



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 10, nº 2 (2024)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2024v10n2ID31562>



## **Análise da dinâmica do desmatamento e regeneração da vegetação natural na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão**

### *Analysis of the dynamics of deforestation and protection of natural vegetation in the Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, Maranhão*

**Kamylla Fernandes Melo <sup>1</sup>; Maiane Rodrigues do Nascimento <sup>2</sup>; Mayara Rodrigues Nascimento <sup>3</sup>; Gildo Ferreira Silva Filho <sup>4</sup>; Eduardo Silva dos Santos <sup>5</sup>; Kamilla Andrade Oliveira <sup>6</sup>; Telmo José Mendes <sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal do Maranhão/Graduação em Engenharia Agrícola, Chapadina/Maranhão, Brasil, E-mail: kamyllafemelo@hotmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0116-2258>

<sup>2</sup> Universidade Federal de Alagoas/Pós-Graduação em Meteorologia, Maceió/Alagoas, Brasil, E-mail: maianerodrigues707@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4170-5694>

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alagoas/Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Arapiraca/Alagoas, Brasil, E-mail: mayararodrigues011@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4124-3282>

<sup>4</sup> Universidade Federal do Maranhão/Graduado em Engenharia Agrícola, Chapadina/Maranhão, Brasil, E-mail: gildofilho80@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0004-6170-7728>

<sup>5</sup> Universidade Federal do Maranhão/Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Chapadina/Maranhão, Brasil, E-mail: santos.eduardo@ufma.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3401-6062>

<sup>6</sup> Universidade Federal do Maranhão/Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Chapadina/Maranhão, Brasil, E-mail: kamilla.andrade@ufma.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6401-4132>

<sup>7</sup> Universidade Federal do Maranhão/Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Chapadina/Maranhão, Brasil, E-mail: telmo.mendes@ufma.br

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3063-1164>

**Resumo:** Em razão das diversas modificações que ocorrem em uma Bacia Hidrográfica, como o desmatamento, que desencadeia uma gama de problemas ambientais, 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 a 2019) na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (BHRI), utilizando 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 BHRI apresentou um total de 4.950.212 ha de vegetação em toda sua área. A vegetação secundária aumentou entre os anos de 1988 e 2019, que antes eram cerca de 33.329 ha, passou a ser 240.165 ha, permitindo considerar que houve um aumento na regeneração dentro da área da bacia ao longo dos anos. Verificou-se que a metodologia utilizando o geoprocessamento contribuiu positivamente para a realização dos resultados apresentados, e 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.

**Palavras-chave:** Análise; Impactos Ambientais; Geoprocessamento.

**Abstract:** Due to the various modifications that occur in a Watershed, such as deforestation, which triggers a range of environmental problems, the present study aims to evaluate the dynamics of land use and occupation, analyzing important factors, such as deforestation and regeneration rates of deforested areas over a multi-temporal series of the last 31 years (1988 to 2019) in the Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru (BHRI), using geoprocessing tools through images available on the Mapbiomas collection 7.0 platform. Modifications were verified in 9 classes for natural vegetation formation and 7 classes for anthropic vegetation formation. According to the data analysis, in 1988 the BHRI presented a total of 4,950,212 ha of vegetation throughout its area. The secondary vegetation increased between 1988 and 2019, from around 33,329 ha to 240,165 ha, allowing to consider that there was an increase in regeneration within the basin area over the years. It was found that the methodology using geoprocessing contributed positively to the achievement of the presented results, and even with an increase in the regeneration rates, there is a need for investment in actions to protect natural resources and especially native vegetation.

**Keywords:** Analysis; Environmental Impacts; Geoprocessing.

Recebido: 20/02/2023; Aceito: 27/11/2024; Publicado: 21/12/2024.

## 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 com Brito *et al.* (2016), um dos principais fatores que contribuem para a intensificação dos processos de desmatamento é a 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 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).

Para Barbosa *et al.* (2022) é de suma importância entender a vulnerabilidade ambiental, o monitoramento da qualidade ambiental de uma área e 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 mais unidades de conservação dentro de Bacias Hidrográficas.

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 analisar os índices de desmatamento e regeneração contribuindo na identificação de perda de vegetação em razão dos índices de desmatamento e a possível ocorrência de regeneração em áreas que foram afetadas em razão dessa degradação ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru, no estado do Maranhão.

