

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS  
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**MAIANE RODRIGUES DO NASCIMENTO**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MUNIM, PERIÁ E PREGUIÇAS.**

**CHAPADINHA, MA**

**2021**

**MAIANE RODRIGUES DO NASCIMENTO**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MUNIM, PERIÁ E PREGUIÇAS.**

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

Orientador: Prof. Dr. Telmo José Mendes.

Coorientador: Prof. Dr. Job Teixeira de Oliveira

**Chapadinha, MA  
2021**

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

Rodrigues do Nascimento, Maiane.

ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MUNIM, PERIÁ E PREGUIÇAS / Maiane

Rodrigues do Nascimento. - 2021.

60 p.

Coorientador(a): Job Teixeira de Oliveira.

Orientador(a): Telmo José Mendes.

Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do  
Maranhão, Chapadinha, 2021.

1. Bacias Hidrográficas. 2. Impactos Ambientais. 3.  
Vegetação. I. José Mendes, Telmo. II. Teixeira de  
Oliveira, Job. III. Título.

**MAIANE RODRIGUES DO NASCIMENTO**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS MUNIM, PERIÁ E PREGUIÇAS.**

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 \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_, pela comissão examinadora constituída pelos professores:

---

Telmo José Mendes (Orientador)

Doutor em Ciências do Solo pela (FCAU/ UNESP)

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

---

Job Teixeira de Oliveira (Coorientador)

Doutor em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Professor adjunto do curso de Agronomia (CPCS/UFMS)

---

Kamilla Andrade de Oliveira

Doutora em Agronomia (Meteorologia Aplicada) pela

Universidade Federal de Viçosa, (UFV)

Professora adjunta do curso Engenharia Agrícola (CCAA/UFMA)

---

Ricardo Normandes Valadares

Doutor em Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Federal Rural de

Pernambuco (UFRPE)

## DEDICATÓRIA

Dedico em primeiro lugar a Deus a minha vida inteira e principalmente minha jornada academia, pois sem ele nada disso seria possível. Aos meus avós Mariana e Francisco, (*in memoriam*) que me amaram e me criaram sempre se orgulhando de mim, com eles aprendi a verdadeira importância e amor pelo campo, acreditando no meu futuro, me restando o sentimento de gratidão pelos ensinamentos, e a ausência que deixaram em minha vida, pois não puderam acompanhar uma das minhas mais importantes vitórias, obrigada por acima de tudo terem me mostrado que o conhecimento nunca deixará de valer a pena. À minha mãe Maria Rodrigues, que sempre fez o impossível para eu chegar até aqui com muito amor e perseverança. Esteve sempre do meu lado, se sacrificando por mim e meus irmãos! À minha irmã gêmea, Mayara Rodrigues que é minha companheira de vida e também na jornada acadêmica. De fato, Deus cumpriu seu propósito nos mostrando que fomos sempre nós duas contra o mundo, principalmente nos momentos difíceis. Ao meu irmão Luiz Fernando, com seu companheirismo e incentivo, sempre me apoiando nas decisões e ajudando no que pôde para que juntos chegássemos longe. Ao meu cachorro Ablon e à minha cadela Gena que a cada dia só consigo amar ainda mais! Grandes bênçãos, que foram minha válvula de escape, nos momentos difíceis me mostrando com seu amor incondicional motivos para viver dia após dia longe da escuridão e da tristeza!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por tudo que fez por mim todos os dias, principalmente durante a batalha que foi vivenciar a Universidade, à minha mãe que juntou todas as suas forças e batalhou como guerreira durante longos cinco anos para juntas realizarmos esse sonho, agradeço meus avós Mariana e Francisco (*in memoriam*) que não puderam acompanhar muito da minha jornada acadêmica, mas agradeço ao meu avô por sempre ter me escutado e mostrar interesse para com minha rotina, se orgulhar de emprestar suas ferramentas para realizar tarefas braçais nas disciplinas praticas, agradeço por você falar para todo mundo que você conhecia sempre com muito orgulho que eu e minha irmã estávamos cursando universidade, obrigada por isso e muito mais. Agradeço à minha irmã Mayara Rodrigues e meu irmão Luiz Fernando por vivenciarem essa experiência árdua comigo e não soltarem minha mão nunca. Ao meu tio Raimundo meu padrinho que sempre me ajudou, incentivou e se orgulhou de mim e dos meus irmãos, obrigado por tudo que você sempre fez e faz por mim. Ao meu padrasto por sempre apoiar trabalhar e tomar partido quando era necessário priorizar algo importante. Ao meu tio José Maria pela força apoio nos vários momentos de dificuldade, obrigada isso fez muita diferença. À minha amiga e tia Maria a quem eu sempre recorri para desabafar e também me ajudou durante minha luta na universidade ao meu tio José Raimundo que também foi uma pessoa muito importante para mim nesses cinco anos. À minha tia Maria Genilsa por me ajudar sempre na burocracia da universidade e também apoiar nos momentos importantes. Aos meus primos, Kauê, Kauã, Kauane, Andreia, Ayrton, Adryan que com seus companheirismos amizades nunca duvidaram de minha capacidade, e sempre enalteciram minha força de vontade e se orgulharam de mim. Aos meus vizinhos e amigos de décadas, Elizedina, Maria Zélia, Joedina, Janaedina, Antônio, Clemilda, Júlinho, Francisco, Fabio, Dona Maria Antônia, obrigada por sempre me quererem bem e se importarem de fato comigo por décadas e também se mostrarem felizes pelas minhas vitórias. Às minhas melhores amigas: Keila de Freitas que por mais de onze anos foi sempre time das gêmeas, agradeço por ter sido incrível, e torcer muito por mim. À Hyanca Monteles, uma das minhas melhores sem você nada disso seria possível também, pois você nos convenceu a tentar tudo isso desde o início das inscrições da universidade, à Héliida Milhomem, que de fato foi amizade a primeiro dia de universidade, tendo papel de muita importância na minha vida durante esses cinco anos, à Kamylla Fernandes que foi uma das melhores pessoas que conheci durante o período de em que cursei a universidade e é de uma imensa

importância para mim. À Edmara que também sempre foi meu apoio desde o ensino médio e se tornou companheira de luta também, obrigada pela sua linda e importantíssima amizade. À Karliane que foi maravilhosa sempre com seu altruísmo e amor. À Cristiane por ser uma grande amiga e ter muita parceria e muito carinho durante cinco anos. Às minhas amigas Ana Caroline Leão e Carolzinha por serem sinônimo de melhores amigas e companheirismo, à minha amiga Camila Rodrigues que foi uma das minhas melhores aquisições como melhor amiga, com um papel incrível na minha vida. Agradeço a cada uma das minhas amigas a quem tenho a hora de chamar de melhores amigas cada uma tem seu grande valor e meu amor. Aos meus melhores amigos, Raul Fortes, Marcos Vinícius Mendes e Mateus Monteles, vocês são os melhores amigos que alguém poderia querer no mundo obrigada por contribuírem com as suas amizades e serem tão companheiros. Aos meus amigos de turma que viraram para vida inteira, Alessandro, João, Gildo, Douglas, Diego, Francisco, Tiago, Jobson, Lindomar, Eduardo e aos demais, em meio as picuinhas vocês fizeram meus dias divertidos e amigáveis. Ao meu amigo Matthew por acreditar em mim e me convencer de o quão longe eu posso ir. Aos meus grandes e incríveis amigos de convívio universitário, Valdenir, Klara, Renata, Ivan, Bonifácio, Armando, Tamyres, Lindykeila e Mádilo. Ao meu orientador Telmo José por ter me dado o rumo certo a seguir, ao meu coorientador Job por ser prestativo e ter me dado boas oportunidades, à professora Kamilla que também foi uma coorientadora e grande colaboradora para o meu projeto sem a senhora nada seria da forma que foi. Ao professor Ricardo Valadares que sempre foi acima de tudo um bom amigo, ajudou e aconselhou a fazer sempre o meu melhor. Ao professor Fabiano por ter sido um professor sem igual e sinônimo de incentivo, e me ajudando na jornada acadêmica. Ao coordenador do curso de engenharia agrícola Washington por ter sempre feito o seu melhor para me ajudar quanto coordenador. À secretária da coordenação do curso de engenharia Agrícola Neyliane que foi uma grande contribuinte durante cinco anos fazendo além de seu trabalho. À assistência estudantil pela oportunidade de bolsas em especial ao Francisco Loiola. Aos motoristas de vans e carros de lotação que me deram a oportunidade como estudante de pagar um preço justo durante a maioria das vezes, agradeço também a todas as pessoas de bons corações que sempre me deram carona de boa vontade, amenizando a batalha financeira árdua de duros cinco anos. Agradeço ao curso de Engenharia Agrícola, ao Campos de ciências Agrárias e Ambientais da Universidade Federal do Maranhão.

*Quem conhece os outros é inteligente. Quem conhece a si mesmo é iluminado. Quem vence os outros é forte. Quem vence a si mesmo é invencível.*

***Lao Tsé***



## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	15
2. OBJETIVOS .....	16
2.1 Objetivo geral .....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3.1 Desenvolvimento antrópico em sobreposição a preocupação ambiental.....	16
3.2 Consciência ambiental .....	17
3.3 Importância de conservar os recursos naturais disponíveis .....	18
3.4 Bacias Hidrográficas .....	18
3.5 Importância de vegetação nativa em Bacias Hidrográficas .....	19
3.6 Geociências como ferramenta de auxílio para o meio ambiente .....	20
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Caracterização da área de estudo.....	21
4.2 Procedimentos empregados.....	23
4.3 Classes avaliadas para a análise multitemporal.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
6 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS .....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de localização da área de estudo.....	21
<b>Figura 2.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1985.....	25
<b>Figura 3.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1990.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figura 4.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1995.....	29
<b>Figura 5.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2003 .....	31
<b>Figura 6.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2003 .....	31
<b>Figura 7.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2005... <b>Error! Bookmark not defined.</b>	
<b>Figura 8.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2006 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figura 9.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2007.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figura 10.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2008.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figura 11.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2009.....	37
<b>Figura 12.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2010 .....	38
<b>Figura 13.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2011.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Figura 14.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2012 .....	42

<b>Figura 15.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2013.....	43
<b>Figura 16.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2014.....	43
<b>Figura 17.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2015.....	<b>Er</b>
<b>ror! Bookmark not defined.</b>	
<b>Figura 18.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2016.....	47
<b>Figura 19.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2017.....	48
<b>Figura 20.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2018.....	48
<b>Figura 21.</b> Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2019.....	52

## LISTA DE TABELAS

No table of figures entries found. <b>Tabela 10.</b> Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2007, 2008, 2009 e 2010.....	40
<b>Tabela 11.</b> Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2011, 2012, 2013 e 2014.....	44
<b>Tabela 12.</b> Avaliação da perda e aumento da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2011, 2012, 2013 e 2014.....	45
<b>Tabela 13.</b> Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2015, 2016, 2017 e 2018.6.....	49
<b>Tabela 14.</b> Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2013, 2016, 2017 e 2018.....	51
<b>Tabela 15.</b> Gráfico de Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2019.....	53
<b>Tabela 16.</b> Avaliação da perda e aumento da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2019.....	<b>Error!</b>

**Bookmark not defined.**

## LISTA DE SIGLAS

<b>NUGEO</b>	Núcleo Geoambiental
<b>PNMA</b>	Política Nacional do Meio Ambiente
<b>APPs</b>	Áreas de Preservação Permanente
<b>RL</b>	Reservas Legais
<b>AIA</b>	Avaliação de Impactos Ambientais



## RESUMO

A noção de degradação implica em várias visões sobre o meio ambiente, especialmente sobre a estrutura do substrato e as questões geodinâmicas superficiais sob impacto das atividades de ocupação territorial. Tendo em vista esse fato, a necessidade de uma análise espacial desse cenário seria algo que poderia proporcionar uma retrospectiva de situações, passadas, presentes bem com assim futuras, pois é possível evidenciar com nítida expressividade espacial o quanto as atividades realizadas pelo homem, e principalmente as atividades agrícolas mais proeminentes nessa região vem modificando sua paisagem natural, para que também sirva de embasamento técnico-científico, e medidas mitigatórias governamentais. Tendo como objetivos analisar os impactos ambientais em relação a perda da vegetação nativa das bacias hidrográficas dos Rios Munim, Peria e Preguiças como uma só zona de avaliação dos impactos ambientais. No desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados dados da coleção Mapbiomas 5.0, os quais fornecem a classificação feita pixel a pixel de imagens obtidas por satélites Landsat do programa de monitoramento da Terra do governo norte americano. Foram feitos *downloads* desses dados por meio de um kit de ferramentas do usuário Mapbiomas. Para o processamento dessas imagens rasters foi utilizado o auxílio do *software* livre QGIS (Versão 3.14,  $\pi$  “PI”), os cálculos de porcentagem de perdas e aumento de áreas foram realizados no *software* Python 3.9.0. Com os resultados foram elaboradas tabelas de análise no Excel. A perda da Formação Florestal de certa forma representa uma subtração significativa em si tratando de vegetação, que por sua vez trata-se de uma área onde três Bacias Hidrográficas estão situadas. O que também chama atenção para o período do tempo em que essas modificações antrópicas vêm transcorrendo. É inegável que as classes naturais sofreram perdas, pois elas foram analisadas ano a ano, no entanto, à medida que elas se recuperavam passavam novamente por fenômenos que contribuíam para a degradação no ano consecutivo, as razões foram comprovadamente evidenciadas como sendo atividades antrópicas.

