

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

KAMYLLA FERNANDES MELO

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO E
REGENERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO**

**Chapadinha – MA
Dezembro de 2022**

KAMYLLA FERNANDES MELO

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO E
REGENERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Telmo José Mendes.

Co-orientadora: Mayara Rodrigues Nascimento

**Chapadinha – MA
Dezembro de 2022**

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

Melo, Kamylla Fernandes.

Análise da dinâmica do desmatamento e regeneração da vegetação natural na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão / Kamylla Fernandes Melo. - 2022.

43 p.

Coorientador(a): Mayara Rodrigues Nascimento.

Orientador(a): Telmo José Mendes.

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

1. Análise. 2. Geoprocessamento. 3. Impactos Ambientais. I. Mendes, Telmo José. II. Nascimento, Mayara Rodrigues. III. Título.

KAMYLLA FERNANDES MELO

**ANÁLISE DA DINÂMICA DO DESMATAMENTO E REGENERAÇÃO DA
VEGETAÇÃO NATURAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
ITAPECURU, MARANHÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Maranhão como requisito indispensável para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado em 23 de dezembro de 2022, pela comissão examinadora constituída pelos professores:

(Orientador)

Telmo José Mendes

Doutor em Ciências do Solo pela (FCAU/ UNESP)

Professor adjunto do curso de Engenharia Agrícola (CCCh/UFMA)

(Avaliadora)

Maiane Rodrigues do Nascimento

Engenheira Agrícola (Universidade Federal do Maranhão)

Mestranda em Meteorologia

Universidade Federal de Alagoas (ICAT/UFAL)

(Avaliador)

Ricardo de Normandes Valadares

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Professor substituto do curso de Agronomia (CCCh/UFMA)

A minha linda mãe Neusa de Jesus Fernandes Melo, ao meu pai Robson Sampaio Melo e meu irmão Rodrigo Fernandes Melo, essa conquista vitoriosa não pertence somente a mim, mas a todos vocês que estiveram ao meu lado.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por me reerguer durante os momentos ruins da minha vida e me agraciar com momentos melhores, me dando força para persistir e realizar os meus sonhos, estarei sempre grata a cada dia da minha vida, obrigada meus Deus. Agradeço a minha família em especial a minha mãe Neusa de Jesus Fernandes Melo e meu pai Robson Sampaio Melo que sempre dizia que sua filha é inteligente com muito orgulho para todos os amigos, agradeço também ao meu irmão Rodrigo Fernandes Melo por seu apoio incondicional, amo toda minha família. Agradeço aos meus tios, minhas tias, primos e primas, avôs e avós, obrigada pelo apoio. Agradeço a Deus por escrever uma história de encontros com pessoas especiais como as minhas melhores amigas Mayara Rodrigues Nascimento e Maiane Rodrigues nascimento (as gêmeas), agradeço a cada uma delas imensamente pela amizade e pelo apoio na graduação, sendo parceiras e amigas verdadeiras, me acolhendo com carinho, aconselhando a nunca desistir e concluir essa etapa tão importante da minha vida. Agradeço também ao meu amigo Mateus Monteles Vieira pelo incentivo e conselhos, seu apoio foi muito importante na minha caminhada. Esterno meus agradecimentos ao meu psicólogo Fábio Calado, que não é somente um profissional admirável, mas também é um amigo, agradeço ao meu psiquiatra José Calado Neto por me mostrar que posso chegar onde quiser se eu me permitir. Agradeço aos professores e servidores da UFMA pelo trabalho desempenhado, ensinando e garantindo uma boa estrutura educacional.

*Mil poderão cair ao teu lado e dez mil a tua direita, mas tu não serás
atingido.*

Salmos 91:7

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3.	REVISÃO DE LITERATURA	15
3. 1	Recursos Naturais	15
3.2	Uso e ocupação do solo.....	16
3. 4	Desmatamento Ambiental.....	19
3.7	Criação de Áreas de Proteção Ambiental (APA) com medida mitigadora de impactos ambientais	22
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1	Caracterização da área de estudo.....	25
4.2	Aquisição dos dados, procedimentos e ferramentas utilizados para a pesquisa 26	
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1	Vegetação nativa e sua recuperação	27
5.2	Desmatamento da vegetação primária e secundária	30
6	CONCLUSÃO.....	38
	REFERÊNCIAS	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA.....	26
Figura 2- Índice da classe de vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA	29
Figura 3- Índice da classe de vegetação secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA.....	30
Figura 4- Índice da classe de recuperação para secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru-MA.....	31
Figura 5- Índice de desmatamento da vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio ItapecuruMA.....	32
Figura 6- Índice de desmatamento da vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru- MA.....	33
Figura 7- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 1988.....	34
Figura 8- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 1995.....	35
Figura 9- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 2000.....	36
Figura 10- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 2010.....	37
Figura 11- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 2019.....	38

LISTA DE SIGLAS

APA	Áreas de Proteção Ambiental
APPs	Área de Proteção Permanente
BHRI	Hidrográfica do Rio Itapecuru
FAO	Organização para Alimentação e Agricultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SNIF	Serviço Florestal Brasileiro
UCS	Unidade de Conservação

RESUMO

Em razão das diversas modificações que ocorrem em uma Bacia Hidrográfica no que se refere à aspectos naturais ou antrópicos e que influenciam no uso e ocupação do solo, a exemplo do uso intensivo de atividades exploratórias dos recursos naturais, como a prática de desmatamento, atualmente vem ocasionando uma gama de problemas ambientais. Diante disso, o presente estudo visa avaliar a dinâmica do uso e ocupação do solo, analisando fatores importantes, como índices de desmatamento e regeneração de áreas desmatadas ao longo de uma série multitemporal dos últimos 31 anos (1988 à 2019) na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão, com uso de ferramentas de geoprocessamento por meio de imagens disponíveis na plataforma Mapbiomas coleção 7.0. Foram verificadas as modificações em 9 classes para formação vegetal natural e 7 classes para formação vegetal antrópica. De acordo com a análise dos dados no ano de 1988 a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão apresentou um total de 4.950.212 ha. Os índices de vegetação secundária aumentaram entre os anos de 1988, que antes eram somente cerca de 33.329 ha e em 2019 passaram a ser para 240.165 ha, permitindo considerar que houve um aumento na regeneração dentro da área da bacia ao longo dos anos. Contudo verificou-se que a metodologia utilizando o geoprocessamento contribuiu positivamente para a realização dos resultados apresentados, também verificou-se que mesmo havendo um aumento dos índices de regeneração existe a necessidade de investimento em ações de proteção dos recursos naturais e principalmente da vegetação nativa, a implantação de mais Áreas de Proteção ambientais contribuiria para que houvesse uma maior conscientização da população e principalmente conservação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru-MA.

Palavras-chave: Análise; Impactos Ambientais; Geoprocessamento.

ABSTRACT

Due to the various modifications that occur in a hydrographic basin with regard to natural or anthropic aspects and that influence the use and occupation of the soil, such as the intensive use of exploratory activities of natural resources, such as the practice of deforestation, it is currently causing a range of environmental problems. In view of this, the present study aims to evaluate the dynamics of land use and occupation, analyzing important factors, such as deforestation rates and regeneration of deforested areas over a multitemporal series of the last 31 years (1988 to 2019) in the Rio Basin Itapecuru, Maranhão, using geoprocessing tools through images available on the Mapbiomas collection 7.0 platform. Changes were verified in 9 classes for natural vegetation formation and 7 classes for anthropic vegetation formation. According to data analysis in 1988, the Itapecuru River Basin in Maranhão had a total of 4,950,212 ha. The secondary vegetation indices increased between the years of 1988, which before were only about 33,329 ha and in 2019 increased to 240,165 ha, allowing us to consider that there was an increase in regeneration within the basin area over the years. However, it was found that the methodology using geoprocessing contributed positively to the achievement of the results presented, it was also found that even with an increase in regeneration rates there is a need for investment in actions to protect natural resources and especially native vegetation, the implementation of more Environmental Protection Areas would contribute to a greater awareness of the population and especially conservation of the Rio Itapecuru Hydrographic Basin-MA.

Keywords: Analysis; Environmental Impacts; Geoprocessing.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação do desmatamento em microbacias hidrográficas para instalação de atividades agropecuárias coloca em risco a conservação dos recursos naturais e o fornecimento de serviços ecossistêmicos (BARÃO et al., 2021). De acordo também com Brito et al. (2016) um dos principais fatores que contribuem para a intensificação dos processos de desmatamento é expansão da agricultura no país, o uso predatório dos recursos naturais sem um manejo consciente afeta incondicionalmente os ecossistemas naturais. Este processo é responsável pela rápida alteração na cobertura do solo que muitas vezes é realizada de forma intensiva e mal planejada, resultando na degradação ambiental dos espaços rurais e das microbacias hidrográficas (LEANDRO e ROCHA, 2019).

Para Facco et al. (2016) existe uma necessidade de que haja a aplicação de técnicas de obtenção de dados que visem fornecer dados e realizar análises do uso dos recursos naturais, os autores apontam as geotecnologias como ferramentas eficazes de monitoramento, pois fornecem o processamento de dados de forma rápida, com um bom grau de precisão e de baixo custo. O mapeamento e avaliação das mudanças de uso e cobertura da Terra tem ganhado grande destaque nos últimos anos, em decorrência da crescente preocupação com as dinâmicas das mudanças globais e a preservação do meio ambiente (ROSAN e ALCÂNTARA, 2016).

As informações sobre os impactos associados à dinâmica de uso da terra e às tendências de ocupação e uso dos espaços geográficos constituem um desafio contínuo no gerenciamento de bacias hidrográficas, pois, isso pode ser útil para o planejamento adequado de uso dos recursos hídricos, por exemplo. Dados de sensoriamento remoto e técnicas de Sistema de Informações Geográficas têm auxiliado no levantamento dessas informações, possibilitando compreender as dinâmicas de ocupação dos territórios (DUARTE, et al., 2022). A intensificação do uso da terra nesta região não somente reduziu a cobertura florestal como facilitou a sua conversão, promovendo a diminuição da produtividade biológica, perda da biodiversidade e serviços ecossistêmicos (VIEIRA e ALMEIDA, 2013).

Os recursos naturais são de suma importância para o equilíbrio do meio ambiente, o uso desenfreado e o manejo inadequado causam uma gama de problemas ambientais que muitas vezes podem ter caráter irreversível. Dessa forma o presente estudo visa

ênfatizar o uso do geoprocessamento para a geraçãõ de uma base cartogrãfica, contribuindo na identificaçãõ de perda de vegetaçãõ em razãõ dos índices de desmatamento e a possível ocorrênciã de regeneraçãõ em áreas que foram afetadas em razãõ dessa degradaçãõ ambiental na Bacia Hidrogrãfica do Rio Itapecuru, no estado do Maranhãõ.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a dinãmica de uso e ocupaçãõ do solo a longo prazo, regeneraçãõ, modificaçãõ e desmatamento da vegetaçãõ natural da Bacia Hidrogrãfica do Rio Itapecuru no estado do Maranhãõ, por meio de imagens de satélites.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar as classes de uso e ocupaçãõ do solo presentes na Bacia Hidrogrãfica do Rio Itapecuru;
- Classificar e quantificar as classes quanto a sua origem, de natural à antrópica;
- Localizar áreas que mais sofreram modificaçãõ por meio de análise multitemporal;

3. REVISÃO DE LITERATURA

3. 1 Recursos Naturais

A apropriaçãõ dos recursos naturais pelo ser humano devido à celeridade da produçãõ econãmica em tornar qualquer área explorãvel e desconsiderando os limites físico-naturais, pode desencadear em graves processos de degradaçãõ ambiental, dificultando muitas vezes a capacidade de manter as suas característicãs originais a médio e longo prazo (OLIVEIRA e AQUINO, 2019).