## 2. Metodologia

### 2.1 Área de estudo

O Maranhão é uma das 27 unidades federativas do Brasil, localizada na Região Nordeste. 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 km<sup>2</sup> 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). A Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru abrange uma área de aproximadamente 52.972,1 Km<sup>2</sup>, (Figura 1), o que representa um total de 16% do território do estado do Maranhão, Alcantara, (2004), o Rio Itapecuru nasce nos contrafortes das serras da Cruieira, Itapecuru e Alpercatas, em altitudes de aproximadamente 500 m, com uma extensão de 1.050 Km, sua desembocadura vai até a baía do Arraial, no sul da ilha de São Luís.

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).

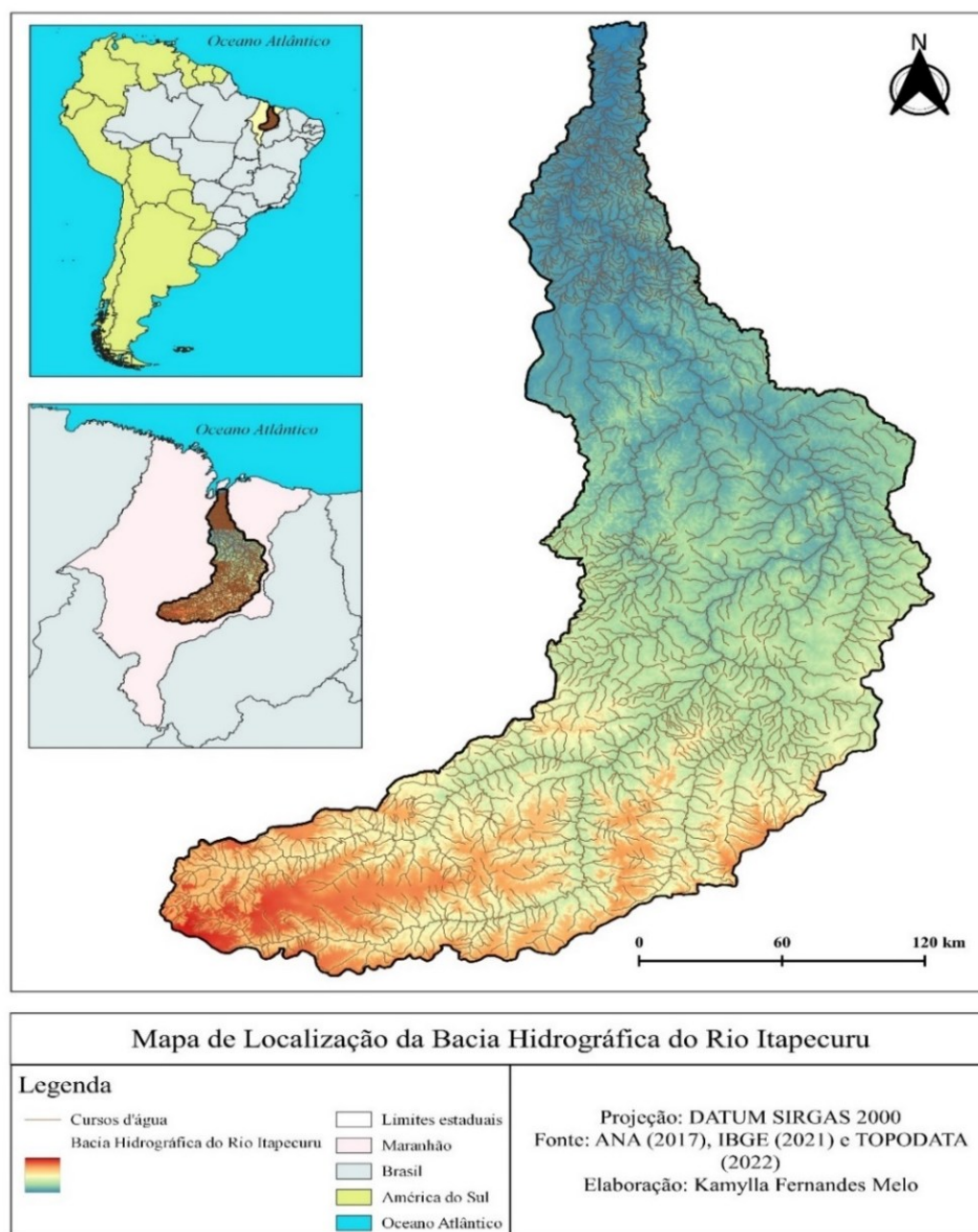


Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru – MA.  
 Fonte: Autores (2022).