**Palavras-chave:** Bacias Hidrográficas, Impactos Ambientais, Vegetação.

## 1. INTRODUÇÃO

A noção de degradação implica em várias visões sobre o meio ambiente, especialmente sobre a estrutura do substrato e as questões geodinâmicas superficiais sob impacto das atividades de ocupação territorial. (TEIXEIRA et al., 2018).

Segundo Varanda (2018), o manejo inadequado da vegetação e do solo pode acarretar em alterações na estrutura do mesmo, causando-lhe maior ou menor compactação, modificando a densidade, afetando a porosidade, o armazenamento e a disponibilidade de água às plantas; interferindo na capacidade de infiltração e no desenvolvimento radicular da vegetação.

Para Perpetua et al. (2019), o crescimento exponencial da produção das principais *commodities* agropecuárias como a soja começou a ser cultivada na porção Sul do Maranhão ainda no final dessa mesma década, pelos migrantes sulistas, mesmo sem lograr êxito naquele momento. Foi somente no início da década de 1990, com a chegada de grandes empresas de capital nacional e multinacional, que o monocultivo da soja se expandiu de maneira significativa abrangendo as demais regiões onde atualmente corre a prática da cultura.

A demanda por alimentos vem trazendo mudanças no uso e cobertura da terra e o país, por ter extensão continental, possui grande potencial de expansão de terras aráveis. A disponibilidade de terras e água, juntamente com a modernização da agricultura, tornam o Brasil, na atualidade, um grande produtor mundial de alimentos (KUPLICH et al., 2018). Por outro lado, o avanço das atividades agrícolas e pecuárias sobre os ecossistemas naturais tem efeitos deletérios sobre o meio ambiente e coloca o país entre os mais vulneráveis em relação à perda da biodiversidade.

A perda de biodiversidade altera os ecossistemas, compromete sua capacidade de fornecer bens e serviços ambientais e causa, dessa forma, uma deterioração na qualidade de vida dos seres humanos (PIASENTIN e GÓIS, 2016).

O Estado do Maranhão é composto de 64,1% do território no bioma Cerrado, 34,8% no bioma Amazônia, e apenas 1,1% na Caatinga. Menos de 19,0% do Estado está protegido por unidades de conservação, englobando as categorias, reserva biológica (0,8% do Estado), Parque Nacional e Estadual (3,7%) e Estação Ecológica (0,0003%) como unidades de proteção integral, e Área de Proteção Ambiental (14,2%), Reserva Extrativista (0,1%) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (0,01%) como unidades de uso sustentável. (ARAUJO et al., 2016).

Apesar de recente, estas áreas passaram por intenso processo de retirada da cobertura vegetal natural e inserção de sistemas agrícolas, com destaque para a soja, principalmente pela aplicação de insumos e tecnologias que permitiram que a área se tornasse um dos polos de produção agrícola do Estado do Maranhão.

No decorrer dos últimos anos, o avanço de atividades agrícolas ligadas ao ramo da sojicultura, realizadas na região que engloba as bacias dos Rios Munim, Peria e Preguicas, vem acarretando no desaparecimento da vegetação nativa, dessa forma, a biodiversidade local, conseqüentemente, também vem desaparecendo.

Tendo em vista esse fato, a necessidade de uma análise espacial desse cenário seria algo que poderia proporcionar uma retrospectiva de situações, presentes bem como as futuras, pois é possível evidenciar com nítida expressividade espacial o quanto as atividades realizadas pelo homem e principalmente as agrícolas mais proeminentes nessa região vem modificando sua paisagem natural, para que também sirva de embasamento técnico-científico e medidas mitigatórias governamentais.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar os impactos ambientais em relação a redução da vegetação nativa das bacias hidrográficas dos Rios Munim, Peria e Preguicas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar uma análise Multitemporal da retrospectiva de como se encontrava disponibilidade vegetativa;
- Realizar o mapeamento da área;
- Quantificar a redução dos tipos de vegetações existentes na região que engloba as três bacias hidrográficas no estado do Maranhão.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Desenvolvimento antrópico em sobreposição a preocupação ambiental**

Ao longo dos anos da história mundial, o homem esteve imerso em ideais em cujo cerne estava o desenvolvimento econômico e seus objetivos de obtenção de lucro, enquanto que as questões ambientais eram tratadas com imensa desídia e colocadas em adjacência, como se pudessem aguardar longos anos para serem colocadas em discussão. (MELO et al., 2020).



Para Friede (2020), o ser humano conseguiu construir com a natureza uma interação que alguns pesquisadores podem denominar como uma degradação, colocando o planeta em uma situação vulnerável e extremo risco, levando em consideração a idéia de que os recursos naturais poderiam se renovar de forma contínua e voluntária, mas essa ideologia foi mais do que refutada. O uso abusivo e inconsequente desses recursos, causam perturbações e desequilíbrios ambientais, um desses recursos como a água por exemplo, pode desencadear um impacto de magnitude extrema, levando a extinção de espécies importantes para o ecossistema ambiental.

Desde o advento da Revolução Industrial, a pauta ambiental passou a ser de extrema importância para a sobrevivência do planeta, visto que o processo de industrialização, inclusive em nível global, cobrou um alto preço: a degradação do meio ambiente. A exploração desenfreada de bens de consumo aumentou drasticamente a poluição, e apesar de diversas medidas de segurança que passaram a ser adotadas por empresas e países, ocorreram emblemáticos acidentes ambientais que tomaram proporções catastróficas, com consequências que perduram até os dias atuais. (FERREIRA, et al., 2020).

### **3.2 Consciência ambiental**

A preocupação com o futuro do meio ambiente começa a aparecer na sociedade de forma mais abundante a partir da década de 1970. A maneira com que a população consumia e desperdiçava os recursos em uma progressão geométrica começou a despertar dúvidas sobre a viabilidade de se manter o consumo desenfreado. Assim, para auxiliar na construção de uma consciência ambiental surge a necessidade de se trabalhar a Educação Ambiental em ambientes formais e não formais de ensino (AMARAL et al., 2020).

A conferência em Estolcomo emergiu um documento muito importante para toda a nação, a Declaração de Estolcomo, em que constam orientações para a busca de um futuro melhor para humanidade, como a preservação do meio ambiente. Que iriam, de fato, requerer uma ação mundial conjunta, incumbindo a responsabilidade de todos: do cidadão, da sociedade, das empresas, do governo e de organismos de cooperação internacional, para a contenção dos impactos ambientais originados do acelerado desenvolvimento e crescimento econômico, do aumento da produção, do consumo e do esgotamento de recursos naturais. (MELO et al., 2020).

Uma ferramenta de extrema importância para a consciência ambiental é a educação, que torna o processo um aprendizado, fazendo com que o caráter do indivíduo

seja formado e ao mesmo tempo socializado. Para Viana (2020) o resultado desse processo é denominado conhecimento, que gera automaticamente os seus valores, os quais desencadeiam atitudes e responsabilidades que resultaram no futuro da sociedade a qual ele pertence.

A abordagem sobre sustentabilidade por meio de temas transversais como educação ambiental é uma grande aliada na busca por soluções dos problemas socioambientais, sobretudo quando há o envolvimento de atividades lúdicas neste processo. (SANTAGUEDA, 2020).

### **3.3 Importância de conservar os recursos naturais disponíveis**

Sabe-se que, mediante esse cenário de preocupação com os impactos causados ao meio ambiente e ao uso irracional dos recursos naturais, a procura de mecanismos que de forma simultânea consiga assistir as demandas de produção e reduzir os impactos ao um índice mínimo é indispensável. Isso porque a atividade agrícola e empresarial encontra-se em meio a um mercado competitivo, compreendido pelo avanço tecnológico e a necessidade de se preservação o meio ambiente para que este possa atender as necessidades das gerações futuras. (MELO, 2018).

A noção do que pode ser chamado de Natural que é usada e, portanto, as noções de degradação e de conservação, são particularmente condicionadas em determinados limites por noções econômicas que parecem justificadas tanto em um sistema natural como em um sistema produtivo, conforme os modos de articulação das relações nos sistemas naturais e outras exigências dos processos agrícolas bem como as eventuais necessidades de terras para produção de alimentos e produção de biomassa para energia. (TEIXEIRA et al., 2018).

### **3.4 Bacias Hidrográficas**

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. (SANSON e HERNÁNDEZ, 2018).

As bacias hidrográficas apresentam-se como a materialização de diferentes elementos integradores do meio físico, resultado dos processos modeladores atuantes no

relevo, caracterizando um sistema exposto a intervenções. Dessa forma, representam unidades fundamentais para os estudos ambientais. (SANTOS et al., 2017).

Em sua composição estão às representações da sociedade civil organizada, dos setores usuários da água e do poder público. As Agências de Bacias, ou Agências de Água, são as entidades criadas para dar apoio administrativo, técnico e financeiro a esses comitês de bacias hidrográficas. Cabe às agências colocar em prática as ações, planos e projetos previamente aprovados pelo Comitê, inclusive a cobrança pelo uso da água. (MORAIS et al., 2018).

Para Chapman et al. (2016), também acredita que o que o levantamento do uso da terra e a composição geoquímica das águas nas bacias hidrográficas e sendo de grande relevância para entender as mudanças que aconteceram devido as ações de diversificadas forma e usos do solo ao qual os rios que pertencem a essas bacias hidrográficas. Dessa forma a qualidade dessas águas são diretamente comprometidas, afirmando que o uso está diretamente ligado a qualidade.

### **3.5 Importância de vegetação nativa em Bacias Hidrográficas**

Um bom desempenho em relação as políticas ambientais e práticas rurais atrelados com planejamento, ordenamento e monitoramento ambiental, que em contra partida requerem estudos, e embaçamentos científicos e espaciais. Para Gontijo (2019) dessa forma é possível indicar e também auxiliar o poder público quando da adoção de medidas mitigadoras e conservacionistas para estes ambientes.

É crescente a preocupação com a recuperação e proteção do meio ambiente, que tem se destacado mundialmente nas últimas décadas. Logo, ocorreu o desenvolvimento de políticas e normatizações visando a preservação de esferas ambientais, considerando como crimes a realização de infrações nesse contexto. No entanto, mesmo com a ampla visibilidade do tema, é comum observar que é difusa a presença de danos ao meio ambiente que, em seguimento às disposições legais, não deveriam existir. (OLIVEIRA et al., 2021).

A análise multitemporal do uso e ocupação da terra, no contexto do estudo em bacias hidrográficas, auxilia na compreensão da dinâmica ambiental, além de servir como importante ferramenta para o levantamento de informações, passíveis de serem usadas para o desenvolvimento de estratégias para a aplicação de um planejamento ambiental na bacia hidrográfica, além de fomentar também, o desenvolvimento de políticas públicas de gestão de bacias hidrográficas e recursos hídricos. (BRAZ et al., 2015).

### **3.6 Geociências como ferramenta de auxílio para o meio ambiente**

A utilização de recursos como plataformas aéreas e de proporcionalidades como satélites, dessa forma e com esses novos recursos disponíveis se transformaram em uma das principais para realizar análise e estudos mais aprofundados em relação a superfície do planeta. Por permitir uma análise detalhada de um recorte espacial é que a abordagem de unidades de paisagem se adequa à proposta de estudos ecossistêmicos em bacias hidrográficas, pois estas precisam ser analisadas na sua totalidade, partindo da compreensão das partes e elementos que a compõem e de suas interações. (SOUZA et al., 2021).

Depreende-se, portanto, que o êxito de políticas ambientais e de desenvolvimento rural, tem estreita relação com o planejamento, ordenamento e monitoramento ambiental, que por sua vez, demandam-se de estudos com informações espaciais fundamentados cientificamente. (GONTIJO, 2019).

Com o grande desenvolvimento tecnológico, o uso de novas plataformas aéreas, como os satélites, tornou-se uma das principais ferramentas para análise e estudos avançados sobre a superfície terrestre, os quais são importantes para a detecção e monitoramento de mudanças, proporcionando uma melhor avaliação, manejo e gerenciamento dos recursos naturais, como o solo e a vegetação (JÚNIOR e DANTAS, 2018).

De acordo com Pinho et al. (2020), os modelos e resultados adquiridos a partir de ferramentas como o geoprocessamento permite que áreas e territórios e também de bacias hidrográficas demonstrem integralidade e tenham seus aspectos fisiológicos enfatizados, pois foram submetidos a uma análise geoespacial, assim como também a uma vertente socioambiental integrada (sistêmica), do uso cobertura do solo, aliado ao geoprocessamento.

Esse auxílio torna minucioso e valioso dados cientificamente embasados. Tornando possível discutir e definir as ações antrópicas envolvida no meio estudado. Com o emprego de “fotografias” de alta performance e para a desenvolvimento de ações voltadas ao planejamento ambiental.