Segundo Wiens (2012) existe uma grande preocupaçãõ no que se refere a conservaçãõ do meio ambiente, a comunidade científica aponta que o crescente ritmo de populacional e o desenvolvimento dos grandes centros urbanos contribuem para a exaustãõ dos recursos naturais e para a transformaçãõ da paisagem e principalmente do

uso e ocupação do solo. Isto provoca, em muitas situações, a ocupação desordenada de áreas e o uso descontrolado de recursos naturais (NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

O entendimento da interação entre os fatores físicos, antrópicos e da cobertura vegetal em uma paisagem é de fundamental importância para oferecer subsídios ao planejamento territorial de forma sustentável (SILVEIRA e SILVA, 2010). De acordo com Rodrigues e Leite (2017) realizar a caracterização de uso da Terra é essencial para que se possa garantir um uso sustentável dos recursos naturais, sociais e econômicos.

O Brasil é um país florestal com aproximadamente 493,5 milhões de hectares (58% do seu território) cobertos por florestas naturais e plantadas, o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Desses, 485,8 milhões de hectares são florestas nativas e 7,7 milhões de hectares de florestas plantadas (SNIF, 2017).

Para Pessoa et al. (2013) ao realizar estudos em Bacias Hidrográficas evidencia grande preocupação, pois em si tratando de uma grande extensão territorial que compreende biomas, corpos hídricos e entre outros recursos naturais. Os autores ainda comentam que deve-se atentar para as mudanças temporais que ocorrem nessas áreas de constante transformações na vegetação, um estudo voltado para Bacias Hidrográficas influencia na manutenção de geossistemas.

A importância da conservação da vegetação em uma bacia é ressaltada em virtude de constituir potenciais áreas ecológicas, que podem integrar unidades de conservação, e essenciais ao equilíbrio de processos morfogenéticos, que podem afetar a quantidade e qualidade dos recursos hídricos (OLIVEIRA e FARIA, 2021).

3.2 Uso e ocupação do solo

Mudanças ocorridas no uso e cobertura da terra através dos anos têm gerado impactos nos sistemas ecológicos e na qualidade das águas. A ação antropogênica se reflete na inter-relação dos componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas existentes em uma bacia hidrográfica, podendo gerar uma heterogeneidade na paisagem com velocidade acima daquela em que naturalmente ocorreria, tornando necessária a avaliação das interações entre os diferentes atores sociais e econômicos que representam a bacia, sempre considerando as implicações ambientais (ALMEIDA et al., 2016).

Para Silva et al. (2021), as ações antrópicas são as principais responsáveis pelas transformações espaço-temporais que veem ocorrendo atualmente em todo o planeta,

apontam também que essas alterações podem ser mitigadas com o subsídio correto, havendo assim a possibilidade de se controlar o uso e cobertura da Terra.

O uso e a ocupação da terra de forma não planejada modificam a paisagem a ponto de torná-la mais suscetível a perturbações ambientais. Dentre as principais perturbações, destaca-se a fragmentação florestal. Para avaliar esse tipo de perturbação o uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG) é indicado por apresentar ferramentas de análise espacial apropriadas para esse fim (REX et al., 2018).

Em busca de um desenvolvimento sustentável as bacias hidrográficas tornaram-se uma importante unidade de estudo do uso, ocupação e conservação de seus recursos naturais, por haver relações sociais e ecológicas com este ambiente. Em busca de um desenvolvimento sustentável as bacias hidrográficas tornaram-se uma importante unidade de estudo do uso, ocupação e conservação de seus recursos naturais, por haver relações sociais e ecológicas com este ambiente (CASTRO, et al., 2021).

Em um dos estudos de Rodrigues e Leite (2017), afirmam que para se realizar um diagnóstico de análise de paisagem de uma Bacia Hidrográfica contribui para o subsídio de planejamento e gestão ambiental mais eficiente. Deve-se atentar para a necessidade de realizar a gestão de recursos tão essenciais como água e para a conservação do solo que formam uma dinâmica natural crucial para a sobrevivência dos seres vivos.

A dinâmica de uso e ocupação da terra está fortemente associada aos avanços do desenvolvimento econômico e social de uma região. Sua ocorrência de forma desordenada pode se tornar um dos principais impulsionadores das mudanças globais, pois, a forma com que ela ocorre afeta diretamente partes essenciais do capital natural, tais como a vegetação, recursos hídricos e a biodiversidade (LIPING et al., 2018).

O processo de ocupação e de apropriação do meio ambiente resulta em significativos problemas ambientais, vinculados à expansão do desmatamento e à desestabilização do espaço natural. A adoção de bacias hidrográficas como unidade de análise expressa inúmeros benefícios no que diz respeito à dinamicidade socioambiental e territorial, uma vez que elas reproduzem as múltiplas intervenções antrópicas sobre o meio ambiente, atuando como instrumento aferidor da real situação da paisagem (SILVA, BORDALO e SILVA, 2016).

Com base em um dos seus estudos Fiorese e Leite (2018), enxergam o uso e cobertura do solo com fatores de extrema relevância para o planejamento territorial da área de interesse de estudo, exaltando sempre a integração de um manejo correto da terra,

pois a má gestão dos recursos naturais promove consequências prejudiciais e impactos ambientais aos ecossistemas que já estão fragilizados.

De acordo com o laboratório de Geoprocessamento. Atlas do Maranhão (2006) o Rio Itapecuru é considerado como um rio de origem maranhense, sua extensão territorial equivale a uma área de 54.300 km², e está localizado estendendo-se para o leste do estado do maranhão, o rio ocupa grande parte do sul e norte, assim como possui terrenos relativamente baixos e de suaves ondulações.

3.3 Impactos Ambientais

Os problemas relacionados ao meio ambiente têm sido observados com mais intensidade nas cidades, portanto, os estudos relacionados com a qualidade do ambiente urbano podem contribuir para melhorar o planejamento a partir da geração de políticas capazes de fazer um planejamento menos impactantes ao meio ambiente, e melhorar a qualidade de vida da população, que necessita de um ambiente ecologicamente equilibrado (RABELO et al., 2022).

Os impactos ambientais como a escassez dos recursos hídricos, o aumento de desmatamento, os processos erosivos e manejo do solo são assuntos que estão sendo tratados com maior frequência, a fim de se obter soluções ou medidas mitigadoras para esses problemas ambientais (NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

Para Schwantz e Feitosa (2022), o ambiente urbano se torna mais frágil a cada dia principalmente com diminuição dos recursos naturais, gerando modificações que influenciam negativamente na alteração da natureza, a partir dessas transformações evidencia-se a formação de impactos ambientais.

Os impactos decorrentes dessa ruptura envolvem a formação de paisagens com pouca diversidade de habitats, presença de fragmentos isolados geograficamente e de dimensões reduzidas, além do aumento nos efeitos de borda, alterações nas interações ecológicas das espécies, aumento das relações de predação e competição e perda de micro-habitat das espécies (PIROVANI et al., 2014). As mudanças na cobertura do uso e ocupação do solo de forma desordenada podem causar sérias implicações ambientais, além da alteração do escoamento superficial (SOUZA-FILHO et al., 2016).

Para Nascimento e Fernandes (2017) os impactos ambientais relacionados com os recursos terrestres possuem características capazes de interferir na escassez hídrica, um exemplo de impacto ambiental desse tipo é o desmatamento ambiental, que em altas taxas e principalmente com o uso indiscriminado reduz a vegetação nativa que contribui para a

proteção de nascentes. Preocupações com a “herança ecológica” vem tomando maiores proporções atualmente visando um maior comprometimento tanto da comunidade científica quanto dos gestores públicos para a geração de alternativas que minimizem as alterações causadas pela antropização exacerbada.

3.4 Desmatamento Ambiental

Desmatamento é a conversão, diretamente induzida pelo homem, de terra com floresta para terra sem floresta (FALCÃO e NOA, 2016). As consequências desse tipo de ação podem afetar todo um ecossistema, afetando a biodiversidade local (morte de várias espécies), causando desequilíbrio na cadeia alimentar e prejuízo em atividades econômicas como caça e pesca. Além disso, gera consequências negativas para a água, equilíbrio climático e o solo da região, pois a cobertura vegetal facilita a drenagem impedindo assim, deslizamentos de terra, e com sua retirada, por exemplo, pode se seguir a erosão, desertificação e o assoreamento de curso d'água (NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

Para Machado et al. (2019), o desmatamento atrelado a práticas agropecuárias é um dos principais atores da atual degradação ambiental das últimas décadas, os processos vinculados a essa atividade trazem consequências danosas para o meio ambiente, como por exemplo: a remoção da camada vegetal do solo, o assoreamento de rios, compactação do solo, redução da fauna local ou até mesmo a extinção de espécies.

O desmatamento afeta progressivamente o ecossistema de uma floresta, por exemplo: a chuva próxima e distante da Floresta Amazônica, a biodiversidade, a erosão do solo, perda de nutrientes, perda das funções reguladoras da bacia hidrográfica e emissão de gases de efeito estufa. Essas emissões de carbono de origem majoritariamente antrópica estão se intensificando a nível global, conseqüentemente agravando os períodos de seca e ocorrência de incêndios e alimentando o ciclo onde a floresta queima (NASCIMENTO e FERNANDES, 2017).

A contínua incorporação de áreas florestais ao processo produtivo tem ocorrido muitas vezes de forma inadequada, pois não possuem planejamento prévio e nem consideram o uso sustentável adequado do espaço (OLIVEIRA et al., 2011).

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

(ARAÚJO, 2022). O entendimento da interação entre os fatores físicos, antrópicos e da cobertura vegetal em uma paisagem é de fundamental importância para oferecer subsídios ao planejamento territorial de forma sustentável (SILVEIRA e SILVA, 2010). Segundo Oliveira e Faria (2021), a perda da biodiversidade impacta na capacidade dos ecossistemas sustentarem os serviços ecológicos essenciais que contribuem para o bem estar dos seres vivos.

3.5 Fragmentação florestal

O conhecimento sobre o histórico da fragmentação florestal em bacias hidrográficas auxilia no planejamento e na aplicação de práticas pautadas na restauração de áreas florestais devastadas (SILVA et al., 2015). A fragmentação vegetal consiste na alteração de áreas naturais pela ocupação antrópica irregular, resultando no aparecimento de grandes faixas degradadas. Esta fragmentação de habitat é responsável pela redução da biodiversidade natural e resulta em prejuízos aos processos ecossistêmicos fundamentais em detrimento do isolamento de habitats (HADDAD et al., 2015).

Para Amorim et al. (2019) a realização de estudos que analisam os estágios de sucessão da fragmentação florestal é de extrema importância para preservação e conservação, contribuindo para a gestão e planejamento de estratégias de recuperação da biodiversidade degradada. Embora a análise desses estágios requer um alto custo, tanto no que se refere ao tempo quanto o nível de qualificação dos profissionais envolvidos.

Apesar do fenômeno de fragmentação existir naturalmente em um ambiente, este vem sendo altamente intensificado por ações antrópicas, principalmente em função da demanda por terra para produção de alimentos, construções e aumento da concentração de resíduos produzidos (COPQUE et al., 2011).

De acordo com Pirovani (2014) o processo de fragmentação florestal promove a alteração bastante significativa no que se refere a interferência nas condições de umidade, temperatura e radiação solar, principalmente em razão do efeito borda que geralmente ocorre nos fragmentos. Fragmentação de florestas leva ao isolamento dos remanescentes, desencadeando uma série de mudanças no microclima, distúrbios no regime hídrico, degradação dos recursos naturais e a modificação ou eliminação das relações ecológicas (MORAES et al., 2012).