## 2.2 Aquisição dos dados, procedimentos e ferramentas utilizados para a pesquisa

Para a realização da pesquisa, foram utilizados dados de uso e cobertura do solo, adquiridos através da plataforma Mapbiomas coleção 7.0. O projeto Mapbiomas disponibiliza de forma gratuita toolkits para *downloads* de mapas anuais de cobertura e uso da terra a partir de 1985 a 2021. 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 m<sup>2</sup>) e por subtração entre cada ano.

Os dados foram classificados em hectares e refinados no programa Excel, que originaram os gráficos quantitativos das classes naturais e antrópicas encontradas na Bacia. Para o processamento das imagens de satélites em formato Raster, foi 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.

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, de acordo com a 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 - MA.*

<b>Formação vegetal natural</b>	<b>Formação Vegetal Antrópica</b>
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: Autores (2022).*

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 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.

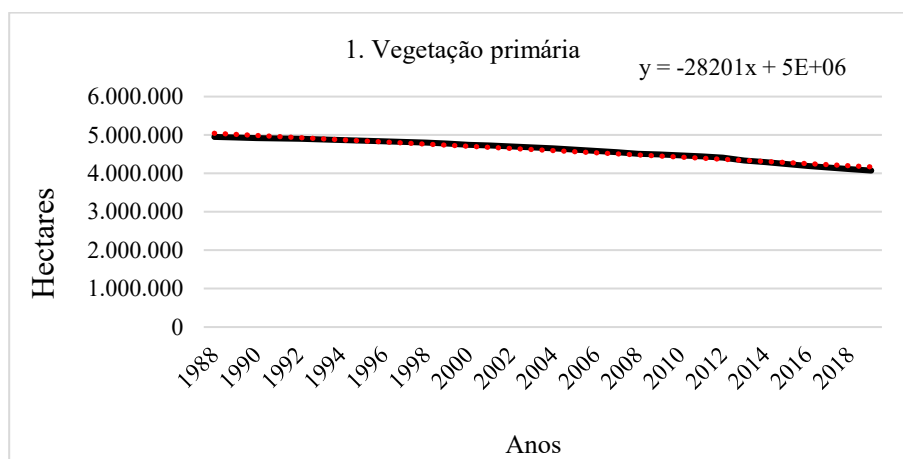


Figura 2 – Índice da classe de vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru – MA.  
Fonte: Autores (2022).

Conforme pode ser observado na (Figura 3), ocorreu um grande salto no aumento da classe de vegetação secundária, de acordo com a linha de tendência 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 o 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 classe 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 flora da região analisada.

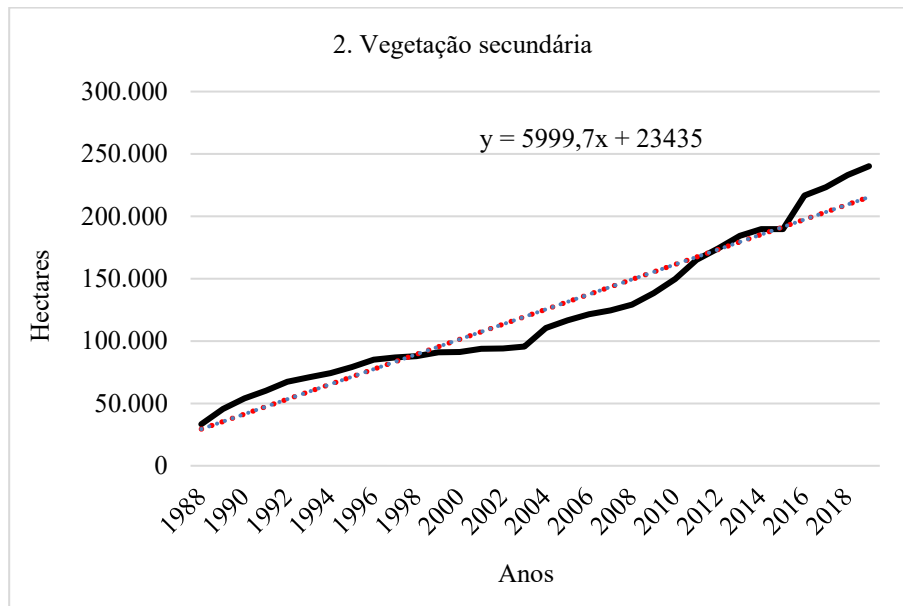


Figura 3 – Índice da classe de vegetação secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru – MA.  
Fonte: Autores (2022).

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 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, contribuindo para que a vegetação nativa fosse sendo desmatada e modificada para a atuação do novo seguimento vegetal ligado a classe de cultivos agrícolas.

