intensa cimentação carbonática, sendo comuns as estratificações cruzadas (DE, 2012).

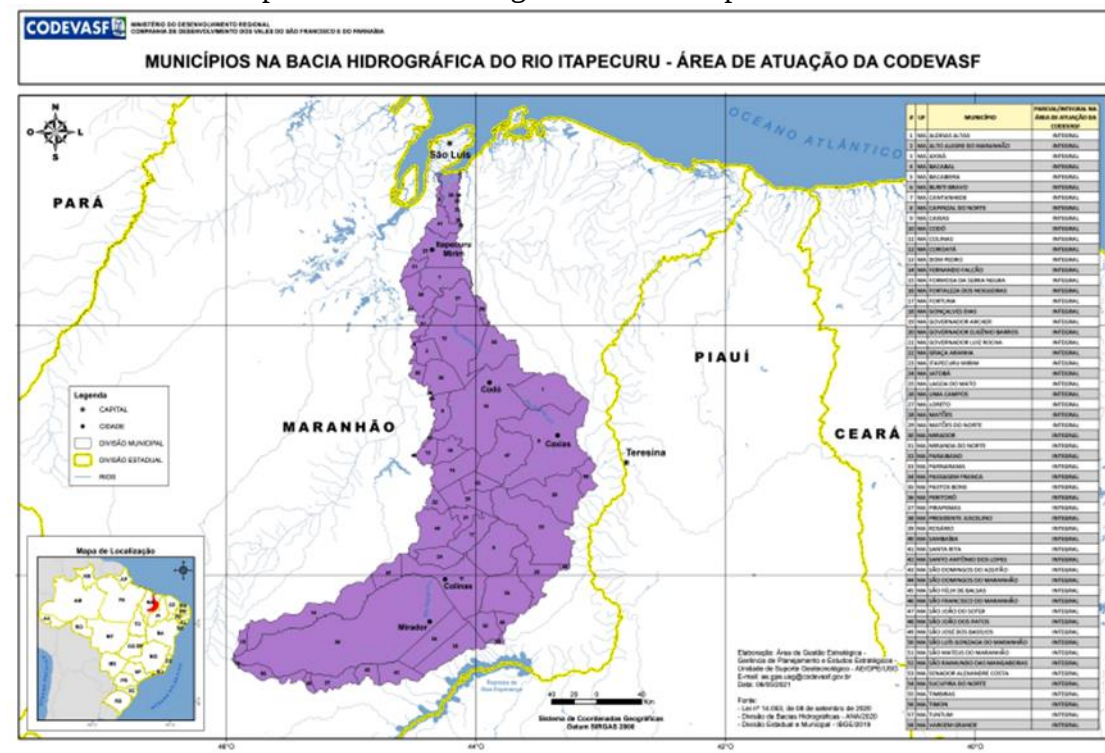
Grupo Barreiras (ENb). A denominação Barreiras, com sentido estratigráfico, foi empregada pela primeira vez por Moraes Rego (1930 apud SANTOS et al., 1984) que, estudando a região oriental da Amazônia, chamou a atenção para a semelhança entre os sedimentos terciários que constituem os baixos platôs amazônicos e os que formam os tabuleiros das costas brasileiras norte, nordeste e leste. Segundo Almeida (2000), o Grupo Barreiras datado da Era Cenozóico do Período Terciário é constituído por siltitos amarelados a ocre, macios e homogêneos, já areias são esbranquiçadas, finas, quartzosas, argilitos avermelhados e amarelados, siltitos e arenitos finos, avermelhados, arenitos finos a médios, avermelhados e amarelados, imaturos, conglomerados desorganizados, com seixos e matações de canga ferruginosa.

Os solos predominantes são da classe dos plintossolos, sujeitos a um excesso de umidade durante um período de tempo, devido a diferenças texturais entre horizontes arenosos e argilosos. Há também a presença do plintossolo concrecionário e argissolo vermelhoamarelo concrecionário (UEMA, 2002). A cidade se depara na área da

vegetação de transição entre a Amazônia e o cerrado, exibindo, deste jeito, vegetação formada de babaçuais e em outra se evidencia as árvores típicas de grande porte da floresta, como os ipês e murta, que apesar disso se unem com babaçu do cerrado, concebendo um tipo especial de vegetação.

Itapecuru Mirim faz parte da bacia hidrográfica do Itapecuru Mirim, com uma área de cerca de 53.156,30 km², compreende um formato irregular, estreita nas cabeceiras e na desembocadura, e larga na parte central onde atinge aproximadamente 120 km. Corresponde a 16% do território do Maranhão e compreende 58 municípios, sendo que 16 estão totalmente inseridos no vale, e os demais 42 situam-se parcialmente na bacia e população residente na bacia de 1.759.871 habitantes (Codevasf/IBGE, 2020).

FIGURA 01. Municípios na Bacia hidrográfica do rio Itapecuru – Maranhão



Fonte: Codevasf (2019)

A bacia do rio Itapecuru é um dos principais mananciais do estado e é responsável pelo abastecimento da região metropolitana da capital. O desmatamento, a adoção de práticas agropecuárias inadequadas e o lançamento de esgoto doméstico sem o devido tratamento são os principais fatores causadores da degradação de suas águas (Codevasf/IBGE, 2020). Por essa razão o Rio Itapecuru se tornou causa de preocupação,

os governos aumentaram suas ações em busca de tentar salvá-lo da degradação.

Nessa busca por soluções foi criado o Plano Nascente Itapecuru: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, realizado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - Codevasf. Em que, tem como objetivo definir uma relação de equilíbrio entre o desenvolvimento humano e o meio ambiente nessa bacia, introduzindo um conceito de recurso disponível para exploração racional, além da simples sobrevivência, visando melhorar a qualidade de vida das populações que ali vivem, e dela dependem para alcançarem o desenvolvimento sustentável (Codevasf/IBGE, 2020).

3.1.2 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O município possui 31 estabelecimentos de saúde, sendo 3 da rede privada e 28 públicos, um hospital regional estadual chamado Adélia Matos Fonseca contendo 87 leitos separados entre urgência/emergência, internação e consultórios (pré-parto, pediatria, clínica médica e cirúrgica, odontológico). Além disso, também realiza exames de raios-X, eletrocardiograma, ultrassonografia, laboratórios (terceirização SUS), etc.

No ano de 2019 Itapecuru matriculou 19.480 alunos, entre as escolas particulares, estaduais e municipais, sendo que em 2021 teve uma queda para 18804, este fato ocorreu em decorrência da pandemia. Atualmente possui 81 estabelecimentos de ensino fundamental e 12 do médio, sendo que as escolas do município na zona urbana, neste período de pandemia foram todas reformadas, trazendo o bem estar aos alunos e funcionários.

A distribuição da energia elétrica é realizada pelo Grupo Equatorial que presta este serviço através das concessionárias Equatorial que engloba os estados do Maranhão, Piauí, Pará, Alagoas, Rio Grande Do Sul e Amapá.

A responsabilidade do abastecimento de água na cidade é da Companhia de Saneamento Ambiental do Maranhão – CAEMA, em relação à zona rural é por meio dos poços artesianos, geralmente construídos pelos moradores ou por comunidades. O município possui um sistema de escoamento superficial dos efluentes domésticos e pluviais que é lançado em curso d'água permanente, e a disposição final do lixo urbano, não é feita adequadamente em um aterro sanitário (CORREIA FILHO et al., 2011).

Poucos são as residências que têm seus lixos coletados, a maioria lançam no rio, igarapés, terreno baldio ou são queimados. Por consequência, o lixo não recebe o tratamento adequado, pois não há tratamento do chorume, dos gases produzidos pelos

dejetos urbanos, nem dos efluentes domésticos e pluviais, como forma de reduzir a contaminação dos solos, a poluição dos recursos naturais e a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica (CORREIA FILHO et al., 2011).

3.2 IMPACTO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938/81), degradação ambiental é qualquer “alteração adversa das características do meio ambiente” (art.3º, inciso II), neste sentido observa-se que trata de um “conceito amplo que abrange vários casos como prejuízo à saúde, ao bem-estar das pessoas, às atividades sociais e econômicas, à biosfera, etc” (LIMA et al., 2008c, p. 1).