O amplo estudo de como se comporta a dinâmica do uso e ocupação de áreas rurais e urbanas é substancial para entendermos o processo de construção do espaço geográfico ao longo dos anos, bem como investigar as modificações e dinâmicas no uso e nos ambientes que ocorrem ou poderão ocorrer, suas fontes e efeitos, considerando a

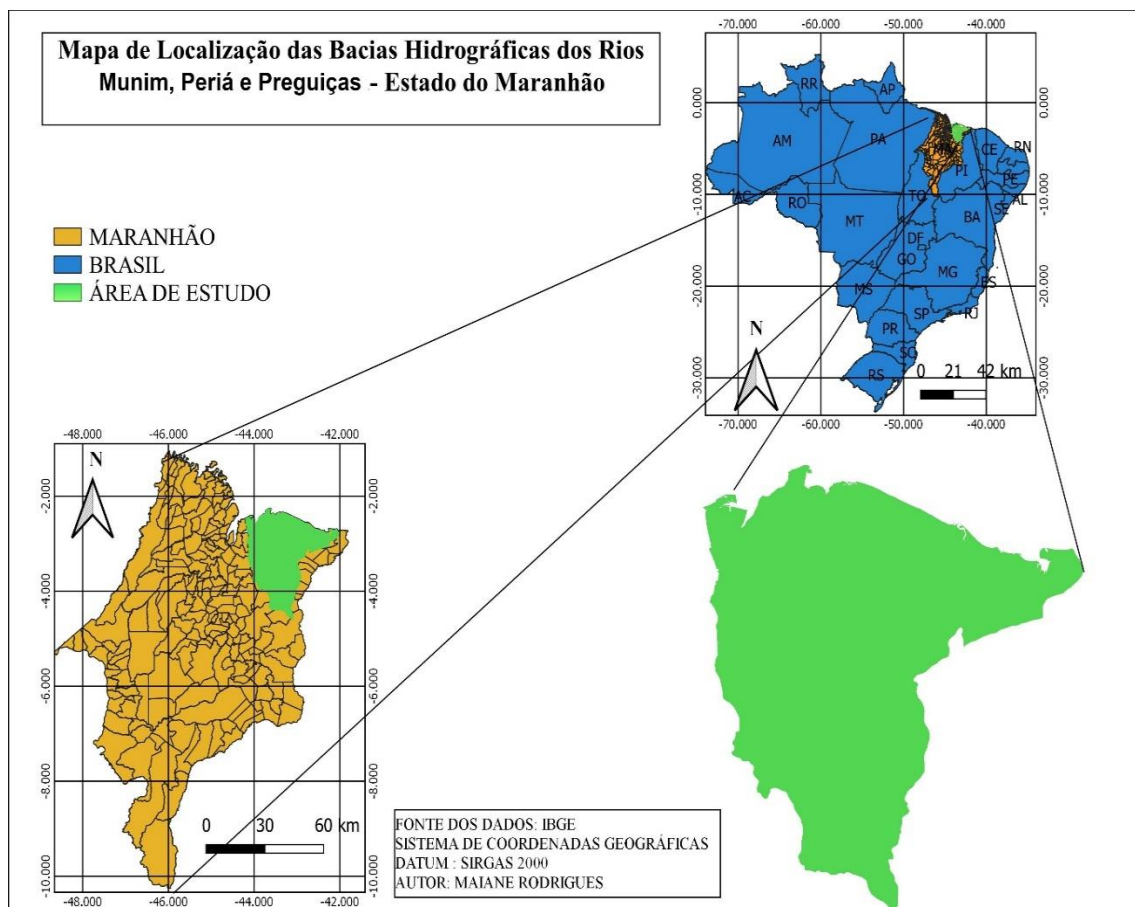
importância desses ambientes para a dinamização da própria sociedade. (LOPES e GRIGIO, 2020).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.3 Caracterização da área de estudo

O recorte da área de estudo refere-se a uma composição territorial de abrangência de três Bacias Hidrográficas importantes para o estado do Maranhão, interligadas territorialmente e que, servem para o abastecimento hídrico de cerca de 43 municípios. Essas Bacias são compostas pelo mesmo tipo de vegetação o que implica no desempenho dessas como um todo. Contudo elas também sofrem com as mesmas práticas antrópicas sendo em uma mais intensificada em detrimento das outras duas, porém as degradações em ambas as bacias foram levadas em consideração como uma composição única de área de estudo.

**Figura 2.** Mapa de localização da área de estudo



A bacia hidrográfica do Rio Munim localiza-se na porção extremo-leste do Maranhão com área de 15.918,04 km<sup>2</sup>, equivalente a 4,79% do Estado. O rio Munim, curso principal da bacia, deságua na baía de São José, entre os municípios de Axixá e Icatu, possui 331,74 km de extensão, suas nascentes estão situadas nos Tabuleiros da Formação Barreiras, a Nordeste do município de Caxias, tendo como principais afluentes a margem esquerda os rios Iguará, Paulica, riachos Mocambo, Raiz, da Cruz e São Gonçalo pela margem direita, os rios Preto, riachos Pirangi, Una e da Mata. (IBGE 2010, UEMA/NUGEO, 2011).

A bacia hidrográfica do rio Peria possui 5.395,37 km<sup>2</sup>, equivalente a 1,61% do território maranhense, limitando-se com o Oceano Atlântico e as bacias hidrográficas dos rios Munim e Preguiças; menor bacia do Estado possui somente dois postos pluviométricos em operação (IBGE 2010, UEMA/NUGEO, 2011). Dentre seus principais rios Mapari, Anajatuba e Peria, o Peria é o mais importante com 98,17 km de extensão. Em todos eles são constantes a influência das marés e características de fozes bastante largas e orladas por exuberante vegetação de mangue, as quais influenciam também o ritmo de vida da população local.

A bacia hidrográfica do rio Preguiças localiza-se a nordeste do Estado e tem uma área de 6.707,91 km<sup>2</sup>, correspondente a 2,02% da área do Estado, nessa existem 4 postos pluviométricos em operação. Formada pelos rios Preguiças, Negro e Cangatã; sendo o principal e de maior extensão o Preguiças, também chamado rio Grande. Esse rio nasce no município de Santana do Maranhão, em uma altitude de cerca de 120,00 m e percorre 158,39 km de extensão até a foz no município de Barreirinhas, onde deságua no Oceano Atlântico nordeste ocidental (IBGE 2010, UEMA/NUGEO, 2011).

A bacia hidrográfica é a unidade territorial de implementação da Política de Recursos Hídricos e atuação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A delimitação de bacia e sub-bacias é necessária para a implementação de Comitês de Bacias Hidrográficas e a interação entre comitês de bacias de rios principais com os respectivos comitês de bacias de seus tributários. A delimitação de Bacias Hidrográficas para a Agência Nacional de Águas se refere ao primeiro nível da codificação de Ottobacias. A respeito de Ottobacias, são áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de Otto Pfafstetter para classificação de bacias. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2006).

## **4.2 Procedimentos empregados**

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados dados da coleção Mapbiomas 5.0, os quais fornecem a classificação feita pixel a pixel de imagens obtidas por satélites Landsat do programa de monitoramento da Terra do governo norte americano. Foram feitos *downloads* desses dados por meio de um kit de ferramentas do usuário Mapbiomas onde basicamente é um *script*, que tem funcionamento na plataforma de processamento de dados geoespaciais *Google Earth Engine*. Foram baixadas 20 imagens (raster) da área de estudo, onde o levantamento começa com a primeira imagem para o ano de 1985, considerando um intervalo de 5 anos até a análise da imagem seguinte, 1990, e assim mais 5 anos até a imagem seguinte. Depois mais um intervalo de oito anos, chegando ao ano de 2003 e assim analisando cada imagem ano após ano até 2019, onde o intuito primordial é realizar uma análise multitemporal.

Para o processamento dessas imagens Rasters foi utilizado o auxílio do software livre QGIS (Versão 3.14,  $\pi$  “PI”), a análise se deu inicialmente utilizando os dados classificados pelo Mapbiomas, correspondente a seu respectivo ano de interesse, onde foi feita a reprojeção para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), considerado um sistema padrão para produzir a cartografia no país, esse padrão de produção cartográfica foi enquadrado desde 2015, em seguida as imagens passaram pelo processo de vetorização, com intuito de separar as formas vegetativas naturais e antrópicas de interesse nesse estudo segundo a coleção 5.0 do projeto Mapbiomas, com mais disponibilidade de visualização de classes segundo a legenda do projeto dispostas nas imagens. Sendo possível utilizar as imagens e elaborar os mapas destacando todas as classes em layouts representativos e criativos.

Também foram realizados os cálculos da área com as classes de interesse para cada ano observando a evolução negativa ou positiva das classes de vegetação e ocupação do solo. Os cálculos de porcentagem de perdas e aumentos de áreas foram realizados no software Python 3.9.0. Com esses resultados foram elaboradas tabelas de análise no Excel.

## **4.3 Classes avaliadas para a análise multitemporal.**

O projeto Mapbiomas trabalha com distribuição dos pixels em classes de um determinado bioma ou tema, para esse trabalho dentro da região que inclui três Bacias Hidrográficas as variáveis classificadas pertencem a vegetação natural versus qualquer atividade de ocupação agrícola que surgiu e evoluiu ao longo desses anos, sendo assim as

variáveis de estudo para a análise multitemporal. Nas tabelas 1 e 2 abaixo estão denominadas as classes e o total de sua área real objetivadas no presente estudo (PROJETO MAPBIOMAS, 2020)

**Tabela 1.** Total de área da cobertura natural do solo, dentro das três Bacias Hidrográficas para o ano de 1985

<b>Cobertura natural e ocupação do solo</b>	<b>Área em km<sup>2</sup> (1985)</b>
Formação Florestal	17.786,55
Formação Savânica	8.050,43
Formação Campestre	1.139,08

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

**Tabela 2.** Total de área de uso e ocupação do solo por atividades agrícolas e desenvolvimento urbano dentro das três Bacias Hidrográficas no ano de 2019

<b>Cobertura natural e ocupação do solo</b>	<b>Área em km<sup>2</sup> (2019)</b>
Pastagem	833,54
Soja	353,70
Outras Lavouras Temporárias	186,06
Infraestrutura Urbana	166,55

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Nos dados acima expõe-se três classes de formação vegetal natural que haviam no ano de 1985, assim como na tabela 2 expressam-se as classes e valores para uso e ocupação do solo em produção agropecuária, e crescimento urbano para o ano de 2019, a situação acima evidencia dinamicamente que novas classes foram surgindo ao longo de 34 anos, afirmando que em relação a vegetação que se fazia presente no âmbito das três Bacias Hidrográficas foi de certa forma transformada de maneira significativa em ocupação agrícola, tornando-se assim as classes objetos de análise pra esse trabalho.

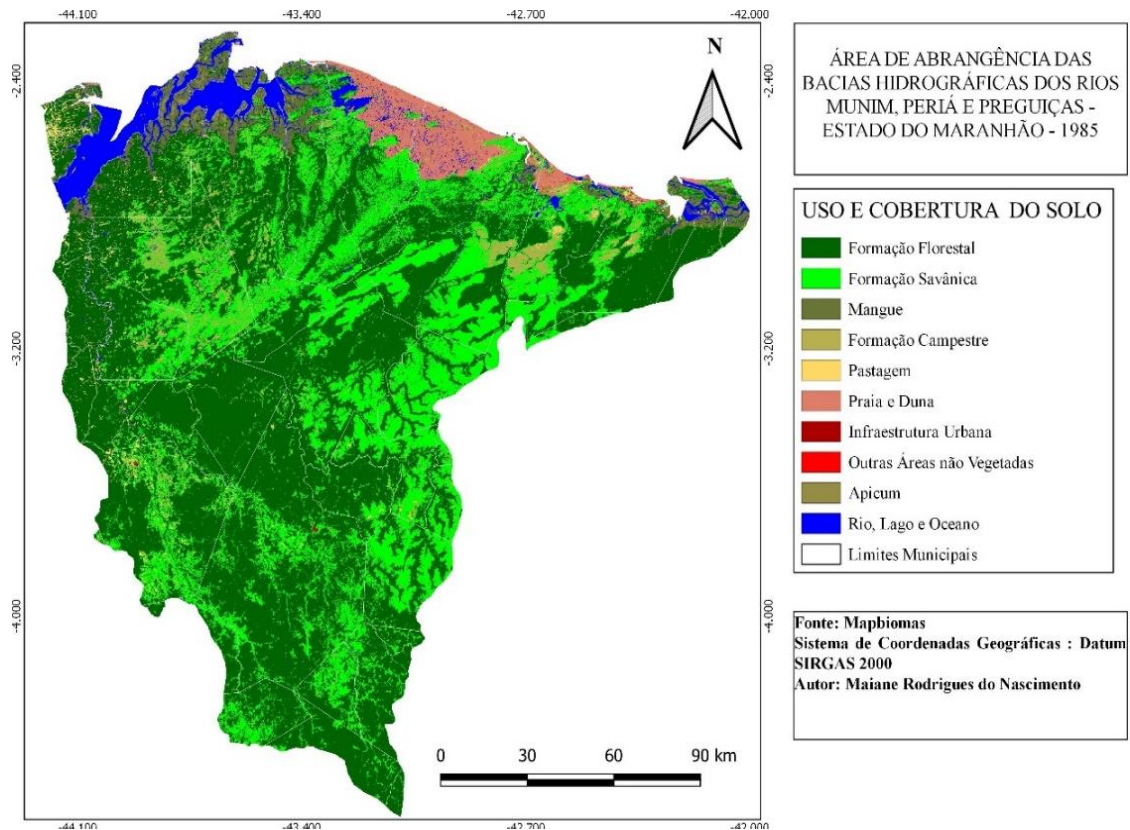
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quatro classes de formação vegetal natural em cores representativas referentes ao ano de 1985, bem como o uso e ocupação do solo para produção agropecuária, (Figura



2), evidenciam que a Formação Florestal composta por uma vegetação mais densa e representada pela cor verde escura é predominante. Por outro lado, as Formações Savânica e Campestre também ocupam uma área representativa nessa região em 1985.

**Figura 2.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1985



É possível observar que no ano de 1985 a evolução de agentes antrópicos não foram tão aparentes de forma notória na área que recobre as três Bacias Hidrográficas, indicando os avanços de infraestrutura urbana na década de 1985 que por sua vez evoluíram de forma mais lenta. Mesmo assim a agropecuária crescia merecendo destaque, pois nessa época de colonização a região possuía terras de fácil aquisição.