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 de escassez na fiscalização ambiental.

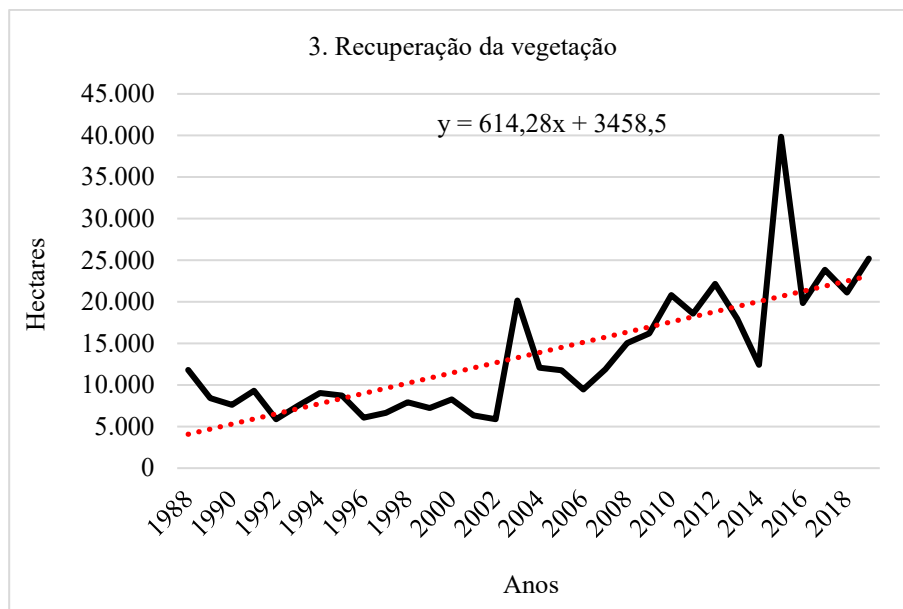


Figura 4 – Índice da classe de recuperação para secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA.  
Fonte: Autores (2022).

### 3.2 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, dados como esse demonstram que o aumento no desmatamento ocorreram em outras regiões, corroborando para a influencia de fatores como densidade demográfica e avanço da agricultura em todo o país.

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 preservação do ambiente natural.

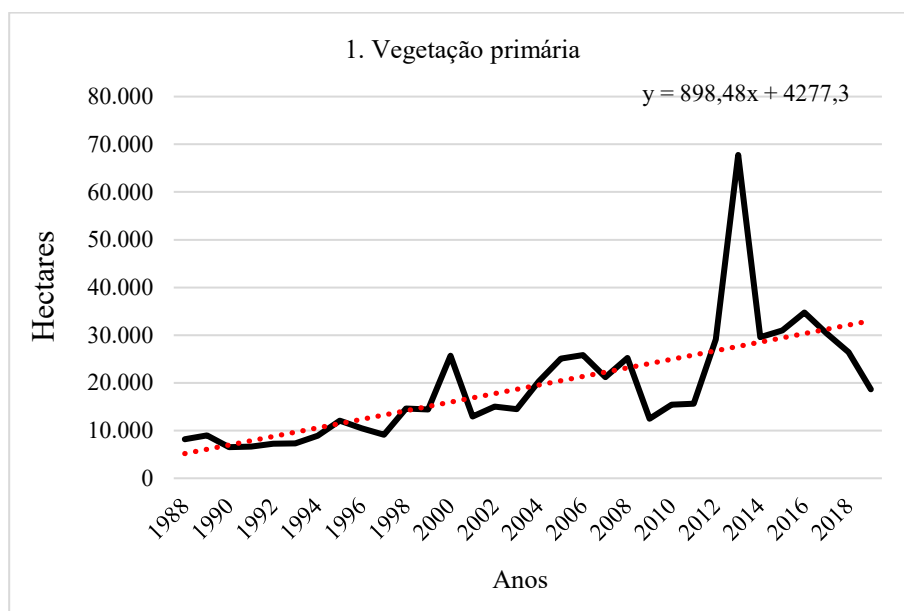


Figura 5 – Índice de desmatamento da vegetação primária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA. Fonte: Autores (2022).

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 reduzindo a quantidade de hectares. 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.