Conforme a Resolução 001/86 – CONAMA conceitua-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

O impacto das atividades antrópicas sobre o meio ambiente não é uma ocorrência recente. Ao longo das décadas, tem-se constatado um desencadeamento dos contribuintes e agravantes da degradação ambiental vivenciada mundialmente, que vão desde a chegada do desenvolvimento das atividades agrícolas, cruzando a Revolução Industrial, até chegar ao atual modo de vida capitalista (BORGES; TACHIBANA, 2005).

Nos últimos anos ficou explícito que as ações antrópicas foram responsáveis pela degradação ambiental, especialmente nos locais da zona urbana, em que seu crescimento foi de uma forma intensa, causando modificações nos ecossistemas e devastação. Itapecuru-Mirim vem atravessando por uma expansão considerável de suas aptidões comerciais, industriais, dessa maneira se tornando uma sede atraente e formadora de progresso econômico para a região. Por conta desse crescimento vem sofrendo problemas relacionados à inundação, erosão, nível do lençol freático, recalques do solo, etc.

A fim de ter esse controle dessa expansão foi implantado o Plano Diretor Participativo que tem como base: a posse de todos os estudos, leis e análises (Estudo das Características Físicas e Antrópicas Homogêneas das Unidades Territoriais, do Macrozoneamento Territorial, entre outros) estabelece o conceito das Unidades de

Planejamento - UP, que constituem porções da zona urbana ou rural, constituídas por áreas com continuidade geográfica definida a partir de indicadores de integração e compartimentação, como bacias hidrográficas, uso e ocupação do solo, abastecimento, tipologia de edificações, sistema de circulação, custo da terra e barreiras físicas; tendo como fatores determinantes de seus perímetros, a acessibilidade, aspectos ambientais, culturais, históricos e socioeconômicos.

Apesar da existência do Plano Diretor Participativo e da Lei Nº 1155 de 28 de dezembro de 2009, que institui o código municipal de meio ambiente da cidade, em que estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Deve ter ficado apenas no papel desde a implementação e criação, pois não há relatos sobre sua aplicação, apesar de que a atual gestão municipal tem mostrado interesse em mudar esse fato.

3.3 SENSORIAMENTO REMOTO

Nas bibliografias são identificadas numerosas maneiras e especificações adotadas no conceito de sensoriamento remoto. Novo (1989) considera o sensoriamento remoto como sendo uma tecnologia que possibilita a aquisição de informações sobre determinados alvos, sem contato físico com os mesmos. Para Rocha (2002) o sensoriamento remoto utiliza sensores a bordo de aeronaves ou satélites, que são equipamentos capazes de realizar transmissão, recepção, armazenamento e processamento de dados, com o objetivo de estudar o ambiente terrestre nos domínios espacial, temporal e físico, por meio das interações entre a radiação eletromagnética e o alvo.

Já os autores Lillesand e Kiefer (1994) o sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informação sobre um objeto (alvo), área ou fenômeno através da análise de dados adquiridos por um dispositivo (sensor) que não está em contato direto com o objeto, área ou fenômeno sob investigação. Rodriguez (2005) define como um conjunto de “hardwares” e “softwares” utilizados na coleta e tratamento de informações espectrais obtidas à distância, de alvos na superfície terrestre (RODRIGUEZ, 2005).

Diversos métodos e técnicas aplicadas aos produtos do sensoriamento remoto, a partir da utilização de imagens orbitais, vêm sendo desenvolvidos e cada vez mais aprimorados nas abordagens e no entendimento dos processos de apropriação dos recursos naturais pelo homem, principalmente quando relacionados aos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas (MATIAS, 2009).

O sensoriamento remoto torna-se uma ferramenta fundamental para a verificação ambiental. Para Ponzoni et al. (2015) e Thales (1999), o sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento da cobertura vegetal consiste numa poderosa ferramenta que permite explorar diferentes escalas de trabalho de forma confiável não apenas da camada vegetal, mas também do solo, visto de forma global.

O sensoriamento remoto se tornou uma ferramenta extremamente importante para analisar e mapear o uso de cobertura do solo, permitindo uma aquisição de dados de forma global, rápida e confiável (ROSA, 2003). Atualmente, o sensoriamento remoto é amplamente aplicado no monitoramento de coberturas vegetais, principalmente no comportamento espacial e/ou fisiológico da vegetação (ABREU; COUTINHO, 2014).

3.4 GEOPROCESSAMENTO NO MONITORAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Os processos de mudanças da cobertura e uso da terra são parte das discussões globais sobre o meio ambiente, há algumas décadas. Os sistemas terrestres respondem às alterações antrópicas, causando mudanças em seus ciclos que, em resposta, vão afetar as atividades humanas (Liana & Shimabukuro, 2007).

As definições referentes ao uso e cobertura do solo são bastante similares, em razão disso, constantemente são utilizados de forma imprecisa. O IBGE (2013, p.36) no seu manual técnico de uso e ocupação do solo descreve, o levantamento da cobertura e do uso da Terra indica distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meios de cartas.

É importante renovar os estudos, a fim de se formular uma série histórica acerca das dinâmicas que ocorrem dentro da área que é analisada. Visto que, com o passar dos anos provavelmente não irá apresentar a mesma formação (PENARIOL, 2020).

“O geoprocessamento é conceituado como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para transformá-los em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante...” (RIVETRIA, 2020).

De acordo com CÂMARA (2004) podemos entender o geoprocessamento como sendo “a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais

para o tratamento da informação geográfica”.

O uso do geoprocessamento veio com a necessidade de monitorar, controlar, consultar, projetar, ordenar, modelar, manejar, recuperar, avaliar e apresentar informações e dados georreferenciados do território e garantir um desenvolvimento sustentável das atividades antrópicas. Com o passar dos anos, cada vez mais, diversos estudos têm apresentado o geoprocessamento como uma ferramenta valiosa na investigação de informações do território alvo de estudo (NUNES, 2013).

A análise do uso e cobertura do solo através de técnicas de geoprocessamento constitui uma técnica útil ao planejamento e administração da ocupação ordenada e racional do meio físico, possibilitando avaliar e monitorar mudanças na vegetação ao longo do tempo (RODRÍGUEZ, 2000).

As técnicas de Geoprocessamento em conjunto com o sensoriamento remoto são ferramentas auxiliares na aquisição de dados e informações pertinentes ao meio físico e ao monitoramento da dinâmica dos usos e ocupação das terras, conforme atestam os trabalhos de Moreira et al. (2013), Nunes et al. (2013).

Cosme Júnior, S. (2011) em sua dissertação de mestrado sobre análise de uso e cobertura do solo no município de Parelhas – RN pode avaliar as mudanças na cobertura do solo a partir dos confrontos das áreas das classes mapeadas em dois períodos, quantificou através do geoprocessamento que a classe corpos d’água aumentou em 0,9%, a classe solo exposto apresentou uma redução de 11,6%, a classe vegetação esparsa teve uma elevação de 2,5%, a classe vegetação arbóreo-arbustivo aumentou 10,21% e a classe vegetação densa aumentou 8,1%.

Os autores Medeiros e Albuquerque (2020) visando aprofundamento dos conhecimentos conceituais que dão elementos às ações do planejamento territorial realizaram o mapeamento do uso e cobertura no município de Caucais, o estudo permitiu identificar as classes de uso e cobertura preponderantes, destacando-se: caatinga aberta / agropecuária (490,39 km²); caatinga fechada (175,46 km²), mata de tabuleiro aberta / agropecuária (123,84 km²), mata seca (98,39 km²), área urbanizada (67,32 km²) e agropecuária (59,06 km²), dessa forma esses dados contribuíram para o planejamento territorial de forma sustentável.

Conforme SOUZA (et al., 2020) em seu estudo da Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de São Félix do Xingu, Estado do Pará, Brasil pode verificar como o desmatamento através da atividade de pecuária cresceu e estão se dirigindo para novas regiões, a partir desse estudo, os órgãos públicos tem fontes que comprovam que

deve-se ter uma maior fiscalização.