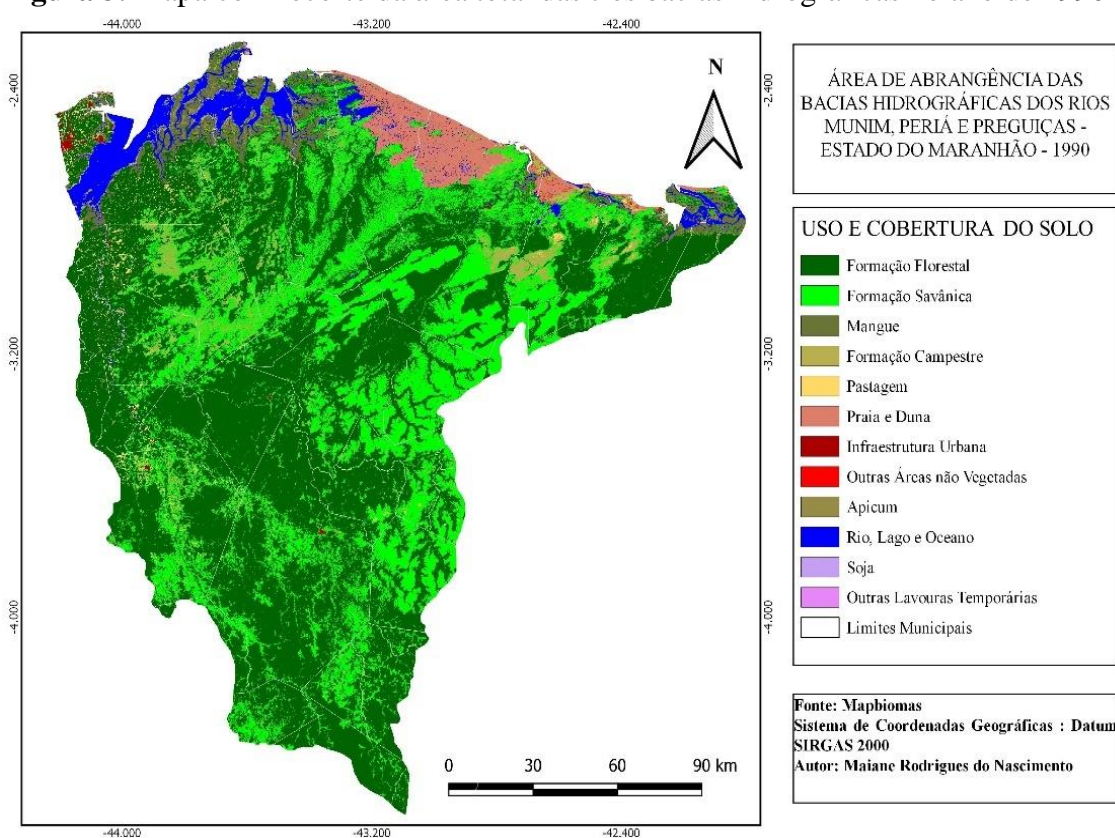
Segundo Teixeira et al. (2018), tende-se pensar em relação a dimensão econômica deste tema, permitindo considerar a perda de qualidade das terras de propriedades rurais um processo de degradação de bacias hidrográficas.

Analisando a imagem do recorte (Figura 2), percebe-se que a vegetação formada por floresta densa de grande porte, com 17.786,55 km<sup>2</sup>, e a Formação Savânica com cerca de 8.050,43 km<sup>2</sup>, as duas classes possuíam uma vasta extensão territorial, sendo enquadradas como as mais proeminentes, o que para época é possível afirmar ser resultado da pouca colonização nessa área.

Esta região foi considerada bastante propícia, tendo em vista que o clima e fatores socioeconômicos eram características que influenciaram na inserção de diversos setores no leste do estado do Maranhão, dessa forma se configurando como uma fronteira agrícola no país, pois possuía fácil acesso a portos para exportações.

De acordo com Nogueira et al. (2015) essas áreas sempre estão sujeitas a ações antrópicas, resultando em alterações no clima, e no meio ambiente, levando em conta que essas áreas estão localizadas em uma região de grandes contrastes sociais e naturais tais como: entre o mar, região semiárida e floresta amazônica (Figura 3).

**Figura 3.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1990



**Tabela 3.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 1990

Classes de uso e ocupação do solo	Total de área em km <sup>2</sup> (1990)
Formação Florestal	17.563,12
Formação Savânica	8.267,54
Formação Campestre	1.176,74
Pastagem	305,70

Soja	0
Outras Lavouras Temporárias	0

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

No ano de 1990 havia uma área total estimada em 17.563,12 km<sup>2</sup>. Enquanto que as classes de soja e outras lavouras temporárias ainda não tinham valores expressivos neste ano. Ao avaliar o histórico desta área, pode-se constatar que houve perda, nos últimos 5 anos, o que significa que novas classes surgiram e a área ocupada por essa classe foi reduzindo o espaço para outros tipos de avanços antrópicos.

Segundo Silva e Moura. (2021), as modificações causadas por influência do homem nos ecossistemas vêm desencadeando de certa forma a degradação. Esses ecossistemas compostos por serviços ambientais e pela segurança alimentar, hídrica e climática do planeta.

Verifica-se então a necessidade da educação ambiental no processo de desenvolvimento social, onde esses determinados tornam-se aprendizes de sustentabilidade, fazendo o desenvolvimento acontecer, mas sempre priorizando as gerações futuras como e um meio ambiente equilibrado para a áreas da humanidade. (VIANA et al., 2020).

**Tabela 4.** Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias de 1985 a 1990

<b>Cobertura natural e ocupação do solo</b>	<b>Perda de área em porcentagem</b>
Formação Florestal	1,25%
Formação Savânica	3,30%
Formação Campestre	8,48%
Pastagem	0%
Soja	0%
Outras Lavouras Temporárias	0%

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Entre 1985 e 1990 observa-se que surgiram algumas classes, enquanto outras apenas foram tendo espaço reduzido com o passar dos anos, com base nos resultados acima é possível afirmar que classes de uso do solo tiveram valor 0 tabelado (Tabela 4),

pois nem ganharam ou até mesmo tiveram redução de área, em dados de 1990 não sofreram alteração alguma.

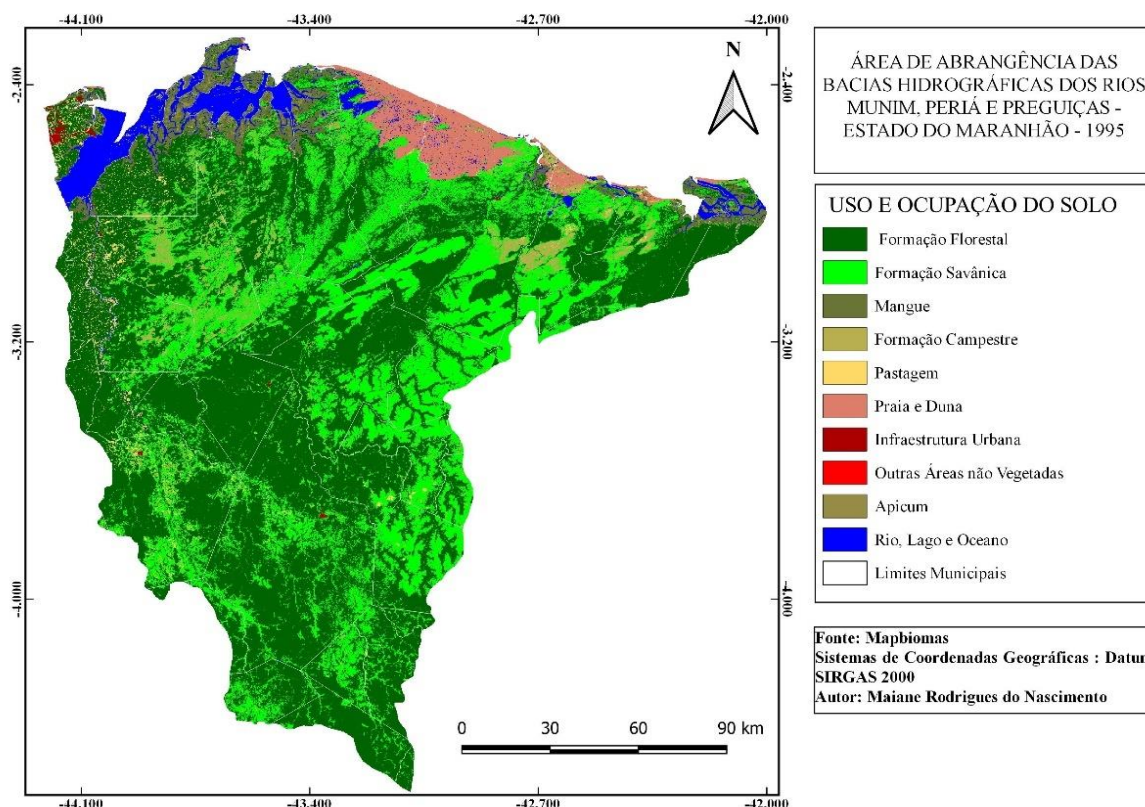
A redução Florestal de certa forma significa que uma vez que trata-se da área onde as três Bacias Hidrográficas estão localizadas. O que também chama atenção para 5 anos sendo curto um período do tempo em que essas modificações antrópicas transcorreram.

Esse aumento implicou diretamente nas demais classes, um efeito que está ligado a grande urgência de expansão de áreas pastoris. O que conseqüentemente desencadeou na extração de madeira, essas atividades foram e ainda são bastante corriqueiras na região (Dias-filho et al. (2014).

Enquanto Formação Florestal que representa a mais importante para o equilíbrio ambiental vai desaparecendo as Formações Savânica e Campestre cresceram, sugerindo que no período de 1985 a 1990 os recursos naturais forma regenerados. A classe de maior porte foi diminuindo e pôde ter se adaptado, originando um aumento na secundária, o que ainda assim não deixa de ser um efeito degradativo.

A degradação está associada à pressão para expansão das áreas de pastagens e retirada de madeira e estacas, atividades predominantes no local para construção de pontes e cercados. (Figura 4), Grande parte das florestas degradadas estão localizadas em propriedades privadas, apesar de condições favoráveis para preservação por meio de instrumentos legais como a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA, SILVA, 2020),

**Figura 4.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 1995



Ao analisar a (Figura 4), que corresponde ao ano de 1995, percebe-se que a paisagem não obteve tanta alteração, no entanto, isso se deve ao fato de que essa região sofreu desenvolvimento urbano e agropecuário de forma lenta se comparado aos 5 anos anteriores.

Segundo Júnior e Dantas (2018), é nítida a possibilidade de identificação exata das causas mais constantes da degradação ambiental, que na maior parte das vezes ocorrem por fatores antrópicos, sendo eles: queimadas, desmatamento, uso e ocupação do solo, atividades agrícolas e de pecuária; originadas por populações de pouca informação em relação ao aspecto ambientalista.

O que contribuiu diretamente no quesito degradação nessa região (Tabela 5), foram aspectos como clima semiárido nordestino, que sofre com secas periódicas e a falta de aplicação das leis ambientais para pequenos a grandes produtores utilizarem de queimadas para produzir suas pequenas lavouras (GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO, 2011).

**Tabela 5.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 1995

<b>Classes de uso e ocupação do solo</b>	<b>Total de área em km<sup>2</sup> (1995)</b>
Formação Florestal	17.381,26
Formação Savânica	8.365,82
Formação Campestre	1.149,67
Pastagem	397,94
Soja	0
Outras Lavouras Temporárias	0

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Em 1995 ainda é possível constatar que a atividade agropecuária foi a que mais cresceu em 5 anos, isso se deve ao fato de que a carne bovina alcançou patamares significativos com o surgimento de cerca de 397,94 km<sup>2</sup> na região. Entre outros fatores ligados a ampliação de áreas de superlotação de pastagem na região sul.

Para Dias-filho et al. (2014), entre 1975 e 2006, as áreas de pastagem do País diminuíram nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, aumentando apenas nas regiões Norte e Nordeste. No Brasil, como um todo, o crescimento das áreas de pastagem, contribuíram de certa forma para o desenvolvimento (Tabela 6).