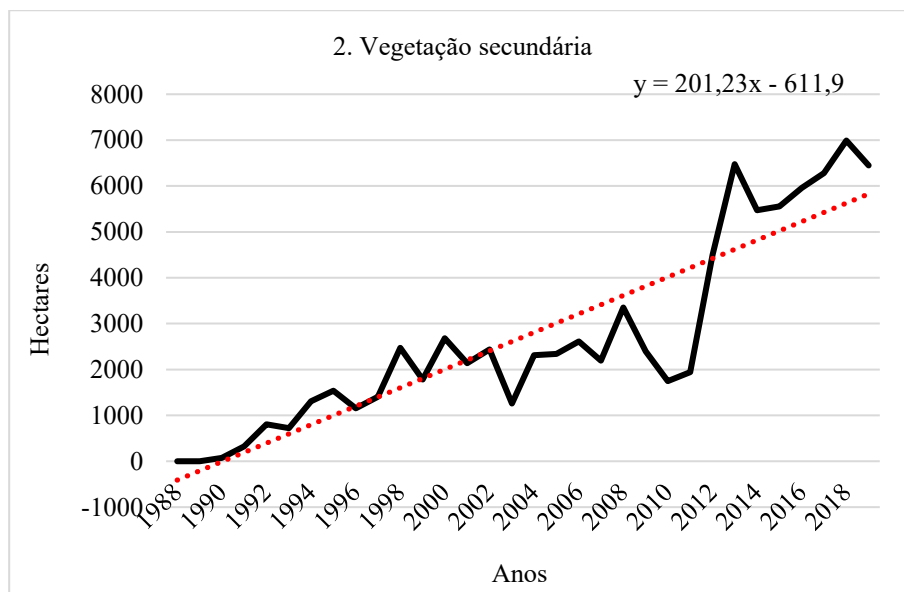


Figura 6 – Índice de desmatamento da vegetação secundária para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA. Fonte: Autores (2022).

No ano de 1988 nota-se que a maior parte da cobertura vegetal da bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru era em sua maioria composta por flora nativa, 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 autóctone.

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.