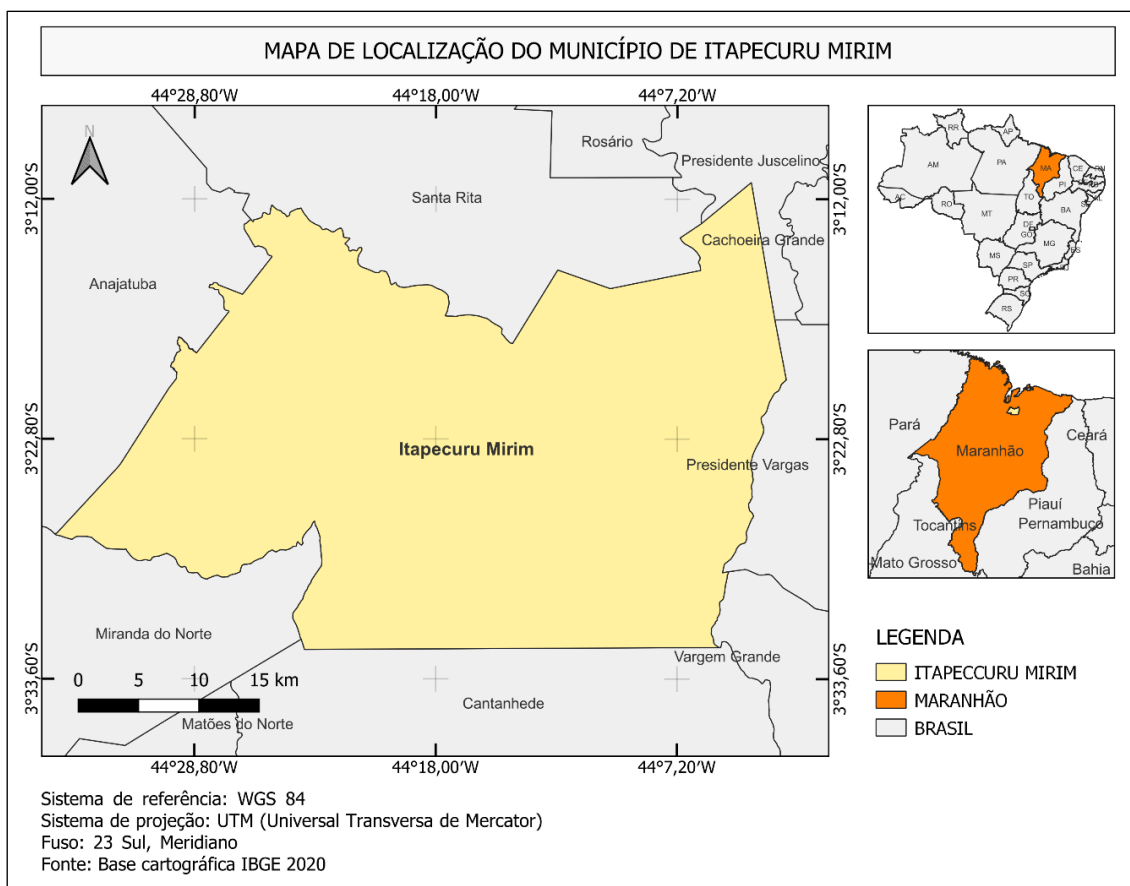
A classificação de imagens orbitais pode ser efetuada de forma supervisionada e não supervisionada. Moreira (2003) afirma que a classificação supervisionada utiliza algoritmos cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra de área de treinamento, que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista. De acordo com o autor, são utilizados algoritmos estatísticos (programas computacionais) de reconhecimento dos padrões espectrais para a categorização (rotulação) dos níveis de cinza. Conforme o algoritmo empregado no procedimento, a classificação é dita supervisionada ou não supervisionada.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCALIZAÇÃO E ACESSO DO MUNICÍPIO ITAPECURU MIRIM

Itapecuru Mirim é um município situado na Mesorregião Norte maranhense, na Microrregião Itapecuru Mirim e na bacia hidrográfica do rio Itapecuru (FIGURA 02), compreende uma área territorial de 1480.641 km², com uma população estimada de 69.233 habitantes e densidade demográfica de 42,21 hab/km² (IBGE, 2021). Situado a 35 metros de altitude, tem as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: 3° 23' 42" Sul, Longitude: 44° 21' 36" Oeste ("Itapecuru Mirim - Informações sobre o município e a prefeitura", 2021). Vizinho dos municípios Santa Rita e Presidente Juscelino ao Norte, Cantanhede ao Sul, Vargem Grande e Presidente Vargas ao Leste e Anajatuba e Miranda do Norte ao Oeste (CORREIA FILHO et al., 2011).

FIGURA 02. Localização da Área de Estudo



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

4.2 BASE DOS DADOS

Para a análise do uso e cobertura do solo foram obtidas imagens da série de satélites Landsat que estão disponíveis gratuitamente no website do Serviço Geológico dos *US-Earth Explorer* (USGS). Em que as duas imagens orbitais baixadas consistem na diferença de 36 anos (1984 e 2020), com percentual de cobertura de nuvens inferior a 20%, conforme exposto a seguir na tabela 01.

TABELA 01. Identificação do satélite e imagens orbitais.

Ano	Sensor	Órbita/Ponto	Resolução Espacial
1984	LANDSAT-5 - TM	221/062	30 m
2020	LANDSAT-8 - OLI	221/062	30 m

Fonte: USGS (2022).

Com o sensor *Thematic Mapper* (TM), do satélite LANDSAT 5 foi lançado em 1 de março de 1984 e coleta informações sobre a superfície da terra, de forma contínua.

Possui separação espectral adequada para oferecer subsídios aos mapeamentos temáticos na área de recursos naturais (Landsat - Portal Embrapa, 2020). Utilizou-se para análise as 5 bandas nas regiões do visível, infravermelho próximo e médio como segue na tabela 02.

TABELA 02. Bandas do satélite LANDSAT 5.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial
TM (Thematic Mapper)	(B1) AZUL	0.45 - 0.52 μm	30 m
	(B2) VERDE	0.52 - 0.60 μm	
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm	
	(B4) INFRATERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm	
	(B5) INFRATERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm	

Fonte: Landsat – Portal Embrapa (2020).

Com o sensor *Operational Terra Imager* (OLI), o satélite LANDSAT 8 foi lançado em 11 de fevereiro de 2013, possui bandas espectrais para coleta de dados na faixa do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, além de uma banda pancromática (Landsat - Portal Embrapa, 2020). Tem diversas aplicações, como mapeamentos diversos (uso e cobertura das terras, queimadas, áreas alagadas), hidrologia, planejamento urbano e regional, etc (GIOVANINI, 2021). Para as análises utilizou-se as bandas presentes na tabela 03.