**Tabela 6.** Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias 1990 e 1995

<b>Classes de uso e ocupação do solo</b>	<b>Perda de área em porcentagem</b>
Formação Florestal	-1,03%
Formação Savânica	1,18%
Formação Campestre	-2,29%
Pastagem	30,17%
Soja	0%
Outras Lavouras Temporárias	0%

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

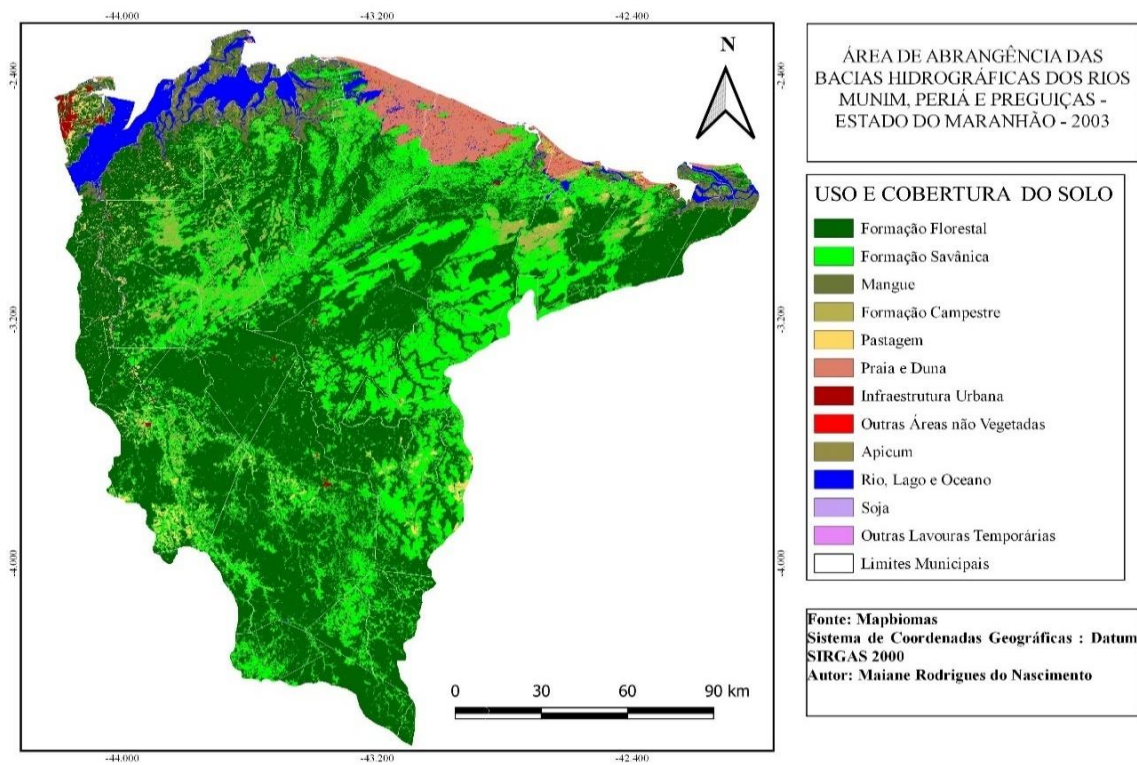
Em 1995, foi nítida a redução da Formação Florestal enquanto a Savânica conseguiu se regenerar na região, levando em consideração os números em relação a essa subtração de 5 anos, continuaram a chamar atenção assim como o crescimento exponencial de 30,17% de pastagem.

Analisando as (Figuras 5, 6, 7 e 8) nota-se que as classes agropecuárias surgiram e se instalaram na área das Bacias, algumas delas com bastante veemência, diminuído a

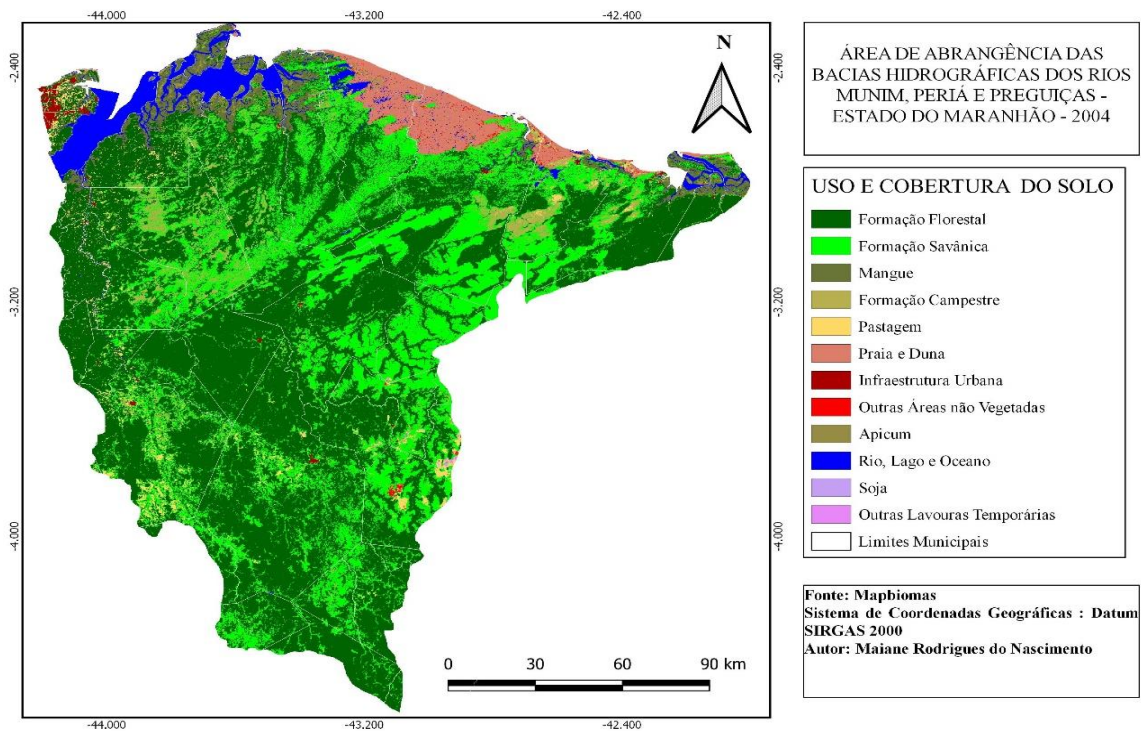


vegetação anterior e demonstrando que o desenvolvimento e o desmatamento cresceram principalmente na região leste, o que ficou claro em um comparativo do intervalo a cada 5 anos.

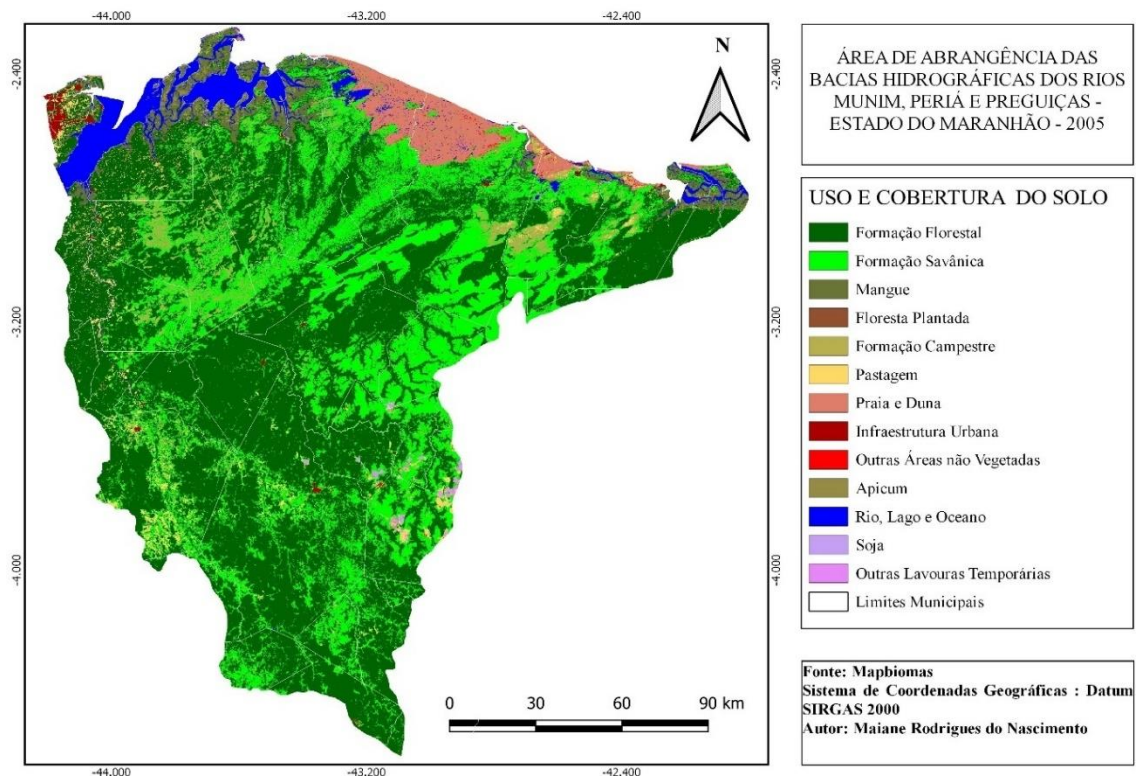
**Figura 5.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2003



**Figura 6.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2004

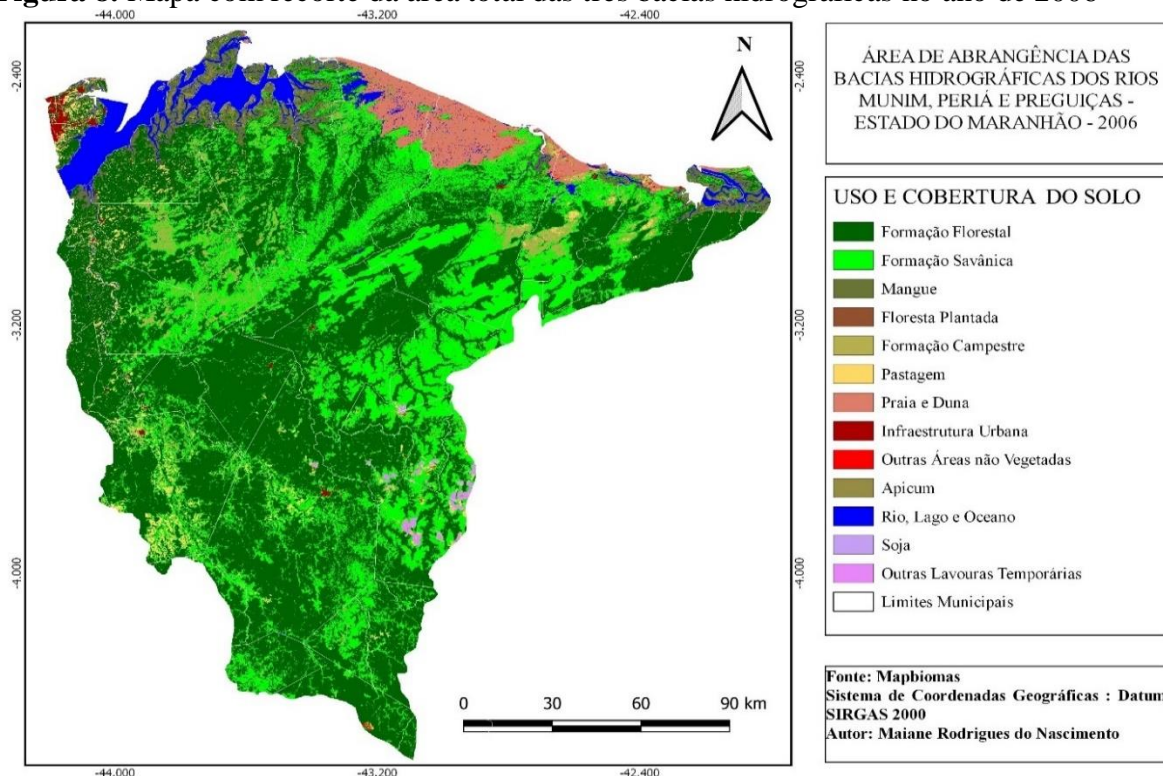


**Figura 7.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2005





**Figura 8.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2006



Mesmo analisando os mapas percebe-se que a paisagem foi mudando de maneira mais fragmentada, no entanto, em termos de números essa a produção agropecuária avançou ligeiramente, o que foi refletido no mapa correspondente a 2003, e enfaticamente notório nos mapas dos anos que o sucederam.

Assim como Santos e Soares. (2020), acreditavam que a bacia Hidrográfica do Rio Munim em especial sofreu forte influência da introdução da cultura da soja, isso está nitidamente evidenciado na cor roxo nos mapas. Os indícios surgiram desde o ano de 1980, onde essa área iniciou o processo de expansão de uma nova fronteira agrícola, progredindo com o agronegócio.

Essas atividades propiciaram as alterações na vegetação nativa, causando efeitos indesejados e impactos ambientais tais como, o desmatamento e a escassez de água em lugares de difícil acesso, pois à medida que os processos de evolução da soja assim como de outros tipos de lavouras temporárias aumentaram, tiveram participação ainda maior no processo de redução da vegetação intensificada (Tabela 7).

**Tabela 7.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2003, 2004, 2005 e 2006

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Total de área em km <sup>2</sup>			
	2003	2004	2005	2006
Formação Florestal	17.277,72	17.278,05	17.203,79	17.142,13
Formação Savânica	8.206,23	8.169,32	8.139,64	8.083,91
Formação Campestre	1.149,60	1.134,98	1.133,97	1.115,58
Pastagem	570,03	569,08	650,74	696,63
Soja	0,96	2,33	22,74	32,60
Outras Lavouras Temporárias	0,33	12,00	42,66	78,75

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Ao realizar a análise multitemporal percebe-se que a dinâmica da degradação em 2003 a 2006, torna perceptível a substituição da cobertura vegetal natural em detrimento dos avanços agrícolas, deixando claro que o homem é o principal responsável pelo desencadear dessa evolução de desenvolvimento.

Com o auxílio dos dados geospaciais da plataforma utilizada na análise foi possível enumerar e quantificar essas ações antrópicas, as novas classes se fizeram presente, nesse espaço e tempo, demonstrando que a soja e outras lavouras temporárias, continham áreas consideradas pequenas, porém, foram aumentando cada vez mais. Contudo o geoprocessamento foi uma ferramenta que possibilitou a análise quantitativa.

A cultura da soja foi inserida nessa região mais precisamente ao leste da Bacia Hidrográfica do Rio Munim, onde um dos principais fatores que credibilizam o crescimento da soja foram as terras com baixo custo aquisitivo por parte de migrantes vindouros do Sul do país, que eram em sua maioria de descendência italiana e alemã, esses migrantes possuíam mais familiaridade com a cultura da soja, trazendo consigo a soja entre outras culturas para a região do cerrado (SANTOS E SOARES, 2020).