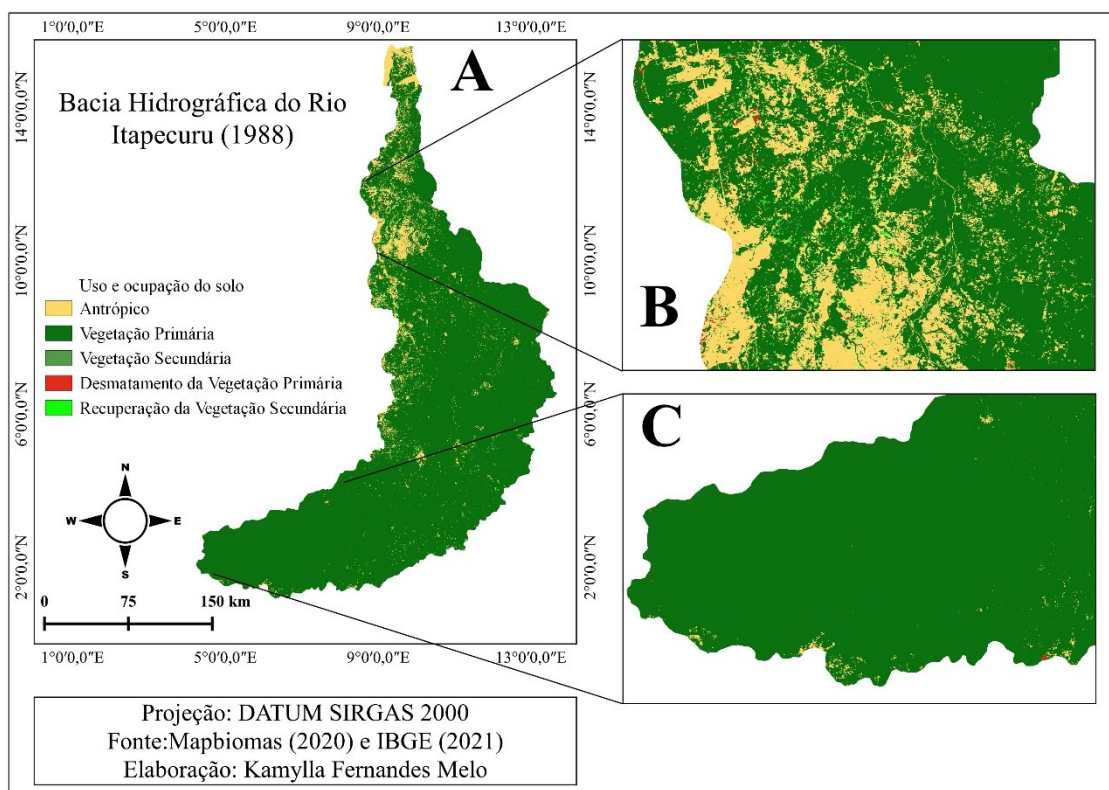


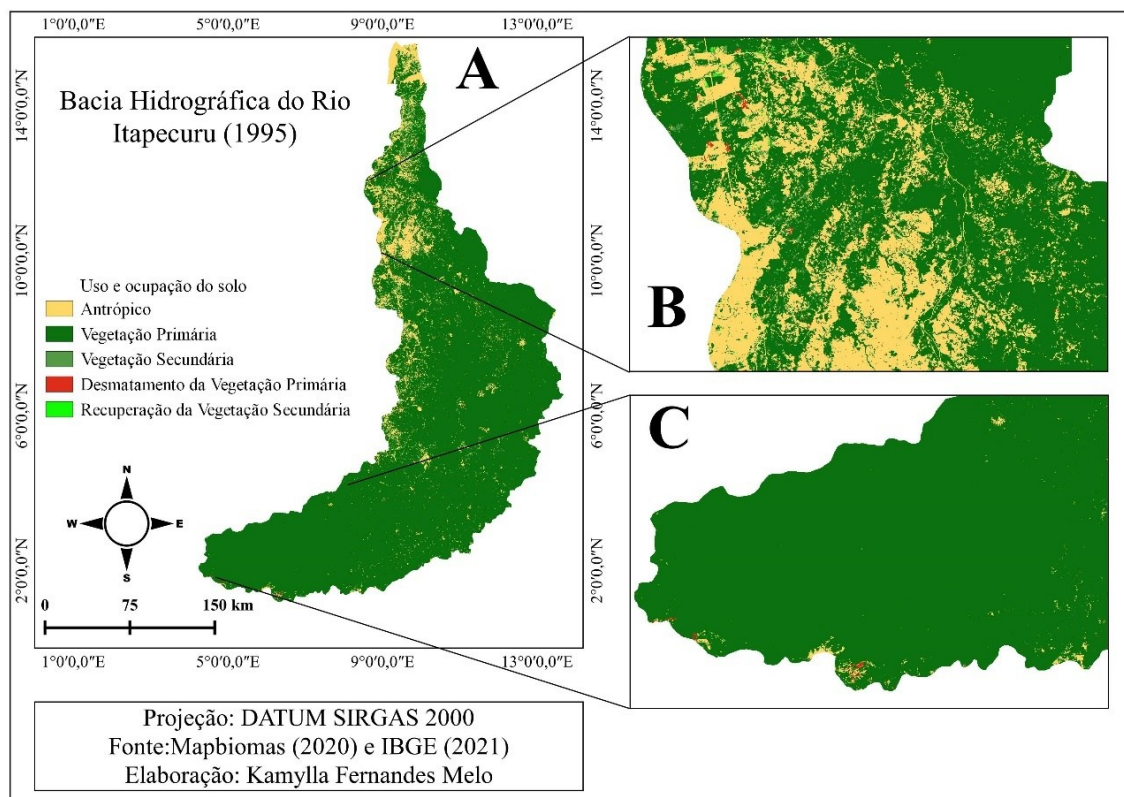
Figura 7 – Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA para o ano de 1988.

Fonte: Autores (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 que órgãos de gestão dos recursos naturais estado do Maranhão necessitam de ações em parceria com a sociedade para a preservação e conscientização ambiental 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.