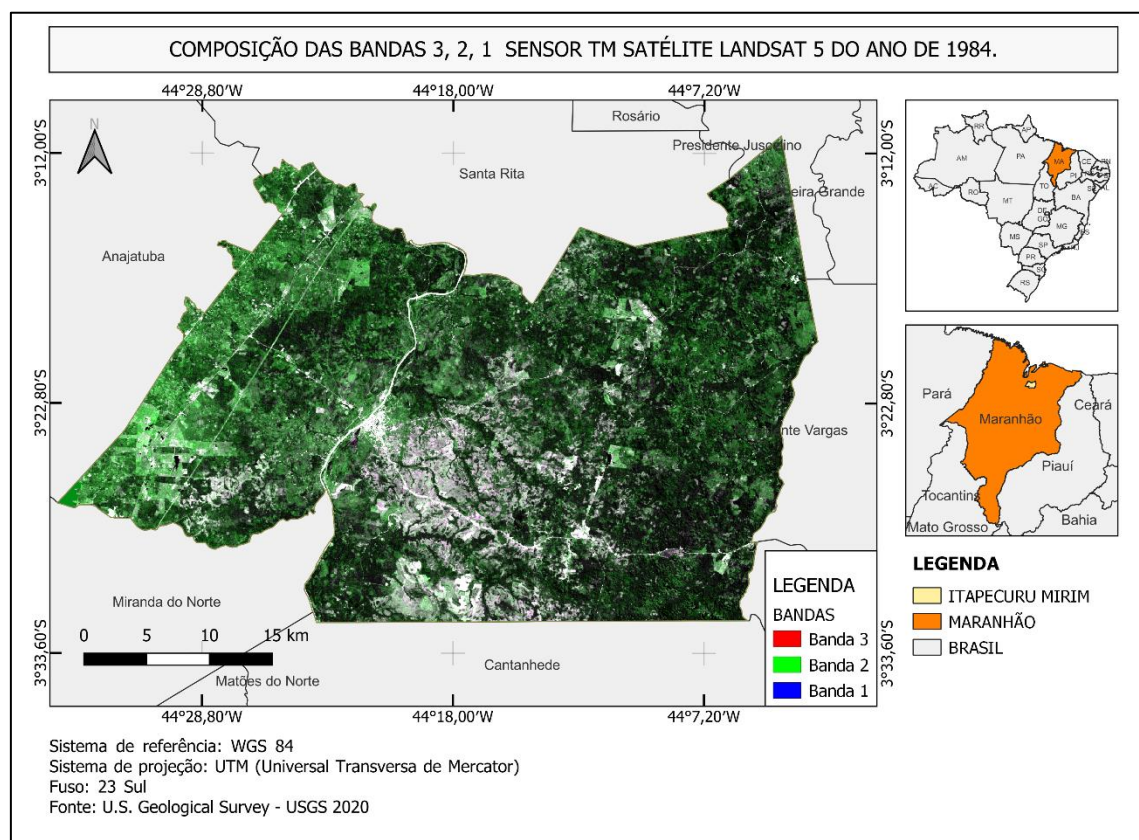
TABELA 03. Bandas do satélite LANDSAT 8.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial
	(B2) AZUL	0.450 - 0.515 μm	
	(B3) VERDE	0.525 - 0.600 μm	
	(B4) VERMELHO	0.630 - 0.680 μm	
	(B5) INFRATERMELHO PRÓXIMO	0.845 - 0.885 μm	
	(B6) INFRATERMELHO MÉDIO	1.560 - 1.660 μm	

Fonte: Landsat – Portal Embrapa (2020).

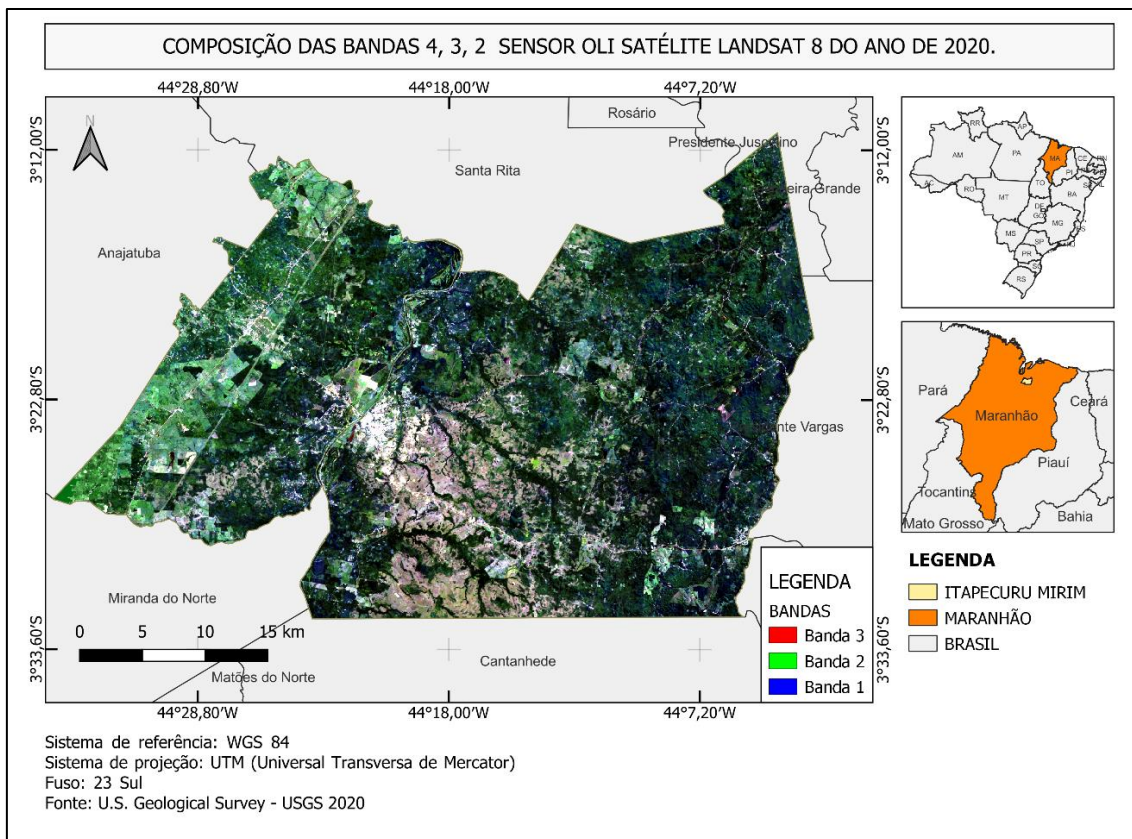
Conforme o IBGE (2006), cores, texturas, arranjos e formas são exemplos de características espectrais de feições observadas nas imagens que revelam os alvos imageados, permitindo a identificação de padrões essenciais na interpretação de imagens e a classificação do tipo de cobertura da terra. Os processos de processamento digital de imagem (PDI) foram realizados pelo software livre QGIS, para realizar a classificação das imagens foi necessário produzir fusões entre as bandas com o intuito de criar composição colorida. As composições coloridas escolhidas para a classificação das imagens foram: Cor natural (conhecida também de cor verdadeira, ou “*photo-like*”), constituída pelas as bandas R3, G2, B1 para o sensor LANDSAT-5 TM (Figura 03) e as bandas R4, G3, B2 para o sensor LANDSAT-8 OLI (Figura 04).

FIGURA 03. Composição das bandas 3, 2, 1 a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

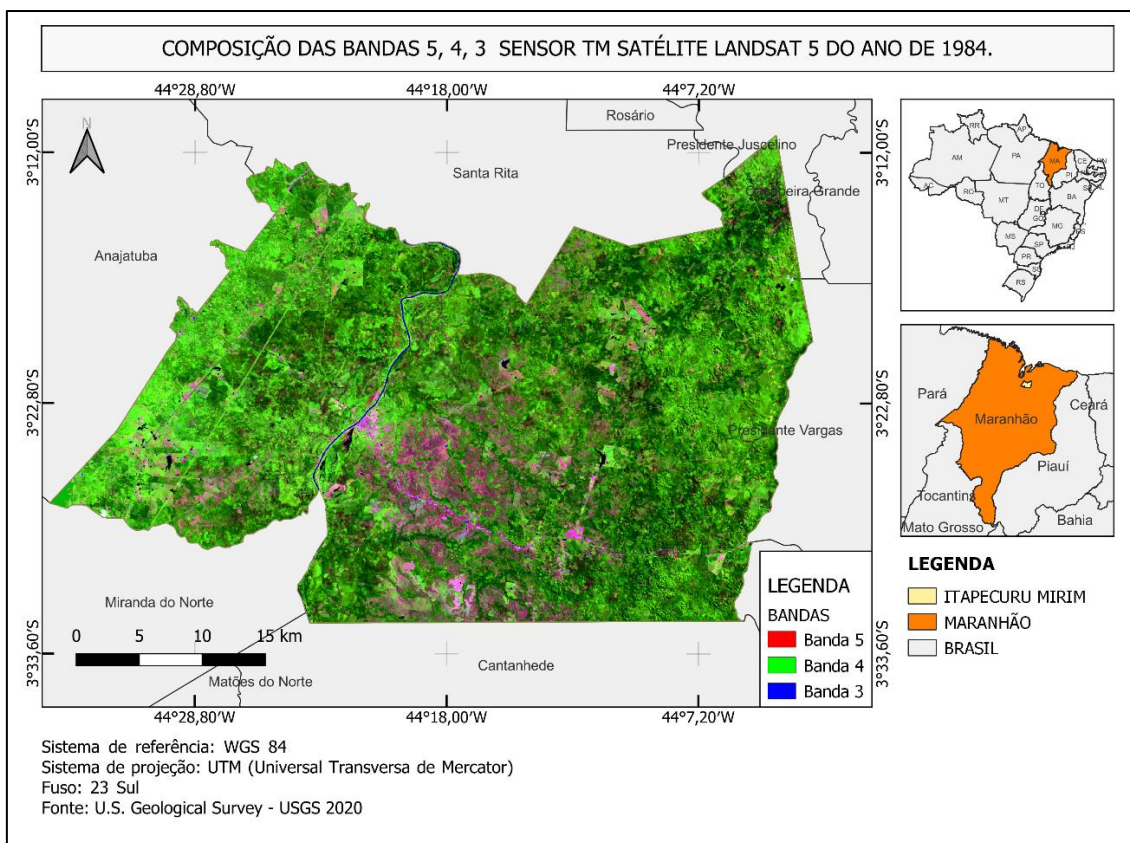
FIGURA 04. Composição das bandas 4, 3, 2 a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