Segundo Andrade et al. (2020) as principais responsáveis pela fragmentação florestal estão atreladas as atividades antrópicas e em áreas de vegetação nativa, e em si tratando de Bacias Hidrográficas a fragmentação compromete o regime hídrico de forma

negativa, percebe-se também uma maior ocorrência de processos erosivos, tudo isso em razão da diminuição da vegetação na área pelo desmatamento desenfreado. O estudo de fragmentos de vegetação, em escala multitemporal, é o que possibilita inferir determinadas análises sobre a dinâmica da paisagem (FERNANDES e PIMENTEL, 2019). O processo de fragmentação florestal ocasiona danos severos à biodiversidade, devido ao efeito de borda que ocorre nos fragmentos (GONÇALVES, CRUZ e SERRA, 2019).

Para Barbosa et al. (2022) é de suma importância entender a vulnerabilidade ambiental, e o monitoramento da qualidade ambiental de uma área, a realização de avaliações é crucial para se obter dados de aspectos que influenciam tanto de forma negativa ou positiva, destacando o cruzamento de multicritérios conectando com as ações antrópicas e grau de interferência. Esses critérios são importantes para que favoreçam resultados que possibilitem a determinação de aplicação de mais unidades de conservação dentro de Bacias Hidrográficas.

3.6 Regeneração da vegetação natural

As alterações nos ambientes florestais são necessárias para manter a dinâmica da floresta e conservar as espécies que necessitam das clareiras para regenerar. A regeneração natural é um processo de sustentação das florestas tropicais, pois garante a sua renovação (CARVALHO et al., 2022). A recuperação de áreas degradadas por ações antrópicas é uma importante estratégia de restabelecimento da fauna e flora afetada (VIRGINIO, 2022).

A capacidade de regeneração de um habitat pode ser avaliada sob diferentes métricas e atributos que vão desde o desenvolvimento das comunidades de plantas e animais até o crescimento e produtividade da floresta, assim como, características físicas e químicas do solo, bem como a presença da microbiota, sendo que nenhum desses indicadores deve ser usado de maneira isolada, selecionando aquele que melhor atende os objetivos do estudo (AYALA-OROZCO et al., 2018). Para Uberti et al. (2018) o uso de técnicas de regeneração natural contribui para a diminuição de distúrbios que comprometem a qualidade de um ecossistema.

Segundo Chazdon e Guariguata (2016), a regeneração natural pode ser classificada como espontânea ou assistida. O processo de regeneração natural espontânea ocorre sem interferência humana. Já o processo de regeneração assistida ocorre com a interferência humana, em geral tem um alto custo financeiro, esse método é

indicado para restaurar florestas e paisagens com um grau elevado de degradação ambiental.

A compreensão dos processos que atuam na restauração de uma área degradada, pode-se estudar a riqueza de espécies florestais que estão presentes em ambientes em processo de restauração natural, sendo interessante, também, o estudo a nível de formas de vida predominantes, síndromes de dispersão e guildas ecológicas de sucessão que atuam no ambiente. Estes aspectos ecológicos podem facilitar a compreensão do potencial de resiliência de uma determinada comunidade florestal (UBERTI et al., 2018).

De acordo com Virginio (2022) o florestamento e o reflorestamento são cruciais para favorecer um maior nível de qualidade ambiental de uma área, principalmente de um local ao qual sofreu uma exposição a danos ambientais que interferiram negativamente. A restauração do ambiente danificado traz inúmeros benéficos, como a restituição da mata ciliar, o retorno de espécies animais. É notável a necessidade que a recuperação da vegetação de uma área é fundamental para o equilíbrio biológico e sobrevivência humana, deve-se atentar para a diminuição dos impactos ambientais provenientes das ações antrópicas. Uma boa maneira de se promover a conservação dos recursos naturais é através da implantação de mais unidades e áreas de conservação ambientais.

3.7 Criação de Áreas de Proteção Ambiental (APA) com medida mitigadora de impactos ambientais

No final do século XIX e início do século XX, surgiram as primeiras ideias acerca da importância da criação de áreas protegidas. Estas surgiram com o objetivo de preservar o ambiente natural, visando produzir um maior benefício à sociedade humana, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das futuras gerações. O estudo das unidades de conservação é fundamental para se compreender as relações entre sociedade-natureza, tendo como foco o estudo dos territórios, considerando que sua existência repercute na dinâmica socioespacial. Sobre a importância das UCS no Brasil, é mencionada na Lei Federal nº 9.985/2000 com o enquadramento das diferentes categorias, enfatizando a categoria Parque, correlacionando às diretrizes aplicáveis a essa categoria (LIMA e PESSOA-GUTIERRES, 2021).

Deve-se atentar para a perda significativa de vegetação da área que vem se degradando ao longo dos anos, mesmo atualmente essa área estando protegida por lei, recomenda-se a integração de mais áreas adjacentes ao parque para que se torne um espaço de maior abrangência no quesito de proteção (NASCIMENTO et al., 2022).

Para Carvalho et al. (2022) as Áreas de Proteção Ambientais (APAs) tem papel fundamental na preservação ambiental e promoção de visão sustentável em uma sociedade, demonstrando que com um manejo adequado dos recursos naturais pode haver uma maior colaboração da população e compreensão de quão importante é a conscientização ambiental.

Nas bacias hidrográficas, as APPs são responsáveis pela manutenção, preservação e conservação dos ecossistemas ali existentes, por estarem situadas às margens dos rios (zonas ripárias), no entorno de nascentes, encostas íngremes, topos de morro, entre outros locais especificados pelo CFB (MAGALHÃES e FERREIRA, 2000, CAMPAGNOLO et al., 2017, BARÃO et al., 2021). As áreas protegidas foram criadas principalmente para a conservação da biodiversidade na Amazônia. No entanto, existem altas taxas de desmatamento dentro das mesmas, ocasionado pela concessão de estradas, assentamentos e ocupações (GAMA et al., 2021).

A criação de áreas protegidas (Unidades de Conservação) é uma das estratégias mais efetivas na contenção dos processos de desmatamento, fragmentação da paisagem e conservação da biodiversidade (PINHEIRO, 2019). Políticas de gestão territorial influenciam a amplitude dos impactos ocasionados em ambientes naturais, sobretudo em ambientes inicialmente florestais. O sensoriamento remoto é uma ferramenta eficiente para diagnosticar e mensurar esses impactos ambientais (SEDLACEK, 2018).

Segundo Pinheiro (2019) até mesmo as Unidades de Conservação veem sofrendo com impactos ambientais ao longo do tempo, essas áreas possuem um gama de espécies que estão ameaçadas, a má gestão de ambientes como esses pode trazer consequências danosas para a biodiversidade em grandes proporções. Portanto, é essencial que haja sempre a inserção de novas tecnologias que ajudem a nortear os fenômenos que ocorrem em um Bacia hidrográfica, o uso de ferramentas de geoprocessamento vem desempenhando um papel bastante relevante no que se refere a avaliação de impactos ambientais e a ambientes de vulnerabilidade ambientais.

3.8 Geoprocessamento como ferramenta de Gerenciamento Ambiental

A aplicação das técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG) permite o desenvolvimento de pesquisas com enfoque em avaliações ambientais, bem como daquelas voltadas aos recursos florestais. Essas técnicas permitem a construção de um banco de dados

georreferenciados de arquivos vetoriais e matriciais que podem ser processados e combinados, permitindo uma série de aplicações (JAMALI et al., 2014).

Entre as técnicas voltadas para a gestão de bacia hidrográfica, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) e a análise de imagens orbitais têm auxiliado nas determinações das medidas de manejo ambiental. O uso dos SIG permite sobrepor diversas informações espaciais, permitindo a correlação e comparação entre as informações como tipo de solo, uso da terra, hidrologia, vegetação, etc., bem como oferece a oportunidade de executar modelagem para prever padrões espaciais de processos ecológicos, com relação a possíveis cenários de ocupação e uso dos recursos, auxiliando os tomadores de decisões na definição de diretrizes a respeito do uso da terra (OLIVEIRA e AQUINO, 2020).

De acordo com Alves et al. (2020), a aplicação de ferramentas de geoprocessamento atrelada a imagens de satélites, com o uso de NDVI vem sendo bastante eficiente na caracterização e identificação da cobertura vegetal da superfície terrestre. O universo de informações que pode ser gerado corrobora para o auxílio de tomadas de decisão na forma como um problema ambiental pode ser gerido.

Através do parâmetro NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é possível identificar as alterações no uso e ocupação da terra num determinado período e dessa forma, contribuir com práticas de educação ambiental para o manejo adequado dos recursos naturais (OLIVEIRA e AQUINO, 2020).

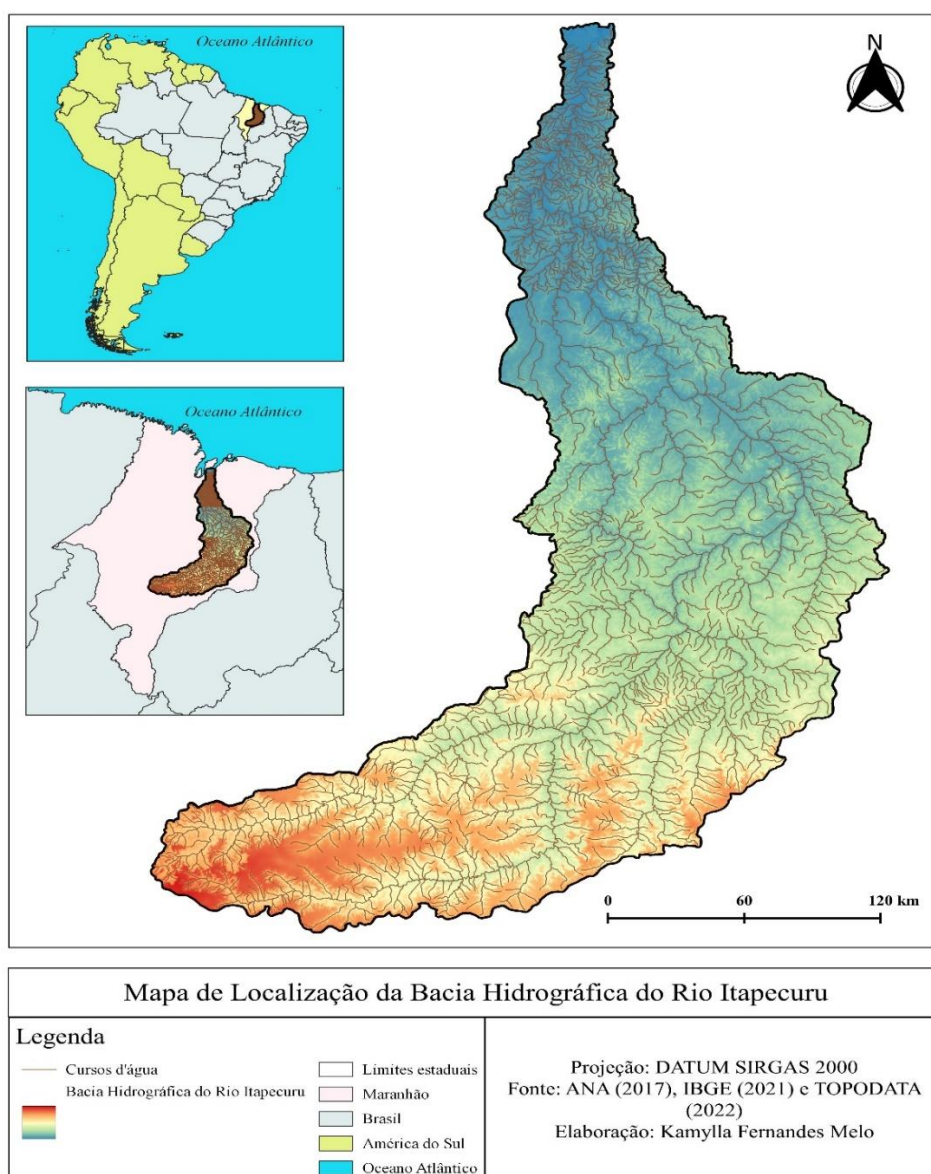
Para Moraes (2018) uma análise temporal do uso e cobertura do solo, contribui para a identificação dos processos de degradação do solo de uma Bacia Hidrográfica, pois nessa análise espacial verifica-se a influência de fatores como o desmatamento e índices de regeneração florestal. O geoprocessamento se tornou uma das ferramentas que mais contribui para a realização de análises ambientais, pois possui um bom grau de acurácia e agilidade na manipulação de series temporais extensas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área de estudo

O Maranhão é uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizada na Região Nordeste. (Figura 1). O estado faz divisa com três estados: Piauí (leste), Tocantins (sul e sudoeste) e Pará (oeste), além do Oceano Atlântico (norte). Com área de 331 937, 450 km² e com 217 municípios é o segundo maior estado da região Nordeste e o oitavo maior do Brasil. O estado possui uma população de 7 114 598 habitantes (IBGE, 2021).