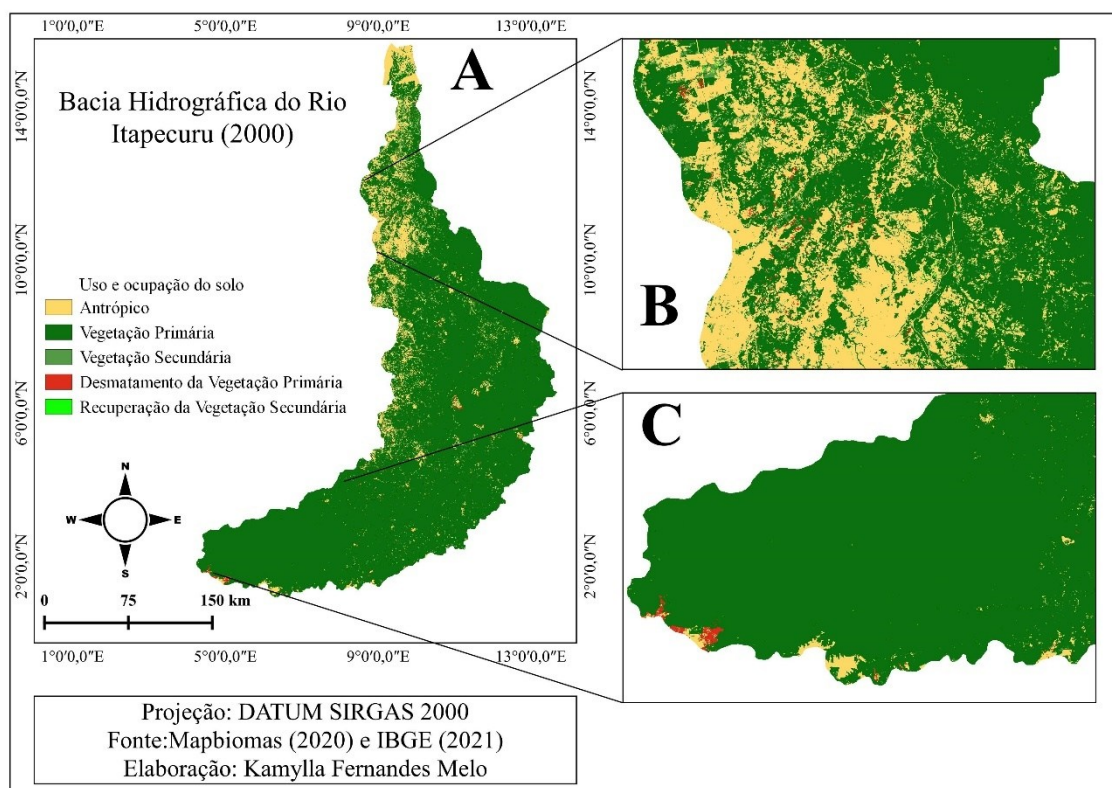




*Figura 8 – Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA para o ano de 1995.  
 Fonte: Autores (2022).*

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 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: Autores (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.

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.

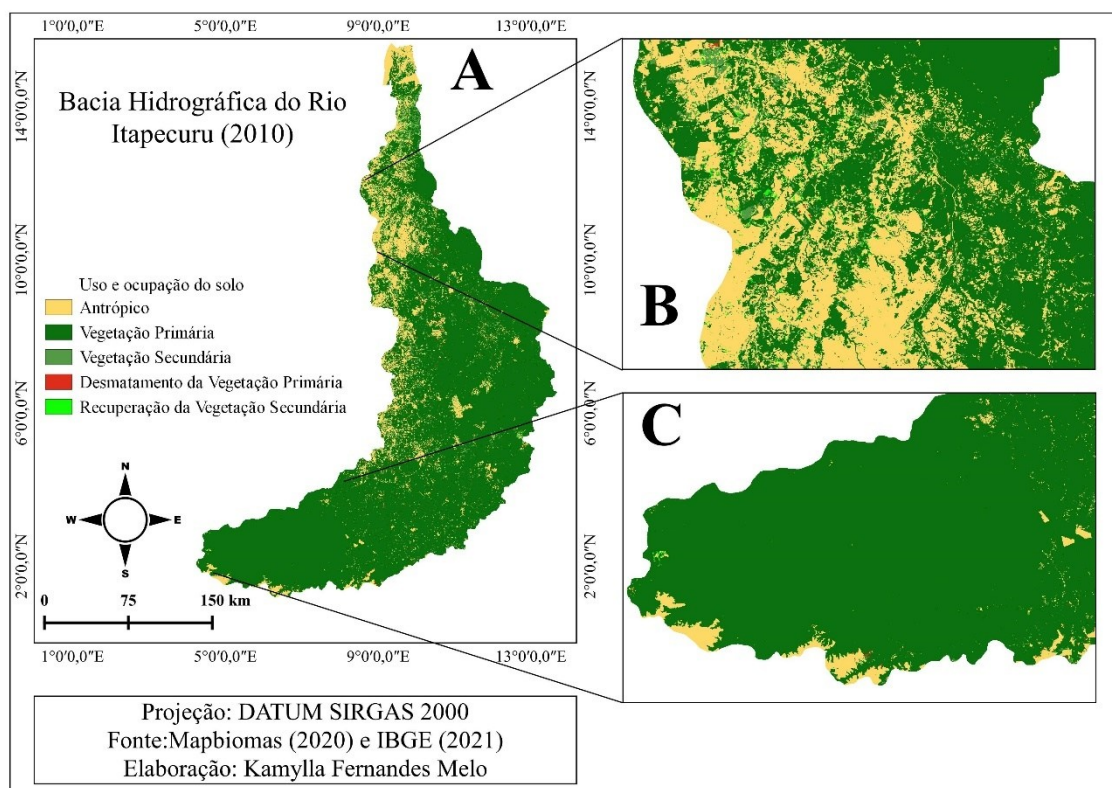


Figura 10 – Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA para o ano de 2010.  
 Fonte: Autores (2022).