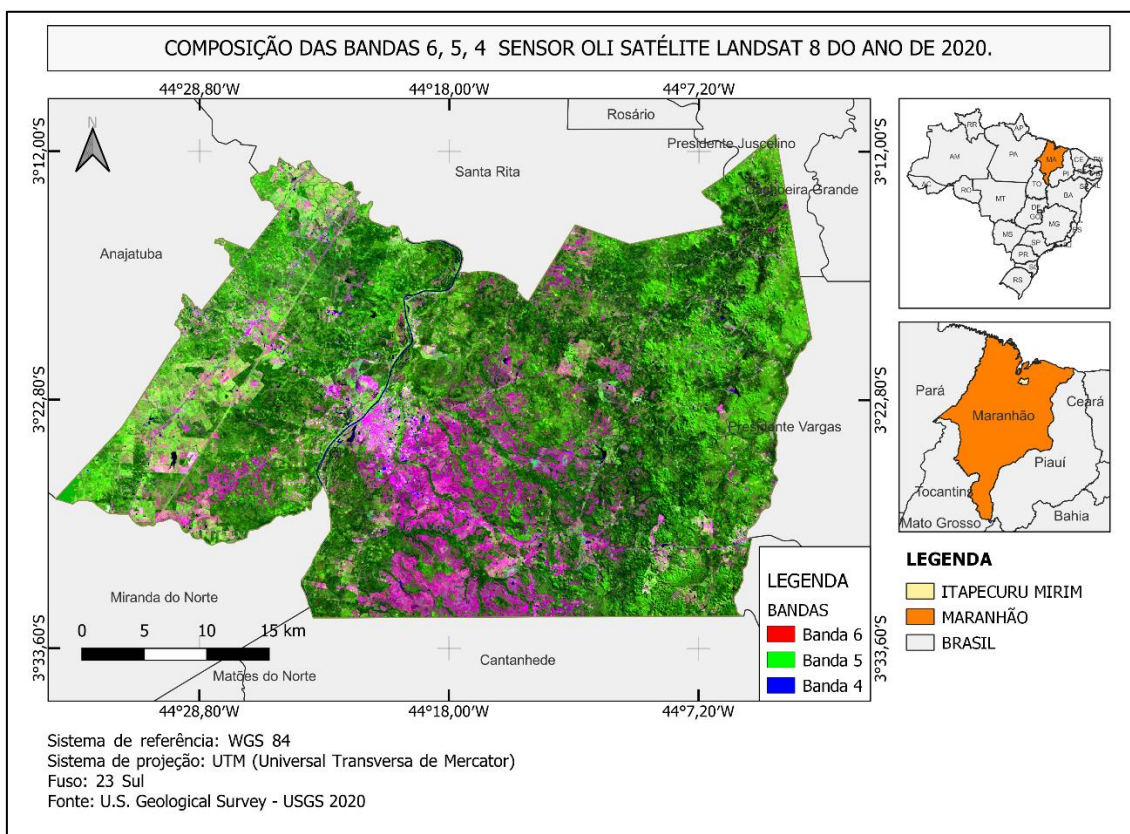
Cores naturais simuladas (conhecida também como falsa cor), constituída pelas as bandas R5, G4, B3 para o sensor LANDSAT-5 TM (Figura 05) e as bandas R6, G5, B4 para o sensor LANDSAT-8 OLI (Figura 06).

FIGURA 05. Composição das bandas 5, 4, 3 a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

FIGURA 06. Composição das bandas 6, 5, 4 a partir do sensor OLI Landsat 8 de 2020.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

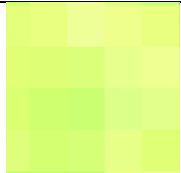
4.3 SEMI-AUTOMATIC CLASSIFICATION PLUGIN (SCP)

Na classificação utilizou-se o código aberto Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) que é um complemento do QGIS que possibilita a classificação pixel a pixel, de forma semi-automática ou supervisionada de imagens, capturadas por diversos sensores/satélites. (CONGEDO, 2015). Além disso, tem a possibilidade de realizar o *download* de sensores como, Landsat, Sentinel, Rapideye, ainda conta com três algoritmos para a classificação supervisionada sendo *Minimum Distance* (Mínima Distância), *Maximum Likelihood* (Máxima Verossimilhança) e *Spectral Angle Mapping algorithms* (mapeamento de ângulo espectral), além disso, fornece a pré- visualização da classificação (OLIVEIRA; LIMA; RIBEIRO, 2018).

Para analisar as alterações ocorridas em Itapecuru nos períodos informados acima, foram geradas classes de uso e ocupação do solo (Tabela 04) através de amostra de treinamento da área de estudo (*shapefile*), sendo obtido no site do IBGE (2020).

TABELA 04. Classes da ocupação da terra

Atributos	Classes	Descrição	Amostras de treinamento
1	Área urbanizada	São as áreas que correspondem às sedes distritais e municipais, áreas de rodovias, complexos industriais e comerciais, etc.	
2	Solo exposto	Compreende solos descobertos e todas as áreas que não apresentem áreas verdes ou construções.	
3	Mata Nativa	É o conjunto da vegetação que, ao longo da história, se adaptou a diferentes condições de solo, clima, biodiversidade e disponibilidade de água.	
4	Savana	São formações vegetais constituídas por arbustos, gramíneas e árvores de pequeno porte.	

5	Agricultura	É o cultivo do solo por meio de técnicas que buscam produzir alimentos para o consumo humano.	
6	Corpo hídrico	Incluem todas as classes de águas interiores e costeiras, como cursos de água e canais (rios, riachos, canais e outros corpos de água lineares).	

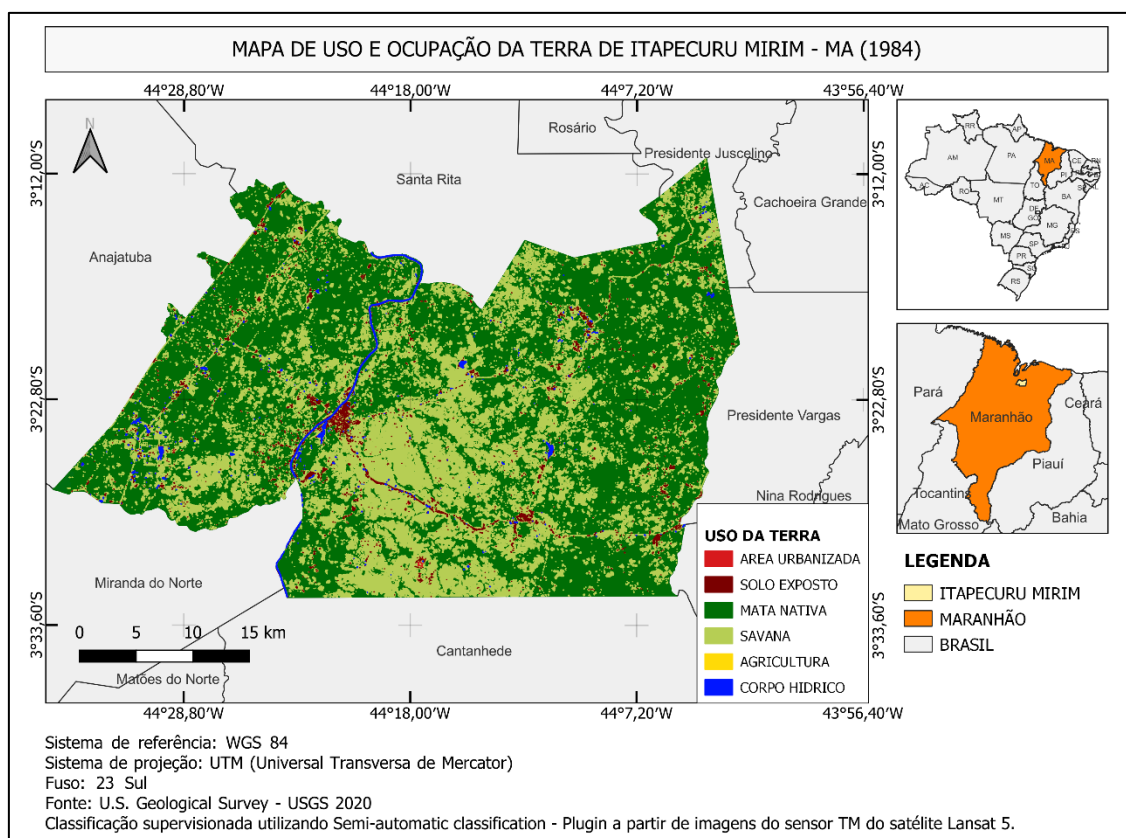
Fonte: Adaptado do IBGE (2013)