Figura 1- Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA



Fonte: Autora, 2022.

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru abrange uma área de 52.972,1 Km², que corresponde à cerca de 16% das terras do Maranhão. Limita-se a sul e leste com a bacia do rio Parnaíba através da serra do Itapecuru, chapada do Azeitão e outras pequenas elevações, a oeste e sudoeste com a bacia do Mearim e a nordeste com a bacia do Munim. O rio Itapecuru nasce nos contrafortes das serras da Crueira, Itapecuru e Alpercatas, em altitudes em torno de 500 m, percorrendo uma extensão de aproximadamente 1.050 Km, até sua desembocadura na baía do Arraial, a sul da ilha de São Luís (ALCANTÁRA, 2004).

A região hidrográfica do Itapecuru compreende os ecossistemas de Cerrado e Mata dos Cocais, que é uma vegetação de transição entre o cerrado e a Mata Amazônica, ambos estão, atualmente, em processo de degradação pela ação antrópica. Dada as suas características singulares de riqueza natural e beleza cênica, as formações merecem relevante importância tanto para os estudos biológicos quanto para o “desenvolvimento sustentável” (SILVA e CONCEIÇÃO, 2011).

4.2 Aquisição dos dados, procedimentos e ferramentas utilizados para a pesquisa

Para a realização da pesquisa, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo, que foram adquiridos através da plataforma Mapbiomas coleção 7.0. O projeto Mapbiomas disponibiliza de forma gratuita *tookit*s para downloads de mapas anuais de cobertura e uso da terra a partir de 1985 a 2021.

Para este trabalho foram utilizados dados de Desmatamento e Reflorestamento, período inicial de 1988 a 2019, sendo este o período considerado para a análise multitemporal da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru. A plataforma utiliza dados dos satélites Landsat 5 sensores TM (imagens de 1988 a 2008) e Landsat 8 sensores OLI (imagem de 2019), estes satélites possuem resolução espacial de 30 m, a qual corresponde a resolução espacial dos dados obtidos.

Os dados da plataforma já são pré-processados e correspondem a área em hectare para cada classe. Seu processamento é obtido por meio da multiplicação do número de pixels pela resolução espacial da imagem (900 m²) e por subtração entre cada ano.

Ainda na plataforma do Mapbiomas é possível verificar a cobertura anual por categoria de biomas, divisão geográfica, bacias hidrográficas unidades de conservação e etc. De acordo com a classificação estabelecida pela plataforma que utiliza classificação

hierárquica para as classes de uso e cobertura, que se baseia Organização para Alimentação e Agricultura (FAO), IBGE e (MAPBIOMAS, 2022).

Na tabela 1 tem-se a identidade de cada uma das classes que atendem o tema de desmatamento e reflorestamento identificada na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru e suas subclasses de referência.

Tabela 1. Classes de uso e cobertura do solo de cunho natural e antrópico, para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru

Formação vegetal natural	Formação Vegetal Antrópica
Formação Florestal	Agropecuária
Formação Savânica	Silvicultura
Mangue	Pastagem
Restinga Arborizada	Agricultura
Campo Alagado e Área Pantanosa	Lavoura Temporária
Formação Campestre	Lavoura Perene
Apicum	Mosaico de Usos
Outras Formações não Florestais	
Restinga Herbácea/Arbustiva	

Fonte: Autora, 2022.

Os dados em hectares foram refinados no programa Excel, aos quais originaram os gráficos quantitativos das classes naturais e antrópicas encontradas na Bacia. Para o processamento das imagens de satélites em formato *Raster*, foi o utilizado o software SIG Qgis versão 3.22.1, a classificação foi realizada de acordo com a paleta de cores padrão do Mapbiomas, com cada classe, dessa forma foram elaborados os *layouts* da BHRI para os anos de 1988, 1995, 2000, 2010 e 2019 gerando a representação da análise multitemporal a fim de avaliar a dinâmica do uso e cobertura da área de estudo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

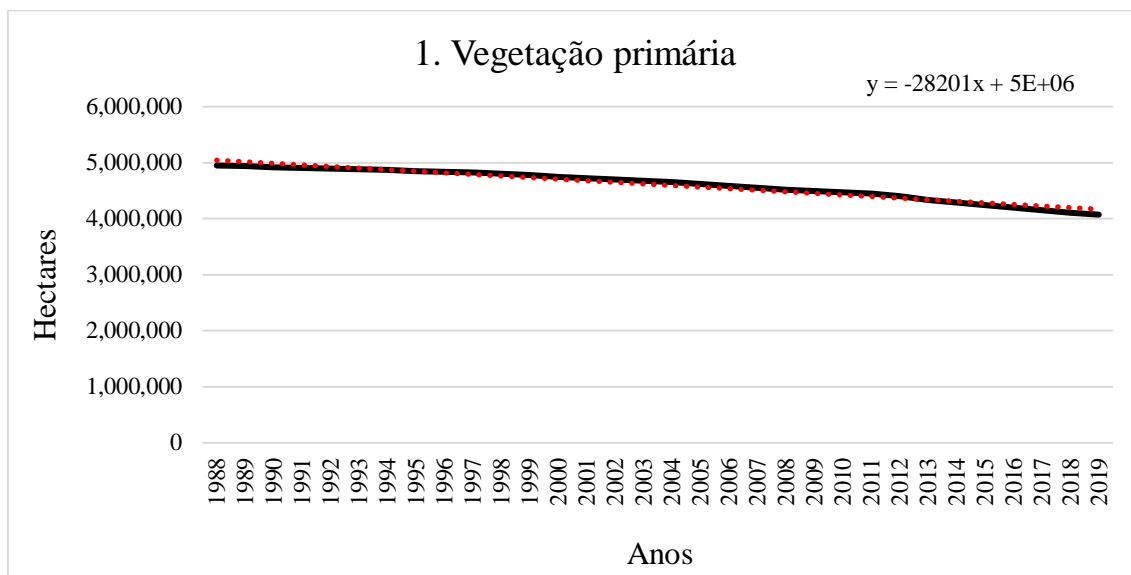
5.1 Vegetação nativa e sua recuperação

De acordo com os resultados adquiridos por meio dos dados da plataforma Mapbiomas coleção 7.0 (Figura 2) que correspondem ao índice de vegetação primária para a série temporal de 1988 a 2019 da Bacia hidrográfica do Rio Itapecuru, a vegetação

primária apresentou um total de 4.950.212 hectares, sendo este valor para o ano de 1988, notou-se no gráfico a redução dessa classe de vegetação, que decaiu até o último ano da análise 2019.

Em um estudo da análise de uso e ocupação do solo para o estado Maranhão, Santos et al. (2019) avaliou quantitativamente as classes de tipos de vegetação presentes no estado para o período de 2000 a 2016 e verificou que a quantidade de área nativa no período inicial correspondia a classe de maior ocupação no território, contudo em 2016 também sofreu redução em todo estado do Maranhão.

Figura 2- Índice da classe de vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA



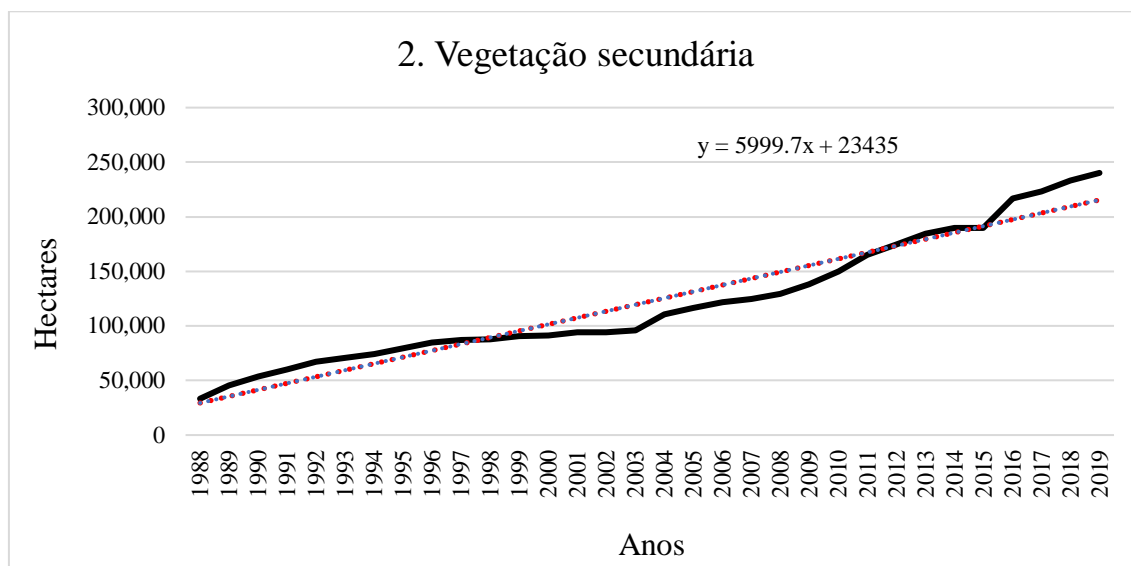
Fonte: Autora, 2022.

Conforme pode ser observado no gráfico da (Figura 3), observa-se que ocorreu um grande salto no aumento da classe de vegetação secundária, de acordo com a linha de tendência do gráfico a classe que inicialmente no ano de 1988 possuía cerca de 33.329 ha na BHRI, com o passar dos anos aumentou para 240.165 ha em 2019. O pico de aumento desse tipo de vegetação pode estar relacionado com uma adaptação do desaparecimento das áreas de florestas densas presentes na classe de vegetação primária.

Segundo Morais (2022) ao analisar a vegetação nativa por subclasses com base no tipo de vegetação para a Bacia do Rio Bacanga na Ilha de São Luís, verificou-se que a vegetação natural foi desaparecendo conforme atividades, como extração de madeira,

agricultura de subsistência e expansão populacional que foram ocorrendo naquele espaço ao longo dos anos, enfatizando assim a antropização como principal fator da redução da vegetação natural da região analisada.

Figura 3- Índice da classe de vegetação secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA



Fonte: Autora (2022).