Para Vennet et al. (2016), a migração foi o que facilitou de certo a disseminação da cultura em regiões de vegetação fechadas e com pouco desenvolvimento urbano e consequentemente ambiental impossibilitando assim frear a degradação eminente e acelerada.

Contudo, Lopes et al. (2021), afirmou que um dos grandes favorecimentos que propiciaram o avanço expressivo dessa cultura, foi a forma como os produtores eram constituídos de uma certa adaptabilidade de interação como o clima e mudanças. Isso levou a desenvolver técnicas para lidar com essas circunstâncias, o que desencadeou em impactos hídricos nessa região em especial. Tão qual a degradação da vegetação foi

desaparecendo foi repercutindo de forma direta nos recursos hídricos dessas bacias, que eram compostas por nascentes entre outras fontes hídricas abrangidas por essas três Bacias de extrema importância no estado.

A expansão da soja tem alterado os padrões de acesso e alocação de recursos essenciais, como terra e água, bem como a participação de comunidades locais nos sistemas alimentares e em iniciativas de governança da paisagem (Tabela 8). Ao olhar para além dos indicadores econômicos mais amplos, nossas descobertas expõem um processo brutalmente excludente de degradação ambiental e expropriação de recursos. (LOPES, et al., 2021).

**Tabela 8.** Avaliação da perda e aumento da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2003, 2004, 2005 e 2006

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Perda e aumento de área em porcentagem			
	2003	2004	2005	2006
Formação Florestal	-0,59%	0,001%	-0,42%	-0,35%
Formação Savânica	-1,90%	-0,44%	-0,36%	-0,68%
Formação Campestre	-0,01%	-1,27%	-0,08%	-1,62%
Pastagem	43,24%	-0,16%	14,34%	7,05%
Soja	96,00%	100,00%	100,00%	43,97%
Outras Lavouras Temporárias	33,00%	100,00%	100,00%	84,59%

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Identifica-se na (Tabela 8), a degradação nas classes de cobertura natural, assim como o aumento de novas classes: Pastagem, Soja e Outras Lavouras Temporárias, não pararam de se estender pelo território que engloba as três Bacias Hidrográficas.

Assim como Braga (2021), identificou que nesse período ocorreu um crescimento da fronteira agrícola, o que culminou na produção de soja em diversas regiões no país e o processo que ocorreu nessa área especificamente também não foi diferente. No ano de 2000 aos seus subsequentes, foi evidenciado que o Nordeste registrou um grande índice de crescimento tanto em área plantada quanto em produção em tonelada.

Diante da intensificação da produção e diversificação produtiva regional proveniente da fronteira Matopiba, o produto soja conseguiu, gradativamente, elevar sua participação na pauta de exportação nacional (SANTOS et al., 2020).

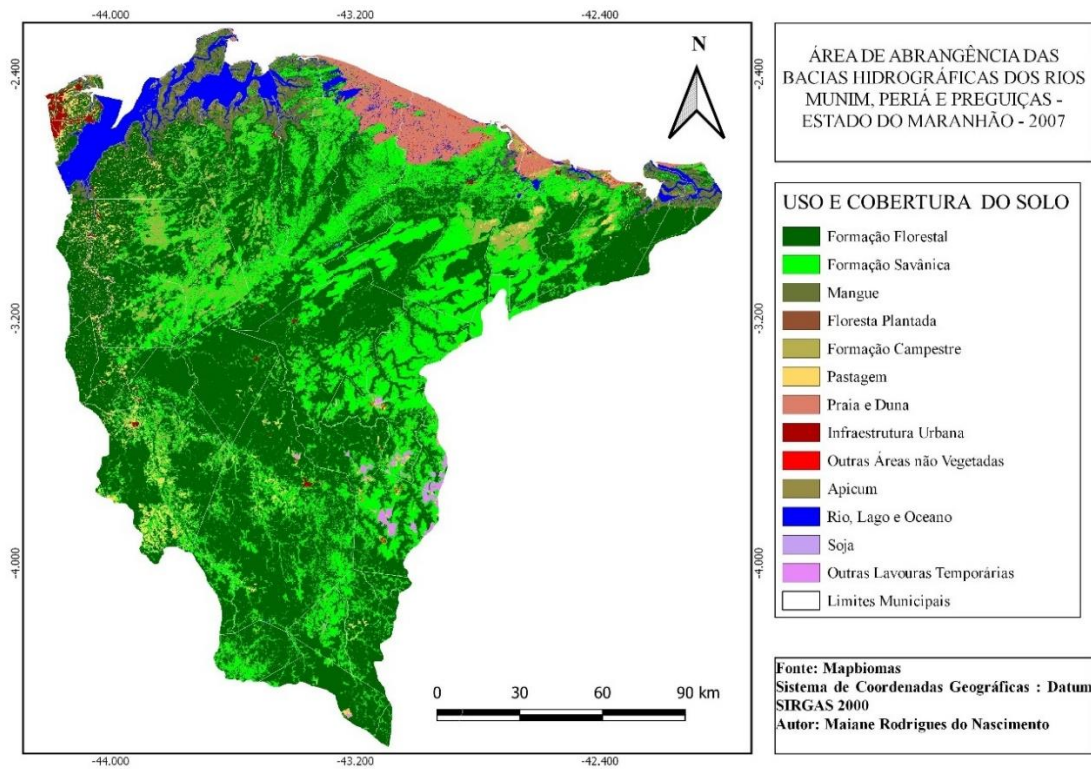
O grande crescimento da soja na região principalmente sua intensificação na região leste do estado é resultado da expansão da fronteira agrícola que beneficia a

logística para o porto mais próximo, dessa forma a região da Bacia Hidrográfica do Rio Munnim e Preguiças sofrem essa influencia direta do surgimento dessa fronteira.

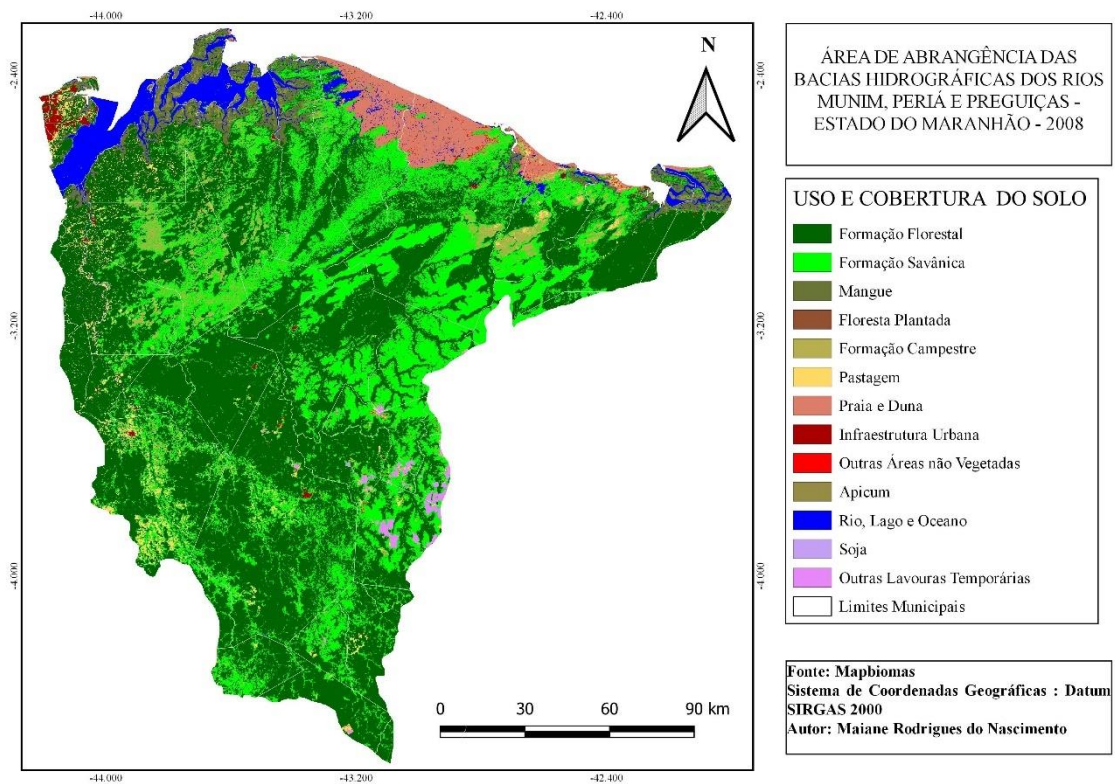
O Matopiba engloba 337 municípios e uma área mais de 73 milhões de hectares. Essa região destaca-se pela produção de grãos, notadamente soja. Dentre os principais aspectos que levaram ao surgimento dessa nova fronteira agrícola, incluem-se: a disponibilidade de áreas relativamente extensas com relevo plano, o que facilita a introdução de mecanização intensiva; a presença de solos com propriedades físicas (notadamente textura e baixa compactação) favoráveis para mecanização; o regime de chuvas que permite o plantio de culturas de sequeiro; o custo de aquisição de terras mais baixo em relação a outras regiões produtoras de grãos no Cerrado; e a possibilidade de escoamento de grãos para exportação no litoral norte do Brasil, notadamente no porto de Itaqui em São Luís, MA, a partir de uma integração com a Estrada de Ferro Carajás. (SANTOS et al., 2020).

É indiscutível que as três Bacias Hidrográficas sofreram alterações graduais durante o período, porém é notório que esse processo ocorreu de forma acelerada e intensificada na Bacia do Rio Munnim, como nos mapas anteriores (Figura 9,10,11 e 12), a implantação do cultivo da soja entre outras culturas foi a que mais motivou o desmatamento na região leste, pois essa área abrange a expansão da nova fronteira agrícola denominada como Matopiba.

**Figura 9.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2007

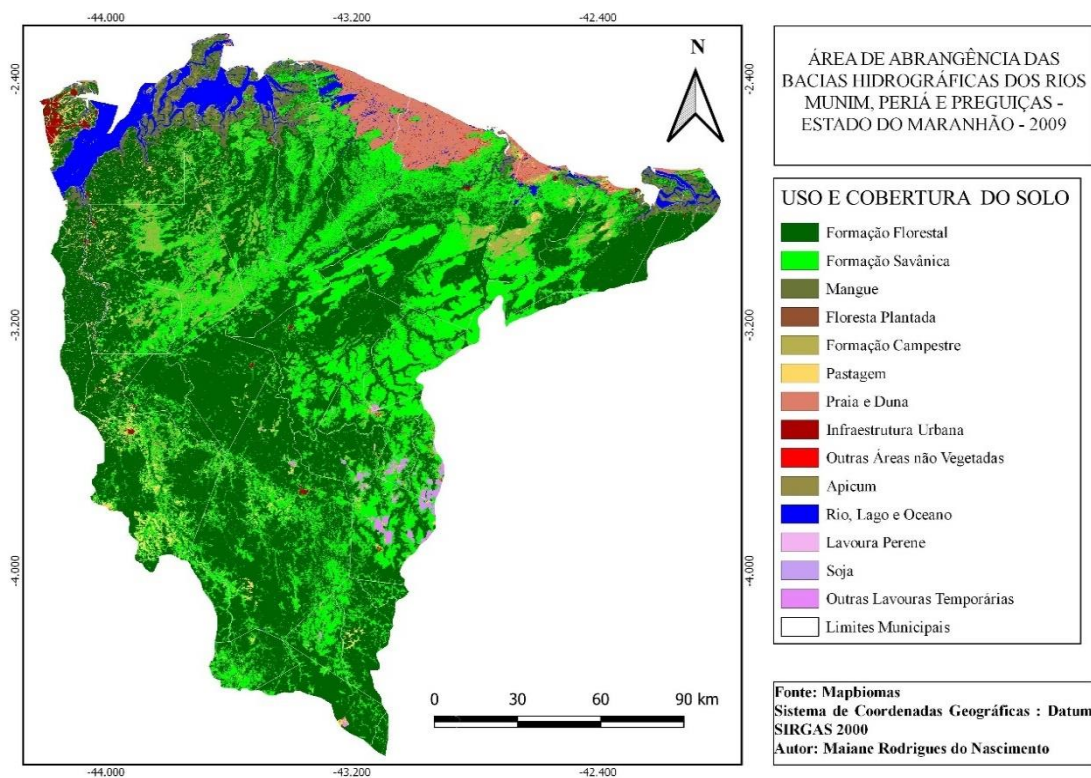


**Figura 10.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2008

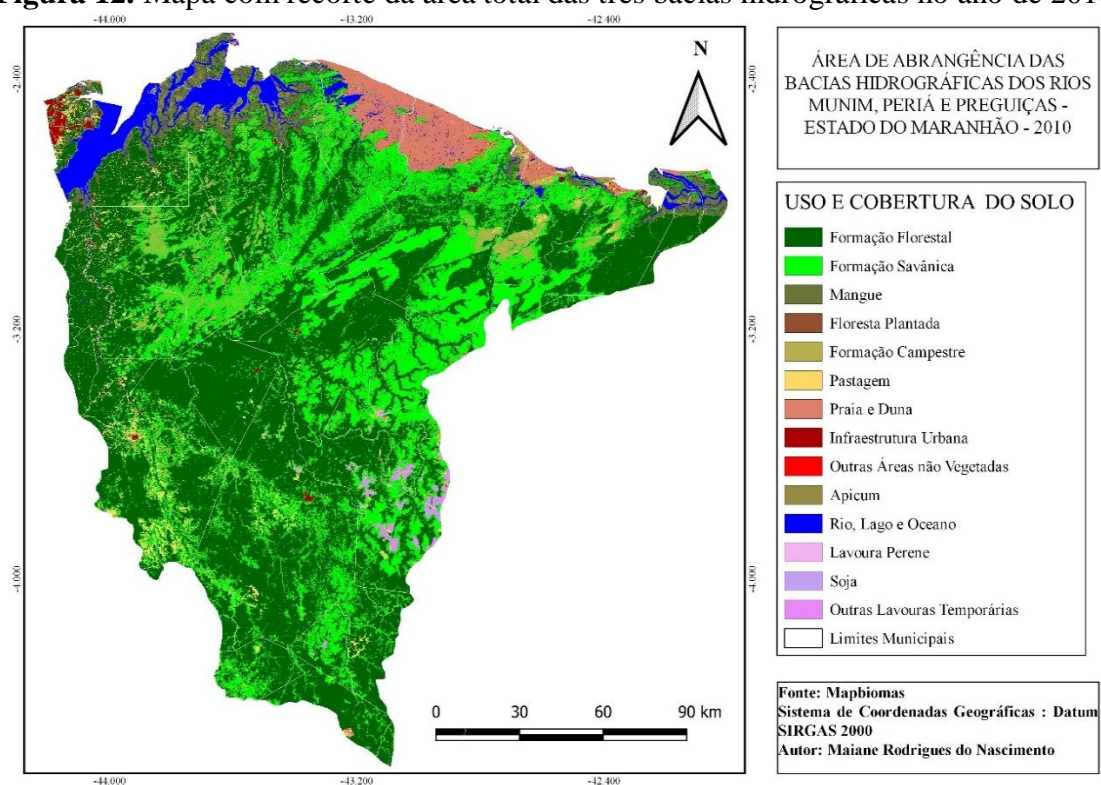


**Figura 11.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2009





**Figura 12.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2010



A área utilizada para o estudo possui território correspondente os limites dos quatro estados, Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (SANTOS, 2020), que são responsáveis por grande parte da produção no país atualmente.