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 prevalescimento da vegetação nativa.

Em estudo 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.

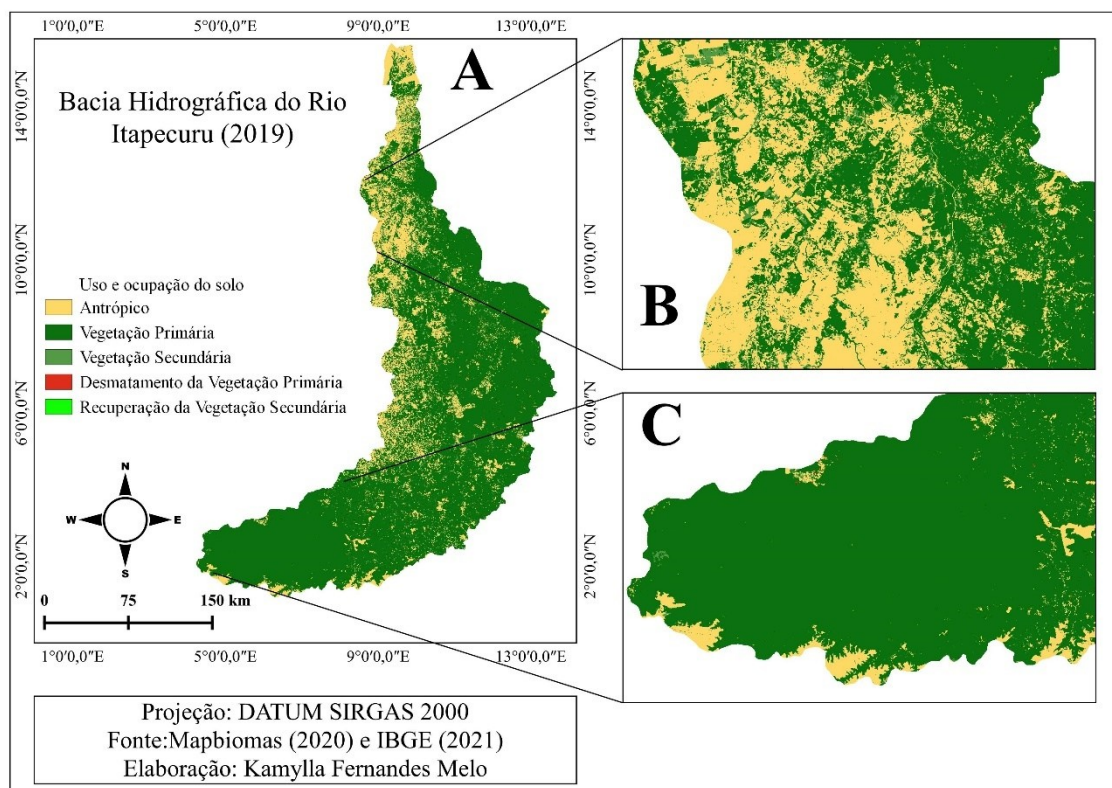


Figura 11 – Mapa de Desmatamento e Regeneração da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Rio Itapecuru - MA para o ano de 2019.  
Fonte: Autores (2022).

#### 4. Considerações finais

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 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. Os dados gerados servem como referência para a formulação de políticas de conservação e manejo sustentável, além de fornecer subsídios para estudos mais abrangentes sobre a biodiversidade local e os efeitos das intervenções humanas. Assim, esta pesquisa emerge como um recurso valioso para pesquisadores e gestores ambientais, promovendo uma melhor compreensão dos ecossistemas regionais.

#### Referências

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

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Cidades e Estados*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ma/.html> Acesso em 3 de julho de 2022.
- 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). *Ensaios de Geografia*, v. 7, n. 14, p. 147-162, 2021.
- 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.
- MAPBIOMAS. *Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. 2022. 7.* Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Mapas%20murais/MAPA\\_BRASIL\\_MapBiomass\\_2022\\_19092022.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Mapas%20murais/MAPA_BRASIL_MapBiomass_2022_19092022.pdf). Acesso em: 19 de junho de 2022.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.