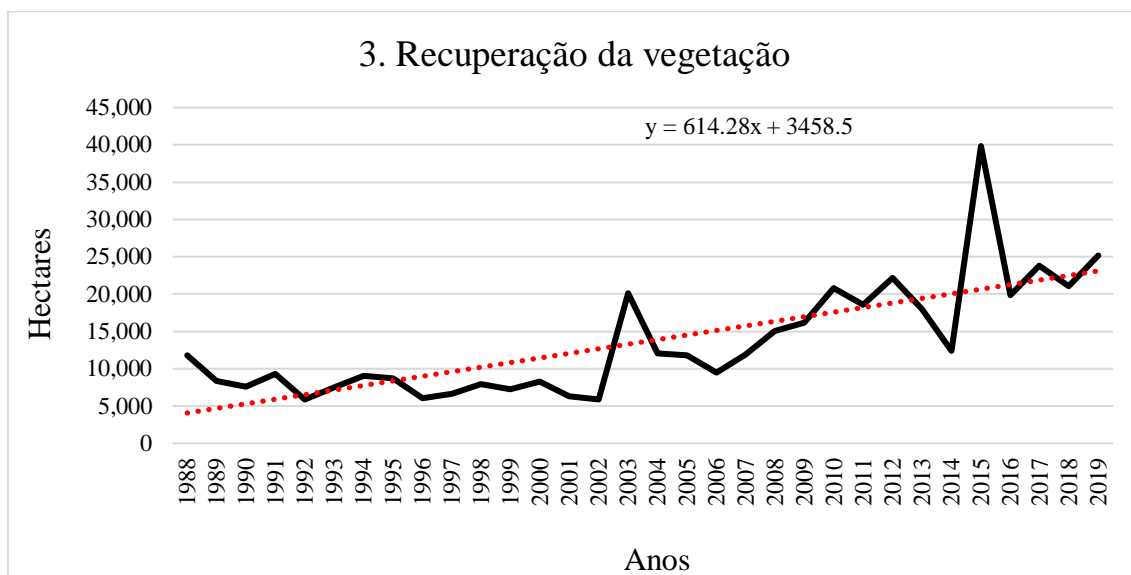
Acerca dos resultados gerados no estudo, (Figura 4) o índice de recuperação do desaparecimento das classes de vegetação convertidos em recuperação para áreas secundárias cresceu como observado no gráfico, em 1988 a classe apresentou um total de 11.820 hectares, essa classe por sua vez foi aumentando, ocorrendo um pico positivo de 20.156 ha em 2003, o maior pico da série se deu em 2015, quando a classe alcançou 39.847 ha, contudo, mesmo com a queda em relação a esse pico a classe seguiu alta em relação aos anos que se passaram. Essa classe corresponde a mosaicos de atividades agrícolas, por tanto, caracterizada como uma classe antrópica.

De acordo com Carneiro et al. (2008) e Jardim (2021) a expansão de práticas agrícolas no estado tiveram início no século XX, dessa forma ao longo desses anos as atividades ligadas a sojicultura e agropecuária começaram a ser inseridas por todo estado do Maranhão, isso fez que com que a vegetação nativa fosse sendo desmatada e modificada para a atuação do novo seguimento vegetal ligado ao ramo da agricultura.

Conforme Lima et al. (2020) salientam que boa parte dos impactos ambientais que ocorrem no estado do Maranhão estão relacionados a eventos antrópicos, sendo estes o

crescimento demográfico e a fragilidade da gestão ambiental que é desvalorizada em alguns municípios do estado, muitas vezes em razão do favorecimento agrícola sem regimento ambiental.

Figura 4- Índice da classe de recuperação para secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA



Fonte: Autora, 2022.

6.2 Desmatamento da vegetação primária e secundária

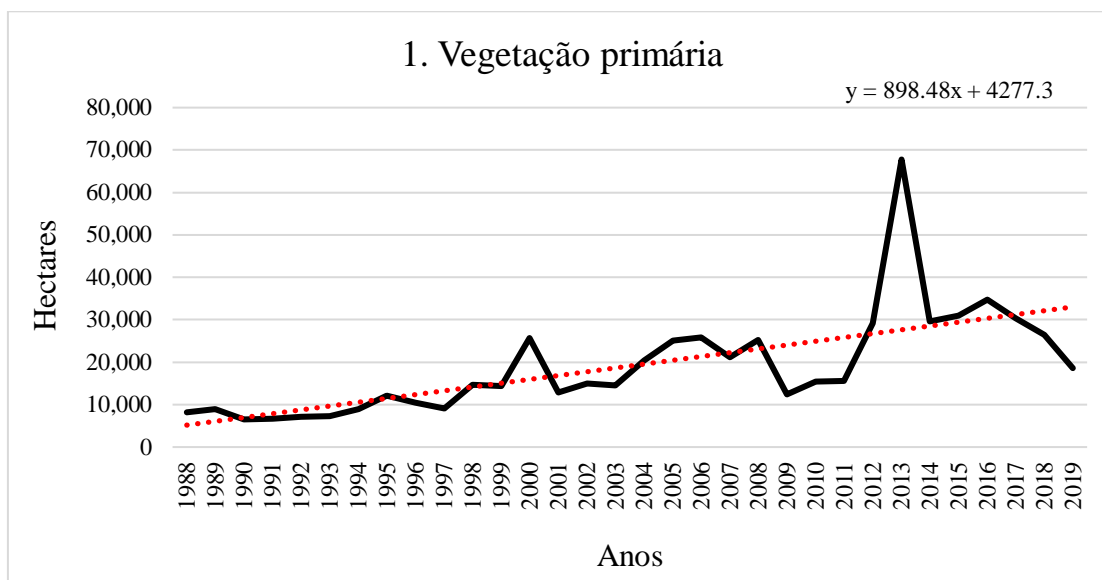
A vegetação primária da BHRI sofreu com o desmatamento em sua classe de vegetação natural mais densa, isso fica evidente ao longo dos anos, (Figura 5). Em 2000 ocorreu um pico de 22.706 ha, a redução da vegetação natural, que tornou a acontecer de maneira mais elevada em 2013 com 67. 773 ha, ou seja, a vegetação primária teve redução significativa nesse ano.

Conforme Mendes et al. (2021) que avaliaram o desmatamento de uma microbacia do rio Pirarara, Cacoal-Rondônia, com imagens dos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018, dos satélites Landsat 5 e Landsat, realizaram a análise multitemporal da vegetação desses anos e descobriram o desmatamento sofrido na região com base no uso e ocupação do solo.

Segundo Campos (2019) o cerrado maranhense tem sofrido com a exploração agrícola, e é essencial que haja uma estratégia que vise a conservação da vegetação nativa e a preservação das Bacias Hidrográficas, visto que essas regiões abrangem uma gama de

ecossistemas, então a preservação dessas áreas estabilizará os impactos ambientais, ainda ressalta a importância da definição de bacia hidrográfica como unidade de gestão, para que ocorram ações voltadas para a prevenção do ambiente natural.

Figura 5- Índice de desmatamento da vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA

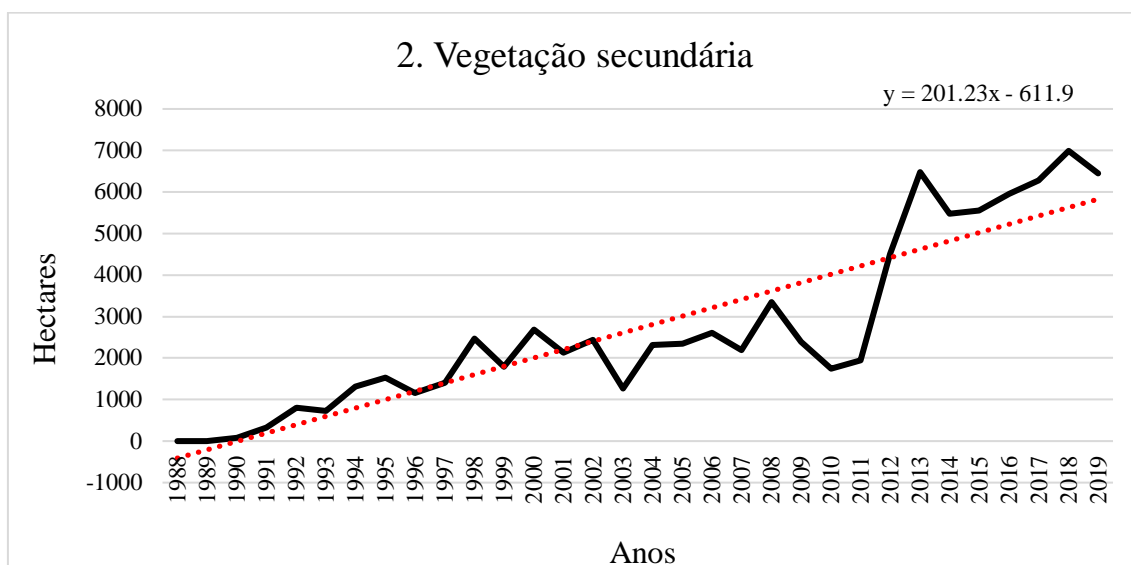


Fonte: Autora, 2022.

Ao analisar o quadro de desmatamento da BHRI para a série temporal de 1988 a 2021 (Figura 6) percebeu-se que a vegetação secundária sofreu ao longo dos anos analisados com a prática de redução. Tal comportamento pode estar relacionado com atividades agrícolas que ocorreram nesse espaço de tempo, que se enquadram como aumento da vegetação antrópica.

Segundo Silva Junior et al. (2018) o desmatamento de áreas do cerrado como formação campestre e formação savânica ocorrem por meio da expansão agrícola, os autores ainda pontuam que o desmatamento proveniente de queimadas ainda é considerado relativamente menor, mesmo que aumente de maneira fraca em épocas mais secas.

Figura 6- Índice de desmatamento da vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA

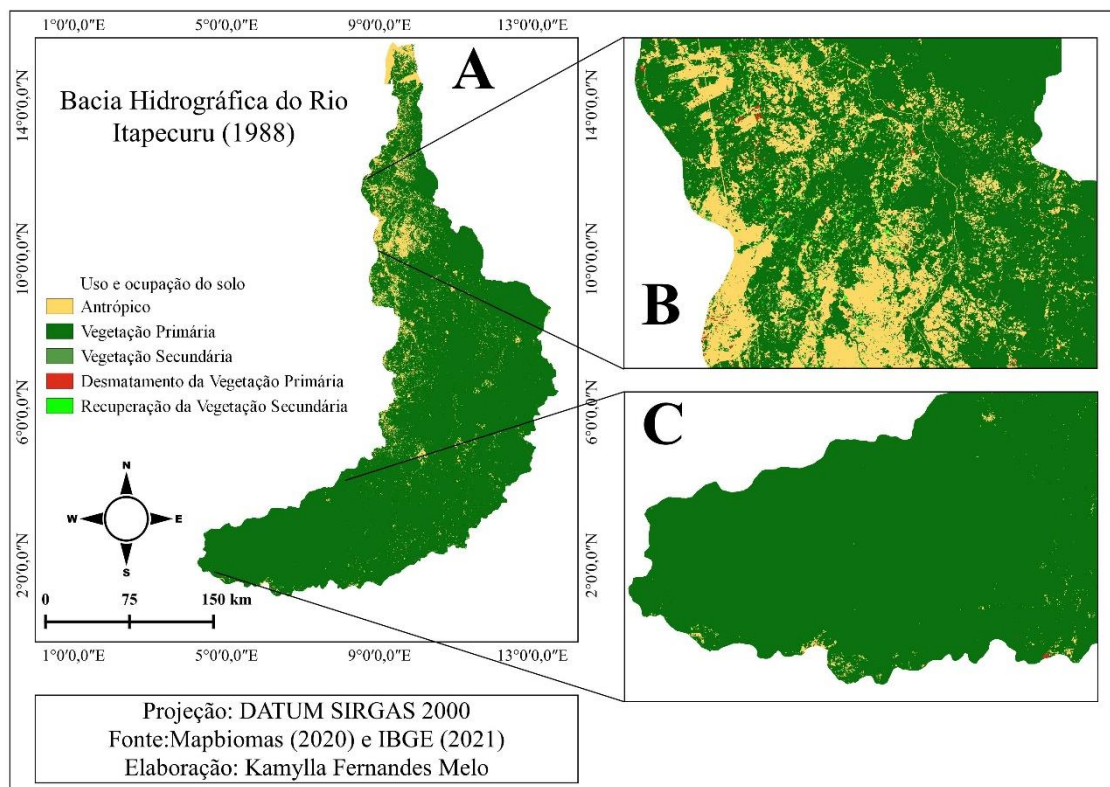


Fonte: Autora, 2022.