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DA COBERTURA DA TERRA

Foram criados mapas da cobertura da terra do município de Itapecuru Mirim-MA para os anos de 1984 e 2020, correspondendo a uma diferença de 36 anos, destacando-se seis classes fundamentais para realizar a quantificação.

FIGURA 07. Mapa da cobertura da terra de Itapecuru Mirim a partir do sensor TM Landsat 5 de 20 de junho de 1984.

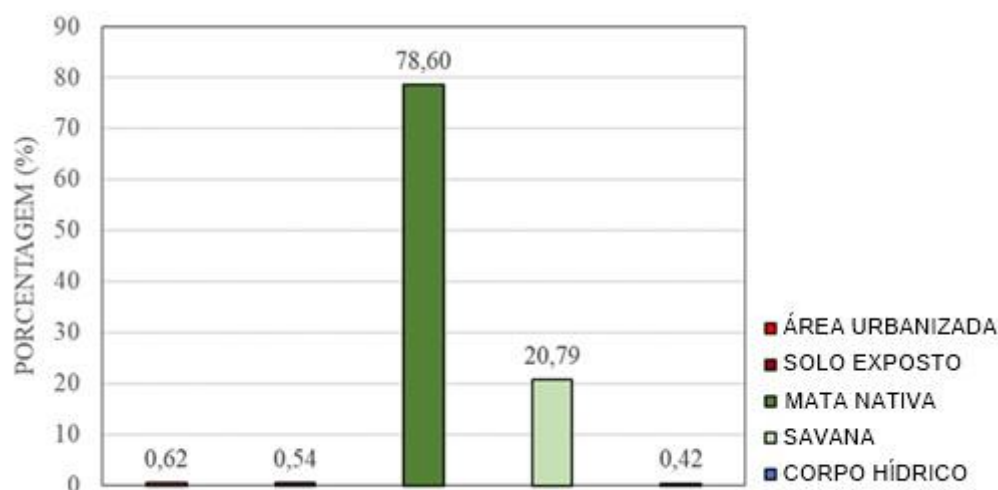


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Verificou-se que no ano de 1984, a Mata Nativa correspondia a 78,60%, seguida pela Savana com 20,79%, área urbanizada ocupando 0,62%, já o solo exposto com 0,54%, está localizado nas proximidades da área urbanizada, provavelmente pela expansão da cidade, pela construção de novas moradias e/ou pela implementação de atividades empresariais.

Aos corpos hídricos foram mapeados o percentual de 0,42% com destaque para o Rio Itapecuru que compõem a bacia que recebe o mesmo nome da cidade. A figura 08 apresenta o gráfico da cobertura da terra do ano de 1984, onde foi possível quantificar as classes.

FIGURA 08. Gráfico da cobertura da terra de Itapecuru Mirim MA a partir do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

TABELA 05. Área correspondente às classes de uso e cobertura da terra de Itapecuru Mirim, MA a partir de imagens do sensor TM Landsat 5 do ano de 1984.

Classes	Área (ha)
Área urbanizada	902,66
Solo exposto	30449,58
Mata Nativa	115.135,57
Savana	50068,67
Corpo hídrico	611,51

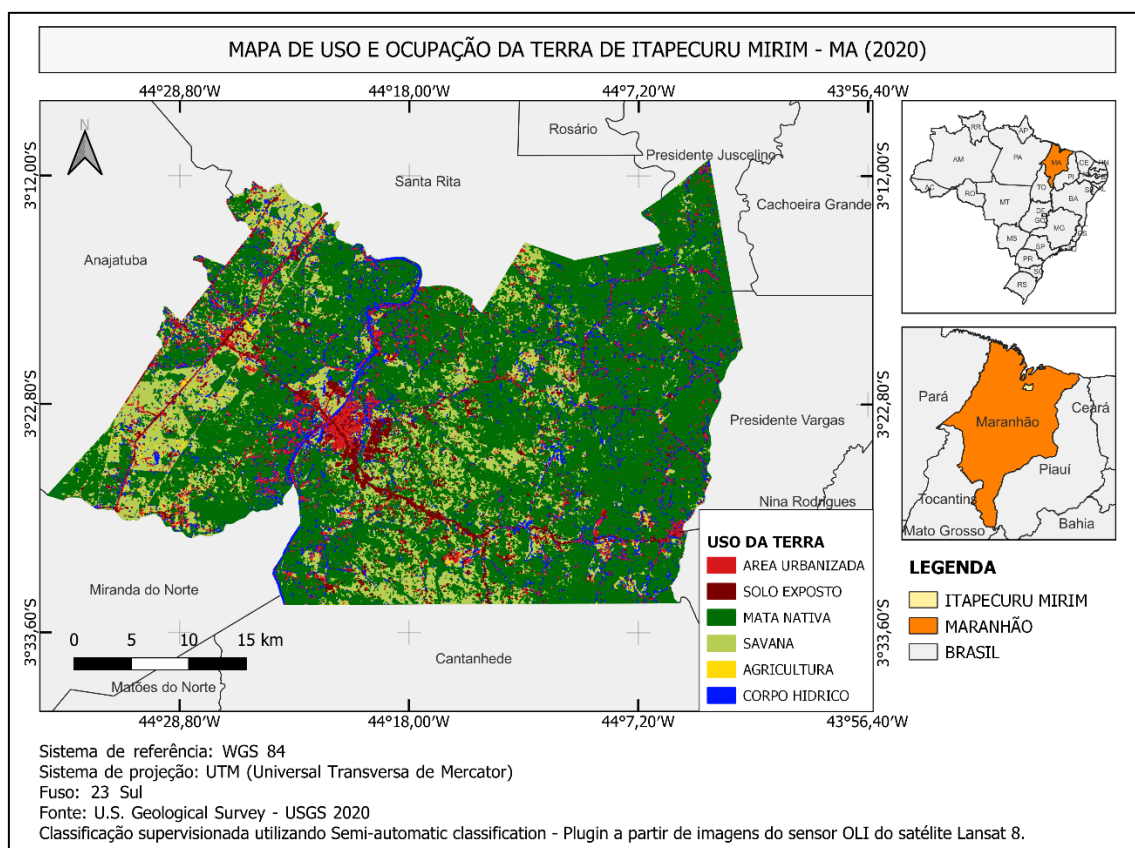
Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ao analisarmos o mapa para o ano de 2020 (Figura 09) observou-se que área urbanizada apresenta 1,51%, que corresponde um aumento de aproximadamente 143%, principalmente na sede da cidade, isto se deve à expansão das indústrias e comércios que se instalaram na cidade por ter se tornado um pólo atrativo. Podem-se citar como

atividades mais comuns as cerâmicas, o setor alimentício, produção de bebidas, de móveis, etc. O Maranhão possui um grande número de jazimentos de argilas, matéria prima distribuída pelo estado que abastece a indústria de cerâmica vermelha local. Com os principais polos produtores localizados nos municípios de Itapecuru Mirim, Timon, Caxias e Imperatriz (MAGALHÃES et al., 2021). Atualmente no Sindicato das Indústrias de Cerâmica para construção do estado do Maranhão (SINDICERMA) a cidade tem nove cerâmicas associadas, levando em conta, as que não estão associadas esse número é ampliado.