Segundo Almeida et al. (2019), a região do Matopiba caracteriza-se, pela exploração extensiva da agricultura da soja, se consolidando como uma fronteira agrícola do Nordeste no Brasil, todavia o uso inadequado do solo tem provocado resultados indesejados sobre o solo, vegetação, flora, fauna de importantes biomas nessas regiões.

Segundo Jesus (2017), o uso de técnicas como o geoprocessamento e outras ferramentas ajudam a detectar as várias transformações as áreas de vegetação vem sofrendo com o uso do solo do cerrado brasileiro, que englobam majoritariamente boa parte do chamado Matopiba, ocasionados pela produção extensiva de soja.

A expansão da soja em particular é bem mais notória pois representa a extração total da vegetação de determinada área para cultivo da cultura, deixando o solo exposto de forma mais vulnerável. Fazendo uma análise desse contexto e comparando como o cenário que foi criado por migrantes dessa região põem em alerta os riscos ambientais de tais avanços, pois essa expansão está situada exatamente no Cerrado brasileiro. (LOPES, et al., 2021).

O cerrado possui vários tipos de uso, que além da soja, pequenos agricultores também utilizam de queimadas para fazer plantios, bem como os médios e grandes criadores de gado (pecuária extensiva), dessa forma diversas classes de vegetação desapareceram, impactando diretamente no solo e na vegetação, provocando assim a extinção/perturbação da fauna e flora.

Conforme Cavalcante (2018), a exploração da vegetação nativa de maneira intensiva e extensiva para uso de cultivos agrícolas gera enormes problemas ambientais que ultrapassam as esferas locais, havendo a necessidade de se preconizar práticas conservacionistas do bom uso do solo, afim de preservar a vegetação nativa e estimular valores de transformação coletiva da população.

Todavia, Saath e Fachinello (2018), salientam que o crescimento da exploração do cerrado deve ser fiscalizada, uma vez que a cada ano crescem os problemas de ordem ambiental de preservação e manutenção da cobertura vegetal nessas áreas.

Os dados da análise realizada (Tabela 9), reafirmam que a redução de área vegetada por classes naturais, em um comparativo de anos anteriores é nítida, a classe Florestal torna alarmante a ação do homem em relação a floresta de grande porte. Isso enfatiza a falta de preocupação com o desmatamento nesse período tornando clara a preferência do desenvolvimento econômico.

**Tabela 9.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2007, 2008, 2009 e 2010

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Total de área em km <sup>2</sup>			
	2007	2008	2009	2010
Formação Florestal	17.048,01	17.035,81	17.023,29	16.959,41
Formação Savânica	8.088,08	8.120,42	8.151,45	8.097,12
Formação Campestre	1.121,32	1.122,44	1.143,97	1.181,57
Pastagem	748,6	698,99	635,91	702,15
Soja	17,99	20,87	30,5	49,29
Outras Lavouras Temporárias	130,76	147,34	156,43	187,5

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

De acordo com Cie e Silva (2020), assim como para os poderes públicos em diversas esferas, movimentação de cunho ambiental, a sociedade, entre outros agentes. A pauta de sustentabilidade necessita de interação mutua, pois implica diretamente na qualidade de vida da atualmente, e também como para as gerações futuras, essas ações corroboram para uma melhor condição de vida.

A partir dos dados (Tabela 10), percebe-se que em 2007, as reduções da Formação Florestal continuaram acentuadamente porém, as Formações Savânica e Campestre tiveram aumentos que parecem relativamente pequenos, (Tabela 10), no entanto, essa relação em km<sup>2</sup> expressa um saldo positivo, pois trata-se de um ganho com caráter natural e de grande importância ambiental, principalmente por que a falta de cobertura natural causada pelas culturas implantadas na região estão diretamente ligadas ao déficit das que desapareceram. A Formação Savânica havia adquirido um aumento de 2007 a 2009, contudo, ela perdeu em 2010 cerca de 0,66 % quase que o total que havia ganho, isso se deve ao fato do aumento exponencial da soja e da pastagem no mesmo ano. O que de fato mesmo que em proporções mínimas causaram prejuízo para o meio ambiente.

**Tabela 10.** Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2007, 2008, 2009 e 2010

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Perda e aumento de área em porcentagem
---	--



	2007	2008	2009	2010
Formação Florestal	-0,54%	-0,07%	-0,07%	-0,37%
Formação Savânica	0,05%	0,39%	0,38%	-0,66%
Formação Campestre	0,51%	0,09%	1,91%	3,28%
Pastagem	7,46%	-6,62%	-9,02%	10,41%
Soja	-44,81%	16,00%	46,09%	61,60%
Outras Lavouras Temporárias	66,03%	12,67%	6,16%	19,85%

Fonte: Maiane Rodrigues (2120).

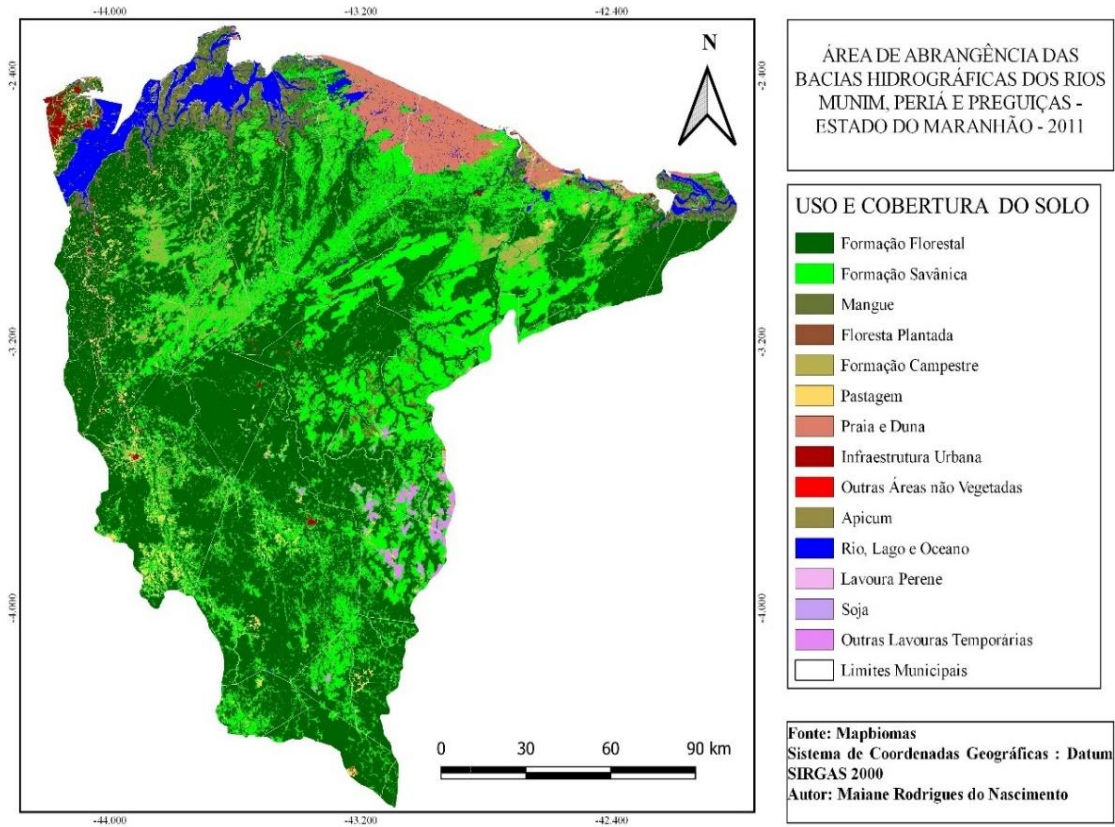
Neste caso é indiscutível a importância dessas classes para o bioma que tendenciou para a subtração de uma parcela não só na flora natural, mas também da fauna que abrange as áreas de vegetação natural.

O que realmente chamou atenção foi o fato de as nascentes dessas três bacias estarem perdendo grande parcela de sua mata ciliar descritos pelos dados correspondentes aos valores de vegetação nativa (Tabela 10), mesmo com as leis e medidas de conservação e preservação, sendo que esses impactos puderam ser comprovados mediante análises de uso e ocupação do solo em outros trabalhos analisando os anos de 2007 a 2010, e também afirmados de acordo com os valores tabelados e credenciados pela base cartográfica da coleção 5 pelo Projeto Mapbiomas.

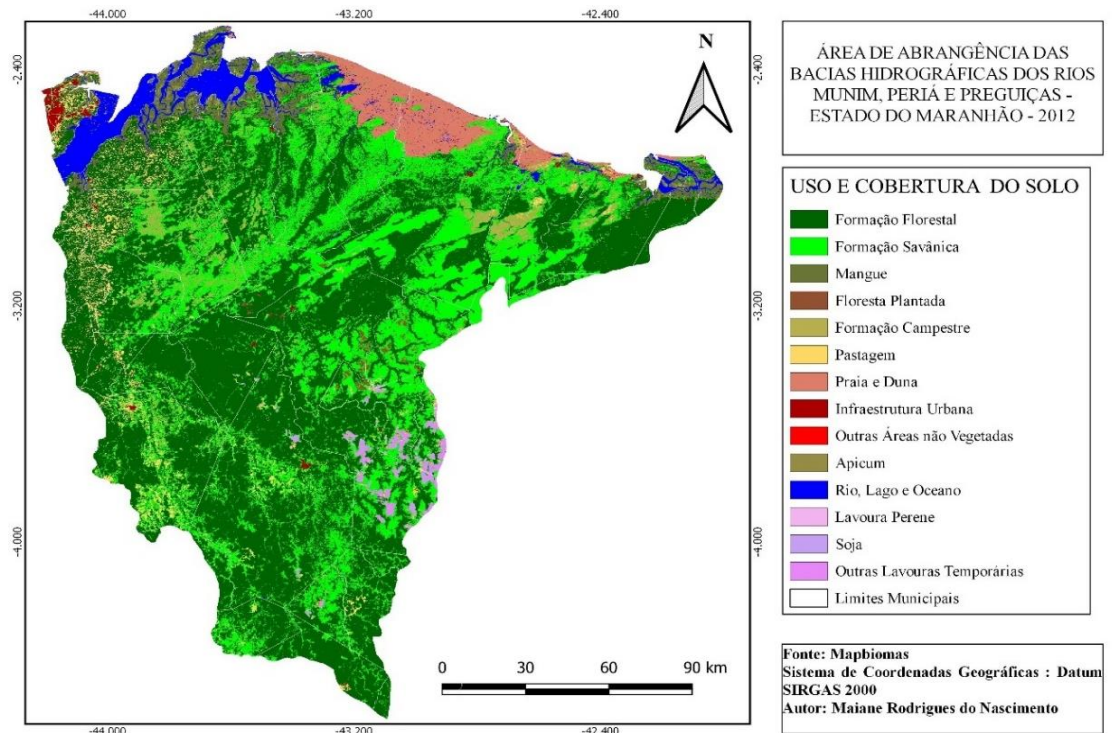
Assim como Martins (2021), também ressalta que as variadas aplicações de uso de solo foram se comprometendo e a cobertura original nas proximidades, convertendo a nova ocupação em pastagem para criação de gado e produção agrícola, como a monocultura da soja, de cunho agroexportador. Tendo em vista as nítidas perdas da vegetação nativa pode-se constatar o desequilíbrio ambiental.

Contudo, Lopes e Grigio (2020), acreditam que a situação de crescimento de novas lavouras se deve ao fato de que à medida que os processos de globalização e modernização em geral se intensificaram, levaram assim também setores como transportes e da logística de distribuição, acarretando assim na exploração de mas territórios ocupados por antes vegetação natural, agora sendo utilizado para fins de cultivo de cultura agrícolas como: milho, manga, melão, banana, mamão, melancia, coco e etc.