No ano de 1988 nota-se que a maior parte da vegetação natural da bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru era em sua maioria composta por vegetação natural sendo estas classificadas como vegetação primária (Figura 7 A) ao realçar áreas da bacia em duas situações, percebe-se que no recorte B tem-se uma parte da bacia em grande dinâmica em função de classe de cunho antrópico, essa área ainda assim possui vegetação natural. No recorte C observa-se uma parte menos modificada por outras classes antrópicas, de forma a destacar que em 1988 nessa região predominava a vegetação natural.

Para Ferreira et al. (2020) um dos principais agentes moduladores do quadro ambiental do estado do Maranhão é o crescimento econômico, pois tal fator colabora para impactos diretos na flora e na fauna, causando assim profundas mudanças nos padrões socioculturais das populações tradicionais. O aumento da produtividade no espaço agrário e o modelo agrícola, sem contar nas ações diretas as quais modificam o uso e manejo do solo, apresentam impactos negativos a área com vegetação natural.

Figura 7- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 1988

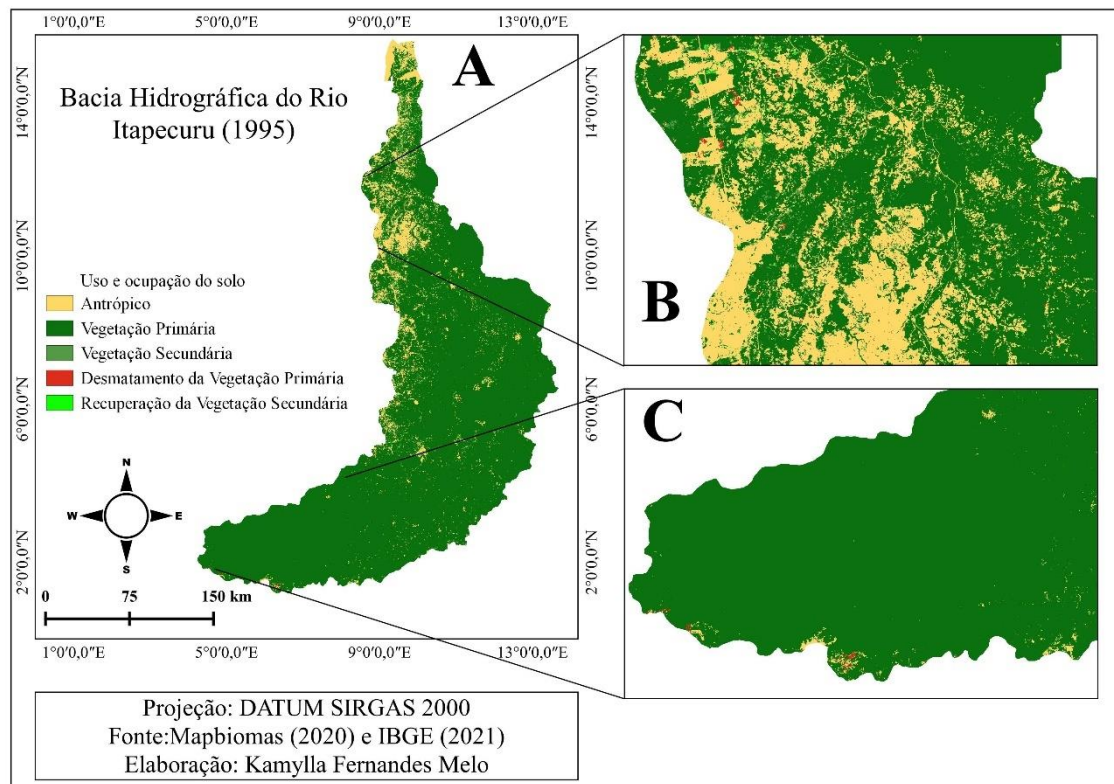


Fonte: Autora, 2022.

Em 1995 a vegetação natural exibiu comportamento visual semelhante ao ano de 1988, (Figura 8), aparentemente mesmo com o passar dos anos notou-se pouquíssimas alterações visuais, contudo ainda assim houve acréscimo de áreas antropizadas assim como o desmatamento.

Conforme Silva et al. (2021) ressaltam o estado do Maranhão necessita de ações em parceria com a sociedade para a preservação e conscientização da preservação natural, pois destacam a ocorrência de ações que impactam negativamente nos recursos naturais que são em sua maioria deixados de lado por falta de iniciativa popular, com isso a aplicação da gestão ambiental fica enfraquecida em termos socioambientais.

Figura 8- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 1995

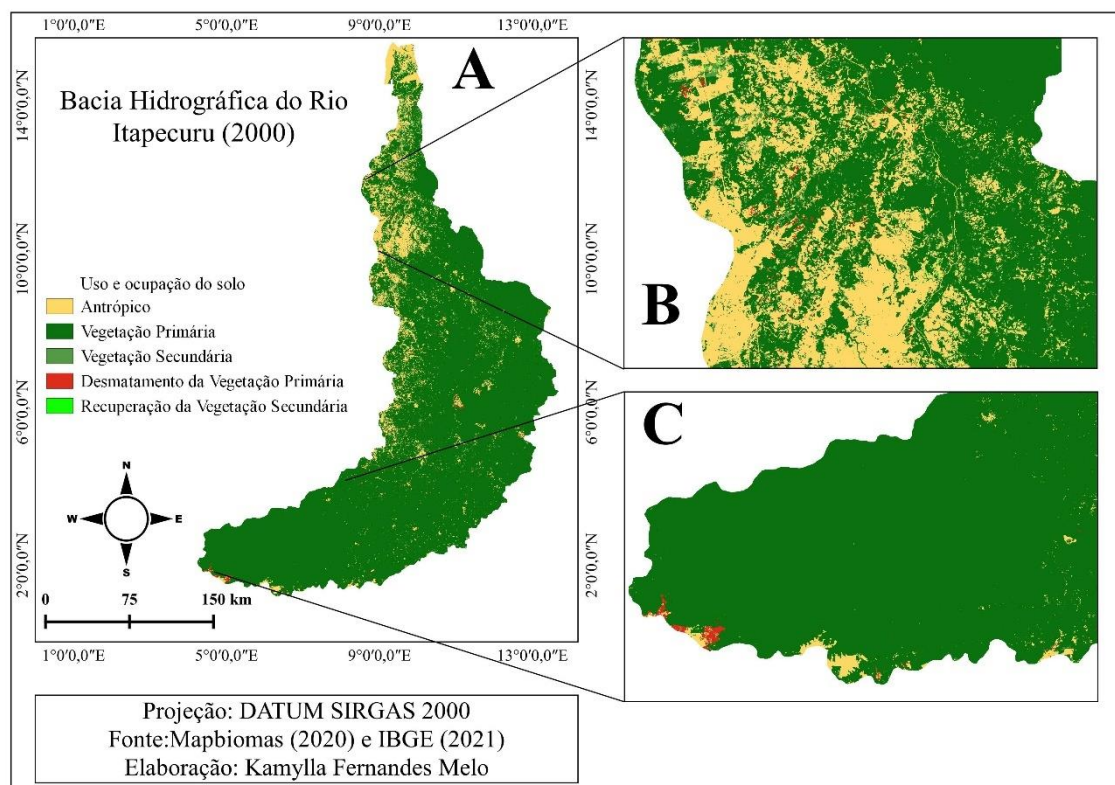


Fonte: Autora (2022).

O ano de 2000 foi marcado pela intensificação da classe antrópica no recorte B (Figura 9), foi observada grande propagação dessa classe, assim como também pode ser observada no recorte C a área de desmatamento da vegetação primária correspondente a floresta densa.

De acordo com Silva et al, (2015) o desmatamento de floresta implica em mudanças que vão desde o deslocamento da fauna e flora como modificações no solo e no clima da região que sofre com tal impacto negativo.

Figura 9- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA para o ano de 2000

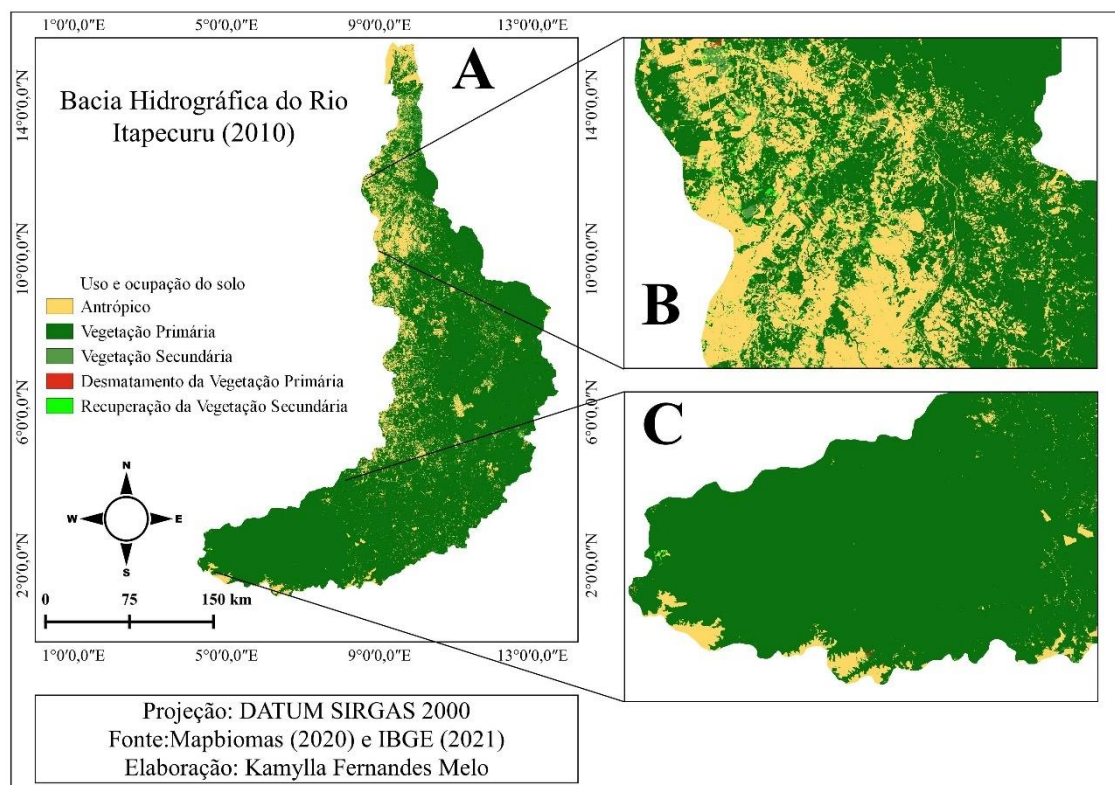


Fonte: Autora (2022).