A mata nativa compreende 47,63% do território, composta pela vegetação de transição entre a Amazônia e o cerrado, exibindo, deste jeito, vegetação formada de babaçuais principalmente, tendo em vista que a cidade é uma das grandes produtoras do Maranhão. Este percentual pode ser fundamentado em virtude do aumento das atividades agrícolas e pecuária, que ocasiona o desmatamento de parte da mata nativa para o cultivo de culturas ou expansão das áreas de savana. O que resultou nessa expansão da savana que aparece com 34,18%.

FIGURA 09. Mapa da cobertura da terra de Itapecuru Mirim a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.

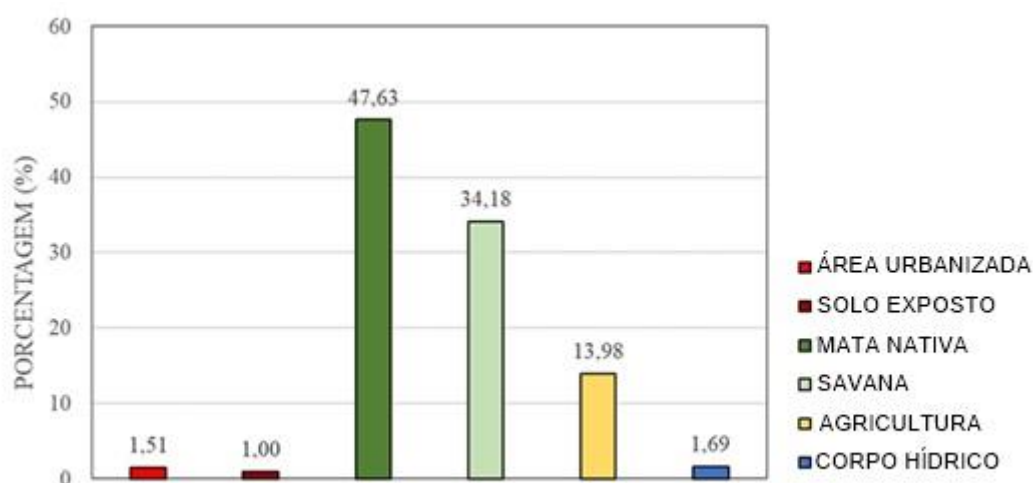


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Com relação à classe corpo hídrico, correspondente à 1,69% do território do município, é possível observar uma grande expansão das atividades de piscicultura que são realizadas por produtores rurais em comunidade/assentamentos que se organizaram ao longo do tempo, além dos poços artesianos, igarapés e riachos.

O solo exposto aparece com 1,00% devido a expansão das atividades de mineração e industrialização. A agricultura apresentou 13,98% acompanhando o crescimento da área urbanizada. Neste mapa de cobertura foi possível observar a expansão das atividades agropecuárias, o que no mapa anterior não foi possível identificar. As atividades agropecuárias representam grande importância no PIB do município, em 2019 representou R\$ 18.217,93 milhões, como foi mencionado no estudo.

FIGURA 10. Gráfico da cobertura da terra de Itapecuru Mirim MA a partir do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

TABELA 06. Área correspondente às classes de uso e cobertura da terra de Itapecuru Mirim, MA a partir de imagens do sensor OLI Landsat 8 do ano de 2020.

Classes	Área (ha)
Área urbanizada	2209,97
Solo exposto	1472,10
Mata Nativa	69765,89
Savana	50068,67
Agricultura	20471,58
Corpo hídrico	2469,39

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os resultados da análise da cobertura da terra mostra que a cidade de Itapecuru Mirim vem sucedendo por um progresso considerado, tendo em vista sua localização é estratégica, a Estrada da Companhia Ferroviária do Nordeste (CFN) faz com que o município desfrute de acesso a alguns dos principais portos do Brasil, como o do Itaqui, que fica aproximadamente a 113 km, Porto do Suape no Pernambuco e Porto de Fortaleza. Isso ocasiona o desenvolvimento econômico da região, onde as indústrias e comércios se estabeleceram (Diagnóstico Municipal, 2010).

A população oriunda da zona rural, em busca de uma melhoria de qualidade de vida, passou a habitar na sede da cidade em áreas que são consideradas irregulares e impróprias, resultando em risco ambiental e social. Como consequência dos impactos provocados pela urbanização descontrolada, desmatamento das matas ciliares e outras atividades degradatórias tem-se o aumento da ocorrência de alagamentos.

Como confirmação, temos a defesa civil e os corpos de bombeiros na temporada de alto índice pluviométrico, intensificam o monitoramento deste fenômeno a fim de evitar maiores desastres. Em 2009, Itapecuru Mirim teve uma de suas maiores enchentes atingido mais de seis mil pessoas aproximadamente ficaram sem seus lares e a grande parte perdeu tudo, muita comunidades ficaram impossibilitadas de chegar à sede, o desmatamento, construção desenfreada, retirada excessiva de areia foram as principais causas (Sinageo, 2012).

FIGURA 11. Enchente do Rio Itapecuru na cidade de Itapecuru Mirim – MA.



Fonte: Antonio Cruz/Abr e autora (adaptado).

À medida que o avanço demográfico vai ocorrendo, a zona urbana acaba expandindo rapidamente, e de maneira desorganizada, usando as áreas livres, não se preocupando com a presença de uma infraestrutura ou com capacidade e respeito ao meio ambiente.

6. CONCLUSÕES

A metodologia utilizada através do software livre QGIS mostrou-se eficiente e proporcionou a produção dos mapas temáticos, em parceria com os sistemas de satélites da série Landsat e o plugin Semi-Automatic Classification para classificação, que de uma forma satisfatória foi capaz de estabelecer as mudanças no uso e ocupação do solo sucedido nestes 36 anos no município de Itapecuru Mirim.

Houve redução da classe mata nativa e o aumento das classes área urbanizada, solo exposto, savana, agricultura e corpo hídrico no período estudado, acompanhando desenvolvimento e crescimento da população do município.

As informações fornecidas colaboraram no despertar para os problemas do presente impostas ao avanço sustentável ambiental. Em que esses dados serão efetivos para o desempenho da gestão municipal, presumindo-se que por meio deles é plausível desenvolver um planejamento ambiental apropriado, auxiliando para progresso de uma qualidade ambiental, dessa forma diminuindo e fiscalizando os impactos que podem ser gerados pela ocupação da terra inadequadamente no município de Itapecuru Mirim – MA.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Herbert Jorge de. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil.** São Luís SW/NN, folhas SÃO 23 V e SÃO 23Y. Estado do Pará e Maranhão. Brasília: CPRM, 2000.1 mapa. Escala 1.500.000.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas:** modelo e aplicação. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.

BORGES, F. H.; TACHIBANA, W. K. **A Evolução da Preocupação Ambiental e seus Reflexos no Ambiente dos Negócios:** Uma Abordagem Histórica. In: Encontro Nac. de Eng. de Produção, 25, 2005, Porto Alegre.

CAMPBELL, D.F. Estados do Maranhão e Piauí. In: Conselho Nacional do Petróleo. Relatório de 1947. Rio de Janeiro, 1948. p. 71-78.

CARVALHO, F. A. G. DE et al. A interferência da ação antrópica na modificação do cenário urbano no município de Bocaina-Pi. **Educação Ambiental em Ação**, v. XVII, n. 67, 13 mar. 2019.

CLIMA, CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E TEMPERATURA MÉDIA POR MÊS DE ITAPECURU MIRIM (BRASIL) - **Weather Spark**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

CODEVASF/IBGE. **Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil**, p.19-45, 2001.

CONGEDO, Luca. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**. Release 4.8.0.1. 29 out. 2015. Disponível em: <<https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/semiautomaticclassificationmanual-v4/latest/semiautomaticclassificationmanual-v4.pdf>>. Acesso em: 14 jul 2022.