Ao analisar as classes de uso e ocupação da BHRI para o ano de 2010 (Figura 10) notou-se que o recorte B continuou se intensificando com a classe antrópica ao longo dos últimos anos, observa-se ainda no recorte C, onde a vegetação antes impactada pelo desmatamento se converteu a outra classe, a classe antrópica, assim como também ao ser comparada aos últimos 10 anos ocorreu o aumento dessa classe na Bacia, não só ocupando a classe antes desmatada como também a sua intensificação nessa região da Bacia.

Conforme proposto por Messias et al. (2020) o desmatamento assim como as modificações desenfreadas do ambiente natural deve ser resolvido por meio de programas de monitoramento que visem a fiscalização ambiental para práticas de desmatamento ilegal e exorbitantes, pois acredita que tal ação imediata reduz tal efeito negativo gerado ao meio ambiente

Figura 10- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 2010

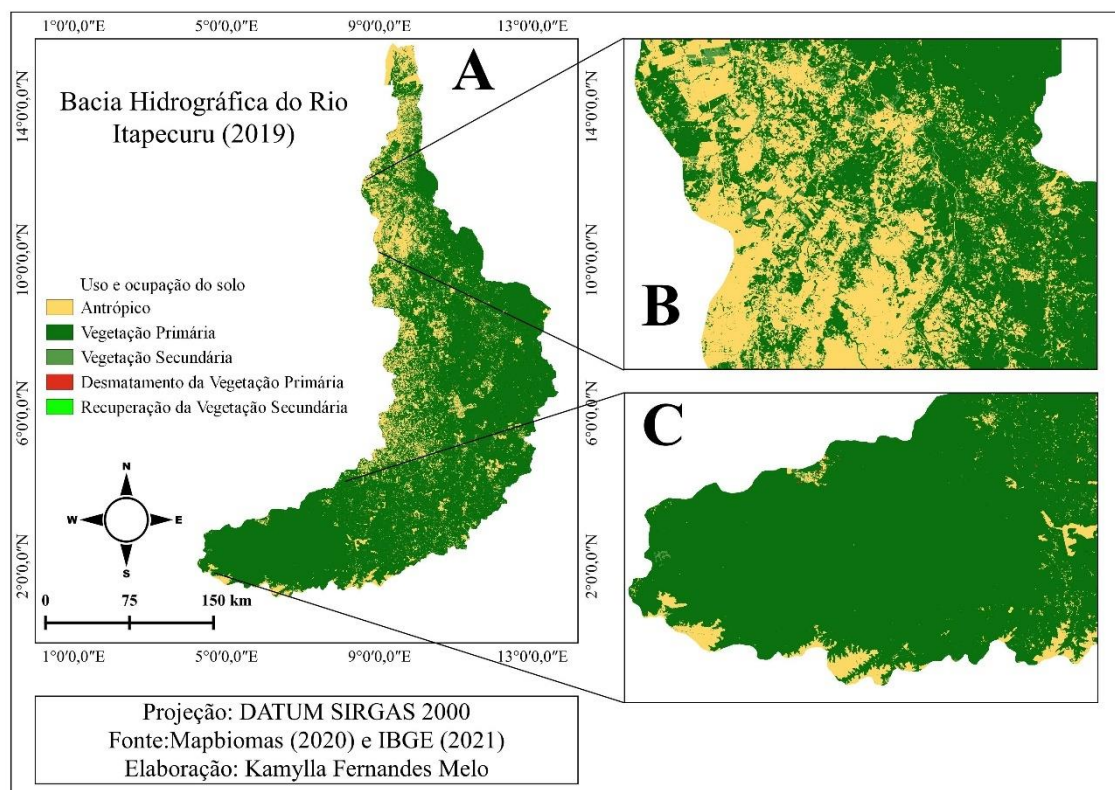


Fonte: Autora (2022).

O ano de 2019 pertence ao último ano de análise (Figura 11) ao qual nota-se a classe antrópica em uma dinâmica bastante intensa no recorte B, com isso considera-se que atividades de cunho agropecuário tenham se expandido e se fixado nessa região da BHRI. No recorte C tem-se a presença mais evidente do que antes se considerava área visualmente menor nessa região da Bacia, notando-se assim atividades de uso do solo em uma área onde ocorria o prevaecimento da vegetação nativa.

Em um dos estudos de Barros et al. (2022) verificaram que regiões com grandes interferências antrópicas há a necessidade de práticas como a tomada de medidas mitigadoras com o intuito de criação de áreas de proteção e preservação ambiental, visando assegurar maiores quantidades de áreas de vulnerabilidade ambiental permitindo um equilíbrio maior para a existência da fauna e flora conservando a biodiversidade da região.

Figura 11- Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru -MA para o ano de 2019



Fonte: Autora, 2022.

6 CONCLUSÃO

A metodologia empregada se mostrou bastante eficiente para investigação de análise de uso e cobertura do solo. A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru sofreu modificações ao longo dos anos em sua paisagem natural. O período analisado evidenciou que boa parte da sua vegetação natural que foi perdida, seja por meio do desmatamento ou adaptação para atividades agrícolas, tendo interferência antrópica. O maior nível de desmatamento da vegetação primária no ano de 2013 foi de 67.773 há. Observou-se grandes picos de desmatamento da vegetação secundária em 2013 e 2018, sendo 6.475 e 6.991 ha respectivamente.

A região da BHRI necessita de políticas de gestão ambiental para que a vegetação natural seja protegida bem como a fauna e a flora das regiões próximas aos leitos dos rios. Uma boa alternativa seria a implantação de mais Unidades de Conservação ambiental com a premissa de gerar além da sustentabilidade uma maior consciência ambiental na sociedade local.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. H. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão-Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 11, p. 97-113, 2004.

ALMEIDA, C. A. D., COUTINHO, A. C., ESQUERDO, J. C. D. M., A. D. A. M. I, M., VENTURIERI, A., DINIZ, CG, GOMES, AR. Mapeamento de uso e cobertura da terra de alta resolução espacial da Amazônia Legal brasileira em 2008 usando dados Landsat-5/TM e MODIS. **Acta Amazônica**, v. 46, p. 291-302, 2016.

ALVES, G. B. M., MENDONÇA, V. M., MARTARELLO, A. P., PESSI, D. D., VIEIRA, A., LOVERDE-OLIVEIRA, S. M. Análise ambiental do desmatamento em área de assentamento rural no Cerrado (Mato Grosso, Brasil). **Terr@ Plural**, v. 14, p. 1-13, 2020.

AMORIM, A. T., DE SOUSA, J. A. P., LOURENÇO, R. W. Indicador dos estágios de sucessão de fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 3, p. 756-780, 2019.

ANDRADE, Á. D. S., RIBEIRO, S. D. C. A., PEREIRA, B. W. D. F., BRANDÃO, V. V. P. Fragmentação da vegetação da bacia hidrográfica do Rio Marapanim, nordeste do Pará. **Ciência Florestal**, v. 30, p. 406-420, 2020.

ARAÚJO, A. C. B. **Análise da cobertura da terra no município de Itapecuru Mirim-MA**. 2022. p. 40. Trabalho de Conclusão de Curso, (Coordenação de Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Maranhão, 2022.

AYALA-OROZCO, B., GAVITO, ME, MORA, F., SIDDIQUE, I., BALVANERA, P., JARAMILLO, VJ, MARTÍNEZ-MEYER, E. Resiliência das propriedades do solo às mudanças no uso da terra em um ecossistema de floresta tropical seca. **Degradação e desenvolvimento da terra**, v. 29, n. 2, pág. 315-325, 2018.

BARÃO, W. N., MELLONI, E. G. P., PONS, N. A. D., TEIXEIRA, D. L. S. Técnicas de geoprocessamento aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo em microbacias do município de Senador Amaral-MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 01, p. 439-454, 2021.

BARBOSA, D. L. S., ALMEIDA S., K., JÚNIOR, E. L. S, MORAIS, R. C.S., ROCHA, I. L., IWATA, B. F. Vulnerabilidade ambiental da área de proteção ambiental delta do Parnaíba Environmental vulnerability of the environmental protection area delta do Parnaíba. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 6, p. 45227-45239, 2022.

BRITO, E.M., MELLO, K., COSTA, D.R., FARIA, L.C., VALENTE, R.A. Geotecnologias aplicadas ao estudo do conflito de uso do solo visando o planejamento ambiental. **Irriga** v. 21, 577-590, 2016.

BARROS, M.N.R; SILVA, V.C.S.; SANTOS, L.B.; MEIGUINS, A.; ADAMI, M.; CARNEIRO, F. S.; ARAÚJO, S.A.A.; PINHEIRO, K.A.O.; AMORIM, M.B. Análise de NVDI em uma área de transição de cerrado e vegetação secundária no

município de Vigia-Pará-Brasil. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 3, pág. e7411325804, 2022.

CAMPAGNOLO, K., SILVEIRA, G.L., MIOLA, A.C., SILVA, R.L.L. Área de Preservação Permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal** v. 27, 831-842, 2017.

CAMPOS, A. A. **Evolução na cobertura do solo e desmatamento no município de Timbiras, Maranhão, entre 2014 a 2018: classificação a partir de imagens landsat 8**. 2019. p.38. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais – Biologia) — Universidade Federal do Maranhão – UFMA: Codó, 2019.

CARNEIRO, M. S, VIEIRA, A.S. BARROSO, A.R., SILVA JÚNIOR, A.F. A expansão e os impactos da soja no Maranhão. Agricultura familiar da soja na região sul e o monocultivo no Maranhão:duas faces do cultivo da soja no Brasil. Rio de Janeiro: **FASE**, p. 89-146, 2008.

CARVALHO, G. O. T. D., SILVA, N. C. D., SALVIO, G. M. M. Vulnerabilidade ambiental em Áreas de Proteção Ambiental (APA) do Bioma Mata Atlântica na região sudeste brasileira. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 1575-1593, 2022.

CASTRO, L. F., SILVA NETO, J. C. A., VIDAL, B. S. Análise Temporo-Espacial do Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Sanabani no Município de Silves–AM nos anos de 1985 e 2019. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 14, n. 34, 2021.

CHAZDON, R.L.; GUARIGUATA, M.R. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: prospects and challenges. **Biotropical**, v. 48, n. 6, pp. 716-730, nov. 2016.

COPQUE, A. C. S. M. et al. Expansão urbana e redução de áreas verdes na localidade do Cabula VI Região do miolo da cidade do Salvador, Bahia. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 15., 2011, Curitiba. Anais. São José dos Campos: SBSR, 2011. p. 0706-0713.

DUARTE, M. L., SILVA, T. A., COSTA, H. S. Mapeamento do uso e ocupação da terra, e previsão de cenários futuros em uma Bacia Hidrográfica na Região Sul do estado do Amazonas. **Caderno de Geografia**, v. 32, n. 71, p. 1097-1097, 2022.

FACCO, D. S, BENEDETTI, A. C. P, PEREIRA FILHO, W., KAISER, E. A, D. A. L, OSTO, J. V. Geotecnologias para monitoramento florestal no município de Nova Palma-Rio Grande do Sul-BR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, pág. 417-426, 2016.

FALCÃO, M. P., NOA, M. **Definição de Florestas, Desmatamento e Degradação Florestal no âmbito do REDD+**. 2016, Relatório definição de floresta V5, 19.10.2016.

FERNANDES, W.A.A.; PIMENTEL, M.A.S. Dinâmica da paisagem no entorno da RESEX Marinha de São João da Ponta/PA: utilização de métricas e geoprocessamento. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 72, p. 326–344, 2019.

FERREIRA, M., SOUSA, N. R., FRAZÃO, J. M. F., RODRIGUES, Z. M. R. Áreas com potencial para conservação de recursos da bacaba (*Oenocarpus distichus*) no Estado do Maranhão, Brasil. **Revista InterEspaço**, v.6, p. 1-18, 2020.

FIGLIARESE, C. H., LEITE, V. Dinâmica do uso e cobertura do solo na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Estrela do Norte no município de Castelo, Estado do Espírito Santo. **Academia Agrária**, v. 5, n. 10 de 2018.

GAMA, L. H. O. M., PAIVA, P. F. P. R., SILVA JÚNIOR, O. M., RUIVO, M. D. L. P. Modelagem ambiental e uso da inteligência artificial para prognóstico de desmatamento: o caso da Reserva do Gurupi-MA. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 2, p. e13810211609-e13810211609, 2021.

GONÇALVES, A. L., CRUZ, V. M. S., SERRA, A. B. Fragmentação florestal na Região de Integração do Lago de Tucuruí, Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, 2019.

HADDAD, N. M., BRUDVIG, L. A., CLOBERT, J., DAVIES, K. F., GONZALEZ, A., HOLT, R. D., TOWNSHEND, J. R. Fragmentação do habitat e seu impacto duradouro nos ecossistemas da Terra. **Avanços da ciência**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/>.html Acesso em 3 de julho de 2021.

JAMALI, S.; SEAQUIST, J.; EKLUNDH, L.; ARDÖ, J. Automated mapping of vegetation trends with polynomials using NDVI imagery over the Sahel. **Remote Sensing of Environment**, vol. 141, n. 5, 2014. pp.79-89.

JARDIM, R. O. Mudança na cobertura vegetal do município de Brejo (MA): uma análise a partir do cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) **Ensaio de Geografia**, v. 7, n. 14, p. 147-162, 2021.

SILVA JUNIOR, C. H. L. S., ANDERSON, L. O., OLIVEIRA, L. E., ARAGÃO, C., RODRIGUES, B. D. Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 35, p. 1-14, 2018.

LEANDRO, G.R.S., ROCHA, P.C. Expansão agropecuária e degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Sepotuba - Alto Paraguai, Mato Grosso - Brasil. **Sociedade & Natureza** v.31, 1-21, 2019.

LIMA, M. D. R., SANTOS, S. T., CONCEIÇÃO FILHO, J. F., RIZZO, F. A., SILVA, S. L. O., GOMES, D. P., ALMEIDA, A. G. L. Impactos ambientais e qualidade microbiológica da água do Rio Açailândia, localizado na cidade de Açailândia, Estado do Maranhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 83702-83717, 2020.

LIMA, W. P., PESSOA-GUTIERRES, H. E. Impactos ambientais no Parque Natural Municipal de Cabedelo–Estado da Paraíba (PB), **Letras**, v. 1, n. 66, 2021.

LIPING, C.; YUJUN, S.; SAEED, S. Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China. **PLoS ONE**, v. 13, n. 7. 2018.

MACHADO, J. S., VILHENA LINHARES, A. C. S., CARVALHO, P. A., EVANGELISTA, J. O., LOUREIRO, G. E. Avaliação da regularização ambiental no controle ao desmatamento em assentamentos do Sul e Sudeste do Pará. **Revista Georaguaia**, v. 9, n. 1, 2019.

MAGALHÃES C.S., FERREIRA R.M. Áreas de preservação permanente em uma microbacia. **Informe Agropecuário** v. 207, 33-39, 2000.

MARANHÃO. **Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico. Laboratório de Geoprocessamento.** Atlas do Maranhão. São Luís, 20006.

MENDES, D. M, COSTA, D. P, ROSA, D. M, VENDRUSCOLO, J., CAVALHEIRO, WCS, RODRIGUES, A. A. M. Morfometria e desmatamento da microbacia do rio Pirarara, Cacoal, Rondônia. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 9, p. e3310917266-e3310917266, 2021.

MESSIAS, C. G., SILVA, D. E., BELLUZO, A. P., MATOS, D. C. Tendências atuais e identificação de novas frentes de desmatamento na Amazônia legal brasileira. Simposio de estudo e pesquisa em ciências ambientais na Amazonia. **Anais do congresso.** Belém (PA), 9 a 11 de dezembro de 2020

MORAES, M.E.B.; GOMES, R.L.; SILVA, G.S.; VIANA, W.R.C.C.V. Análise da paisagem da bacia hidrográfica do rio Almada (BA) com base na fragmentação da vegetação. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p. 159–169, 2012.

MORAIS, M. S. Análise do uso e cobertura da terra e dos sistemas antrópicos da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga – são luís/MA. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 15, n. 2, p. 137-148, fev. 2022.

MORAIS, R. C. DE S. **Contribuição metodológica para a elaboração do diagnóstico físicoconservacionista (dfc) em bacias hidrográficas: aplicação na bacia do alto Gurguéia, Piauí (BRASIL).** 2018. p.151. Tese (doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, 2018.

NASCIMENTO, M. R, OLIVEIRA, K. A, NASCIMENTO, M. R, SILVA, L. F. N, SILVA, E. H, SOUSA, R. F. Caracterização socioambiental para a criação do Parque Natural Municipal do Riacho Estrela de Anapurus, Maranhão, estudo de caso. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 7, p. e48711730104-e48711730104, 2022.

NASCIMENTO, T. V., FERNANDES, L. L. Mapeamento de uso e ocupação do solo em uma pequena bacia hidrográfica da Amazônia. **Ciência e Natura**, v. 39, n. 1, p. 169-177, 2017.

OLIVEIRA, L. N., AQUINO, C. M. S. Índice da Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Gurguéia, Piauí-Brasil: análise do efeito da expansão agrícola. **Revista Geoaraguaia**, v. 10, n. 2, p. 126-143, 2020.

OLIVEIRA, L. N.; AQUINO, C. M.S. de. Dinâmica Temporal do uso e cobertura da terra na fronteira agrícola do MATOPIBA: Análise na sub-bacia hidrográfica do rio Gurguéia-Piauí. **Revista Equador** (UFPI), Vol. 9, Nº 1, 2019. p.317 – 333.

OLIVEIRA, R. B., FARIA, K. M. S. Análise multitemporal da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Tocantinzinho – Goiás, **Revista Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 81 p. 74–87, 2021.

OLIVEIRA, R. R. S, WATRIN, O. S, VALENTE, M. A, PIMENTEL, G. M. Análise da vulnerabilidade natural dos solos à vantagem como ganho ao planejamento territorial na área da microbacia do igarapé Peripindeua, Nordeste Paraense. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba**, p. 4783-4790, 2011.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, **Brasil. Revista Árvore**, v. 37, n.1, p. 119- 128, 2013.

PINHEIRO, P. F. V. **Fragmentação florestal em áreas protegidas na Amazônia maranhense e conservação da biodiversidade**. 2019. p.150. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede Bionorte). Universidade Federal do Pará, 2019.

PIROVANI, D. B., SILVA, A. G. D., SANTOS, A. R. D., CECÍLIO, R. A., GLERIANI, J. M., & MARTINS, S. V. Spatial analysis of forest fragments in the Itapemirim River Basin, ES. **Revista Árvore**, v. 38, p. 271-281, 2014.

RABELO, D. R., SILVA SANTOS, M. R., QUARESMA, M. D. N. S. Uso do geoprocessamento na análise quantitativa da cobertura vegetal da sede urbana de Uruburetama, CE. **Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente: avanços, retrocessos e novas perspectivas** - Volume 2. 2022.

REX, F. E., DALLA CORTE, A. P., KAZAMA, V. S., SANQUETTA, C. R. Análise métrica da cobertura florestal da bacia hidrográfica do Rio Pequeno-PR. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 3, n. 1, p. 184-192, 2018.

RODRIGUES, L. P.; LEITE, E. F. Dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Rio Aquidauana, MS. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 6817-6825, 2017.

ROSAN, T. M.; ALCANTARA, E. Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia Legal Matogrossense: o estudo de caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia**, n.68/5, p. 979-990, 2016.

SANTOS, M. M. M.; MENDONÇA, G. C.; OLIVEIRA, L. C. M.; PISSARRA, T. C. T. Uso e ocupação do solo no estado do Maranhão nos anos 2000 e 2016. In: **Iv Cointer Pdvagro**, 2019, Recife. IV COINTER, 2019.

SCHWANTZ, D., FEITOSA, J. R. T. Os procedimentos de geoprocessamento aplicado ao planejamento da gestão pública. **Revista FAROL**, v. 17, n. 17, p. 140-157, 2022.

SEDLACEK, R. **Dinâmica da fragmentação florestal em uma área destinada a assentamento da reforma agrária na Amazônia meridional**. 2018. p.51. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso Campus Universitário de Sinop, 2018.

SFB, SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Sistema de Informações Florestais**. 2017. Disponível em:< <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/conhecendo-sobreflorestas>>. Acessado em: 02/11/2022.

SILVA, C. N., ALMEIDA, W. O. COELHO, A. M., Legislação ambiental do Brasil e do Estado do Maranhão: vislumbrando as queimadas como temática necessária Environmental legislation in Brazil and in the State of Maranhão: glimpsing the burning as a necessary theme. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 56806-56822, 2021.

SILVA, G. C., SILVA, G. P., LIMA, S. S., LOUREIRO, G. E. Uso e Cobertura da Terra na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Itacaiúnas, Estado do Pará. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 15, pág. e497101523129-e497101523129, 2021.

SILVA, C. N., BORDALO, C. A. L., SILVA, E. V. **Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas: experiências e ações**. GAPTA/UFPA: Belém, 300 p. 2016.

SILVA, D. J., CONCEIÇÃO, G. M. Rio Itapecuru: caracterização geoambiental e socioambiental, município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 7, n. 1, 2011.

SILVA, K. G. D., SANTOS, A. R. D., SILVA, A. G. D., PELUZIO, J. B. E., FIEDLER, N. C., ZANETTI, S. S. Análise da dinâmica espaço-temporal dos fragmentos florestais da sub-bacia hidrográfica do Rio Alegre, ES. **Cerne**, v. 21, p. 311-318, 2015.

SILVEIRA, C. S., SILVA, V. V. D. Dinâmicas de regeneração, degeneração e desmatamento da vegetação provocadas por fatores climáticos e geomorfológicos: uma análise geocológica através de SIG. **Revista Árvore**, v. 34, p. 1025-1034, 2010.

SOUZA-FILHO, P. W. M.; SOUZA, E. B.; JÚNIOR, R. O. S.; NASCIMENTO JR, W. R.; MENDONÇA, B. R. V.; GUIMARÃES, J. T. F.; DALL'AGNOLA, R.; SIQUEIRA, J. O. Four decades of land-cover, land-use and hydroclimatology changes in the Itacaiúnas River watershed, southeastern Amazon. **Journal of Environmental Management**, v. 167, n. 1, p. 175-184. 2016.

UBERTI, G. M., SCHULTE, T. F., DE FARIAS, J. A., WELTER, C. A., SILVA RECH, R. Avaliação da regeneração/rebrota em uma clareira que sofrera exploração

ilegal de madeira nativa no município de Segredo, Rio Grande do Sul. **Caderno de Pesquisa**, v. 30, n. 3, 2018.

VIEIRA, I. C. G., ALMEIDA, A. S. Dinâmica de uso da terra e regeneração de florestas em um paisagem antropizada do leste do Pará. **PERES, C.; BARLOW, J.; GARDNER, T**, p. 83-93, 2013.

VIRGINIO, E. F. **Análise do projeto de reflorestamento, florestamento e Educação ambiental no Estado do Ceará: estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Cocó**. 2022, p. 72. (Monografia apresentada ao Curso de Ciências Ambientais). Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, 2022.

WIENS, J. A. Is landscape sustainability a useful concept in a changing world? **Revista Landscape Ecology**, v. 1, n. 28, p. 1047-1052, 2012.