CORREIA FILHO, F. L. et al. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Itapecuru Mirim**. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/15503>>. Acesso em: 16 maio. 2022.

Cosme Júnior, S. (2011). **Análise de uso e cobertura do solo no município de Parelhas/RN**. 2011. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

CUNHA, J. E. DE B. L. et al. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539–548, maio 2012.

CUNHA, J. E. DE B. L. et al. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 539–548, maio 2012.

CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 5ª ed. 250p., 2009.

DE, M. **Enciclopédia dos municípios maranhenses**. São Luís: Imesc, Governo Do Maranhão, 2012.

GIOVANINI, A. **Satélite Landsat: Histórico e Aplicações**. Disponível em: <<https://adenilsongiovanini.com.br/blog/satellite-landsat-historico-e-aplicacoes/>>. Acesso em: 21 ago. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed., n. 7, Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2021**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/itapecuru-mirim/panorama>. Acesso em: 10 abril 2022.

ITAPECURU MIRIM - **Informações sobre o município e a prefeitura**. Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-itapecuru-mirim.html>>. Acesso em: 10 abril. 2022.

J FALCÃO SOBRINHO. **Semi-árido diversidades, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006. Cap. 4.

Landsat - Portal Embrapa. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat#tm>>. Acesso em: 14 jul. 2022.

LANDSAT - PORTAL EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/landsat#tm>>.

LIANA, A. O.; SHIMABUKURO, Y. E. **Monitoramento da cobertura terrestre: fenologia e alterações antrópicas**. In: Rudorff, B. F. T.; Shimabukur, Y. E.; Ceballos, J. C. (ed.) O sensor Modis e suas aplicações ambientais no Brasil. São José dos Campos: Silva Vieira, 2007. Cap. 14, p.185-205.

MAGALHÃES, R. DA S. et al. Propriedades e aplicações industriais de argilas do estado do Maranhão / Properties and industrial applications of clays from Maranhão/Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 82090–82108, 17 ago. 2021.

MALDONADO, F. D. Rotação Espectral Controlada como alternativa em Análise por Componentes Principais para detecção de mudanças em regiões do semiárido. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10, 2001, Foz do Iguaçu, **Anais**. Foz do Iguaçu, 2001

MARCHESAN, J. **Análise multitemporal da dinâmica da cobertura e uso da terra**

no município de Caçapava do Sul-RS por meio de imagens Landsat. REGET/UFSM, v. 15, n. 15, p. 2998-3004, out. 2013.

MATIAS, L. F. **Geoprocessamento aplicado à análise das transformações no uso da terra no município de Paulínia- SP.** Campinas: Instituto de Geociências/UNICAMP, 2009.

MATOS AROUCHA, G. **A organização sócio-espacial da agricultura familiar no município de Itapecuru Mirim-Ma: realidades e perspectivas.** [s.l.: . Disponível em: <http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1403110625_ARQUIVO_TRABALHOPARAAPESENTACAOCONGRESSOGEOGRAFIA.pdf>.

MEDEIROS, C. N. DE; ALBUQUERQUE, E. L. S. Geoprocessamento aplicado ao mapeamento do uso e cobertura da terra em áreas de preservação permanente do município de Caucaia, Ceará, Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 37, n. 2, p. 94–112, 17 abr. 2020.

MOREIRA, A. A. et al. **Análise do Comportamento Espectral de Fitofisionomias no Parque Estadual Lapa Grande por meio de dados MODIS.** Pernambuco, v.06, n. 06, p.1705-1718, dez. 2013. Disponível em: Acesso em: 19 jun. 2022.

NOVO, E. M. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Edgard Blucher, 1989. 308 p.

NUNES, M. M. da C.; LIPPERT, D. B.; SILVA, C. K.; PEREIRA, R. S.;

OLIVEIRA, D. V. DE; MATERANO, L. S.; BRITO, J. L. S. Estimativa de índice de qualidade ambiental da cidade de Uberlândia por meio de imagens de satélite. **Revista Cerrados**, v. 16, n. 01, p. 59–74, 11 mar. 2020.

OLIVEIRA, W. S. N. DE; LIMA, A. S.; RIBEIRO, R. B. DOS S. Identificação de possíveis áreas salinizadas no perímetro irrigado de São Gonçalo utilizando o sensoriamento remoto. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 4, p. 362–378, 23 maio 2018.

PACHECO, ADMILSON P., FERREIRA FREIRE, NEILSON CABRAL, DA NÓBREGA BORGES. **Utaiguara uma contribuição do sensoriamento remoto para detecção de áreas degradadas na caatinga brasileira.** Boletim Goiano de Geografia [en linea]. 2006, 26(1), 50-68.

PENARIOL, Z. R. **Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo do município de Tanabi SP através da utilização do software livre qgis.** 2020. Trabalho de Conclusão do curso (Licenciatura e Bacharel em Geografia) - Instituto Ciências Humanas - ICHPO, Universidade Federal de Uberlândia - Campus Pontal.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E; KUPLICH, Tatiana Mora. **Sensoriamento remoto da vegetação.** 2. ed. 1ª reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos 2015.

RESOLUÇÃO CONAMA No 001, de 23 de janeiro de 1986. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>.

RIVETRIA, R. **Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIG) | ZNTGEO**. Disponível em: <<https://zntgeo.com/geoprocessamento-e-sistemas-de-informacoes-geograficas-sig/>>. Acesso em: 19 jun. 2022.

RODRIGUEZ, A. C. M. (2005) **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados na Análise da Legislação Ambiental no Município de São Sebastião (SP)**. 217 p. Dissertação (Pós-Graduação em Geografia Humana) - Universidade de São Paulo.

RODRÍGUEZ, ANA CRISTINA MACHADO. **Mapeamento multitemporal do uso e cobertura do solo do município de São Sebastião - SP, utilizando técnicas de segmentação e classificação de imagens tm - landsat e hrv – spot**.

ROSA, R. & BRITO, J. L. S. (1996). **Introdução ao Geoprocessamento: Sistema de Informação Geográfica**. Uberlândia, 104 pag.

ROSA, ROBERTO. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: Ed. UFU, 2007. 248 p.

SILVA, D. D. E. DA; FELIZMINO, F. T. A.; OLIVEIRA, M. G. DE. Avaliação da degradação ambiental a partir da prática da cultura do feijão no município de Tavares-PB. **HOLOS**, v. 8, p. 148, 13 jan. 2016.

SILVA, G. R. **Dinâmica temporal de índices de vegetação e sua correlação com a precipitação**. 2016. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Jerônimo Monteiro.

SILVA, R. F. DA et al. Sensoriamento Remoto aplicado à análise da regeneração da vegetação natural do Parque Estadual da Lapa Grande, Montes Claros, Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 31, n. 65, p. 304, 22 abr. 2021.

SINAGEO. **Catástrofes Naturais no Maranhão: as principais cidades afetadas pelas enchentes do Rio Itapecuru**. Disponível em: <<http://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/10/10-663-355.html>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

SOUZA, M. B. DE et al. Dinâmica de uso e cobertura da terra no município de São Félix do Xingu, Estado do Pará, Brasil. Research, **Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e4889108791, 4 out. 2020.

THALES, M. C. **Imagem fração sombra na caracterização mapeamento de babaçu (Attalea speciosa Mart ex Spreng.) em áreas de floresta**. São José dos Campos. 140p.(8382-TDI/720). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)-INPE, 1999.

THIAGO, C. R. L; MAGALHÃES, I. A. L; SANTOS, A. R. dos. **Utilização de subtração de imagem e NDVI na avaliação da cobertura vegetal do município de Guacuí-ES**. São José dos Campos. In: XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, **Anais...** São José dos Campos – SP, 2010.

VALE, S. R. G. A. et al. Análise ergonômica da atividade de quebra tradicional do coco babaçu no município de Itapecuru-Mirim/MA. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 43, n. 0, 26 mar. 2018.

VIEIRA, S. C. F. **Evolução temporal do uso e ocupação do solo para os anos de 1994 e 2002 no município de Vitória, ES**, utilizando imagens orbitais do satélite Landsat TM, 2004. Monografia do curso (Bacharel em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Vitória – ES.