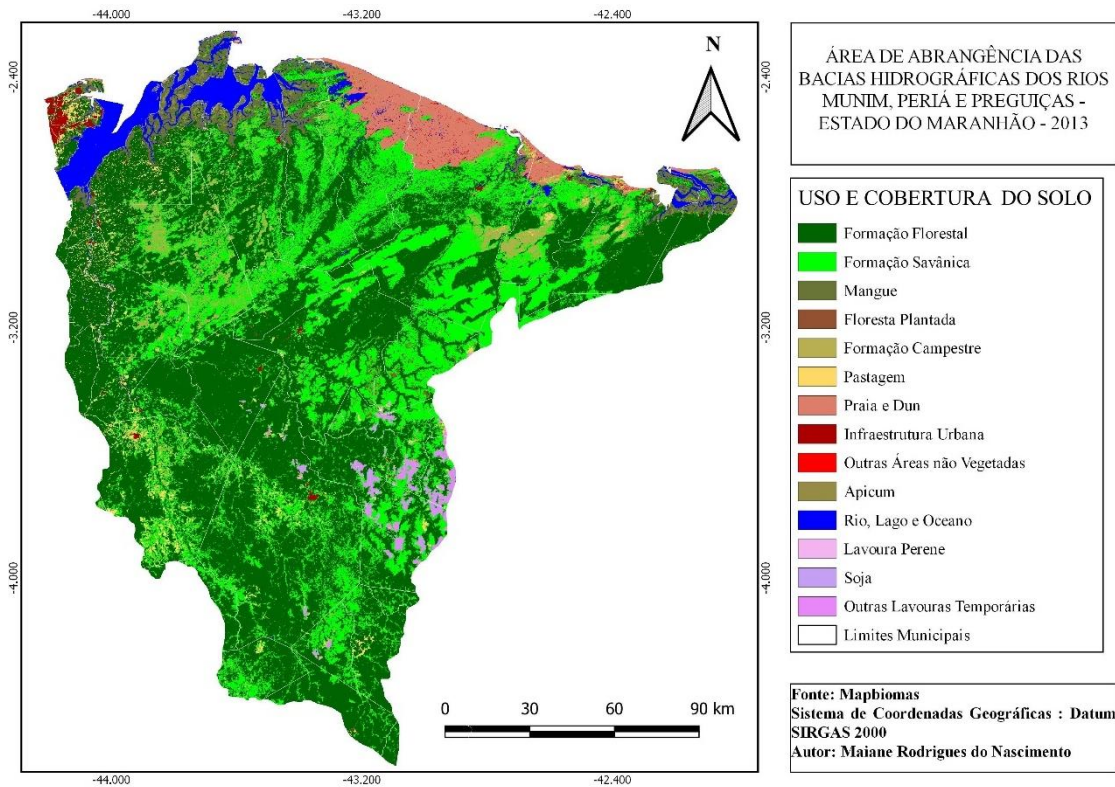
**Figura 13.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2011



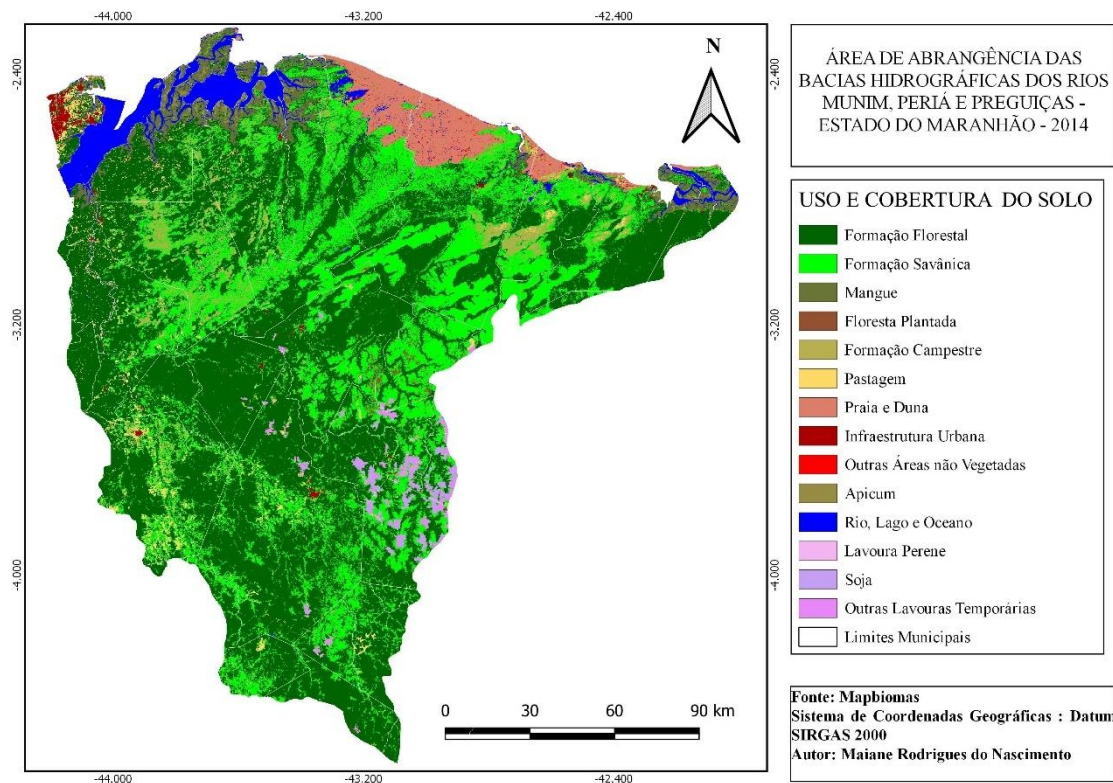
**Figura 14.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2012



**Figura 15.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2013



**Figura 16.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2014



Nos anos de 2011 a 2014, a evolução agrícola e alcançou patamares extremos no quesito desmatamento e desagregação de sua vegetação original, onde na cor roxo que correspondente a cultura da soja, é possível notar as “cicatrices” deixadas na região leste

do estado do Maranhão, e essas ações situaram-se expressivamente dentro do que abrange boa parte da Bacia Hidrográfica do Rio Munim, com esses adventos estradas foram criadas e implantadas, isso também implicou em aberturas de mais áreas o que deveriam ser de certa forma freado, com os decretos e leis ambientais no estado e na região.

Para Braz et al. (2015), a dinâmica e as mudanças que se sucedem na superfície da terra, bem como a espacialização de classes de extrema importância para o meio ambiente tais como vegetações, APPs entre outras classes que possuem extrema relevância para as áreas estudadas. Sendo primordial o entendimento em primeiro caso em relação a mudanças que acontecem ao redor de uma Bacia Hidrográfica, (como as três bacias em questão). Deste modo pode-se refletir quais as motivações foram alavancadas resultando em tais resultados negativos para o meio ambiente.

A análise multitemporal proporcionou avaliar de forma evolutiva ao longo de todos os anos estudados (Tabela 11), percebe-se que não há contradição com os anos anteriores, afirmando que as atividades antrópicas mais precisamente as de categoria agrícola ganharam espaço em grande parte na região.

**Tabela 11.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2011, 2012, 2013 e 2014

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Total de área em km <sup>2</sup>			
	2011	2012	2013	2014
Formação Florestal	16.733,37	16.971,50	16.979,46	16.963,97
Formação Savânica	7.974,77	7.963,63	7.858,61	7.789,78
Formação Campestre	1.154,71	1.136,15	1.129,88	1.127,28
Pastagem	926,87	697,26	673,00	713,74
Soja	74,54	104,28	161,44	232,02
Outras Lavouras Temporárias	236,29	232,98	259,55	199,08

Fonte: Maiane Rodrigues. (2021).

Ao considerar a importância desses espaços para equilíbrio e manutenção dos processos ecológicos, um dos maiores desafios ainda a ser implementado após a sanção do Novo Código Florestal consiste em sanar os conflitos de usos das propriedades rurais para regularizá-las e mantê-las sustentáveis. Estudos que apresentem diagnósticos sobre as intervenções antrópicas em desacordo com a legislação ambiental, isto é, que

quantifiquem e avaliem o conflito de uso do solo, tornam-se de suma importância para o desenvolvimento de ações preventivas e corretivas. (GONTIJO, 2019).

**Tabela 12.** Avaliação da perda e aumento da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2011, 2012, 2013 e 2014

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Perda e aumento de área em porcentagem			
	2011	2012	2013	2014
Formação Florestal	-1,33%	1,42%	0,04%	-0,09%
Formação Savânica	-1,51%	-0,13%	-1,31%	-0,87%
Formação Campestre	-2,27%	-1,60%	-0,55%	-0,23%
Pastagem	32,00%	-24,77%	-3,47%	6,05%
Soja	51,22%	39,88%	54,81%	43,71%
Outras Lavouras Temporárias	26,01%	-1,40%	-11,40%	-23,29%

Fonte: Maiane Rodrigues (2120).

No ano de 2011, a Formação Florestal teve um grande salto negativo, perdendo 1,33% do que havia no anterior, salvo 2012 e 2013, que ao invés de perderem obtiveram um acréscimo positivo, o que evidencia que essa classe desenvolveu sua regeneração, pois a natureza tem essa capacidade auto-regeneração quando não sofre influências negativas do homem. Neste caso alguns fatores positivos puderam ser levados em consideração, por que com os avanços provenientes da agropecuária de modo geral, as leis ambientais de preservação e repressão de práticas degradativas, foram criadas e aprimoradas principalmente em áreas de risco de extinção do bioma ameaçado, o que também implicam na vegetação ciliar das Bacias Hidrográficas dos Rios Munim, Peria e Preguiças.

Em 2013, a soja apresentou um aumento de forma elevada demonstrando grande ascensão. O que também chamou atenção foi o fato de as lavouras temporárias sofrerem uma queda. Os motivos podem estar relacionados com a climatologia da região naquela época, a falta de chuvas, mesmo sendo uma cultura de sequeiro necessita de uma quantidade de chuvas para seu desenvolvimento.

Nesse mesmo cenário as lavouras temporárias se encontraram, por serem culturas diversificadas e cultivadas em diversas épocas no ano, isso pode ter acarretado em sua queda de produção. Essas se enquadraram na prática de pequenos agricultores, principalmente os da agricultura familiar e de subsistência. Suas lavouras são trabalhadas



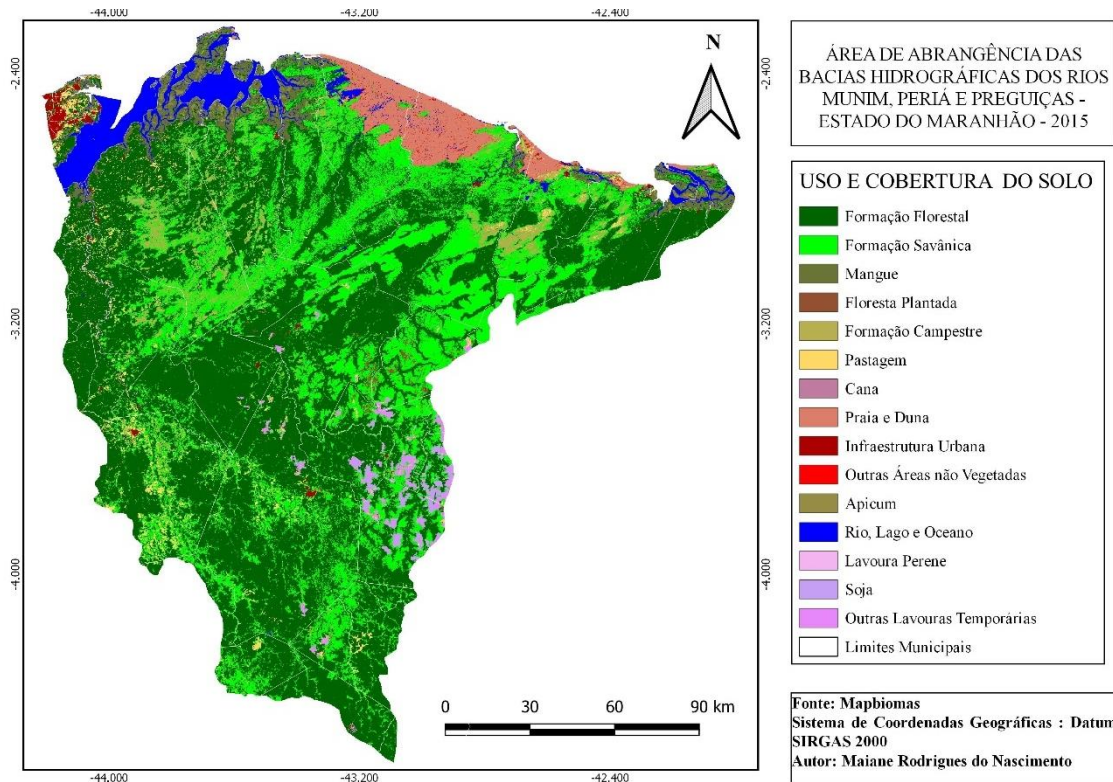
em determinadas épocas do ano esse também pode ser um dos motivos de não terem sido produzidas.

As classes de Formações Savânica e Campestre continuaram a perder áreas, pois possuíam vegetação de pequeno porte as tonando propensas ao desmatamento, devido a sua facilidade de remoção uma característica de atratividade para a aquisição de áreas com esse tipo de vegetação.

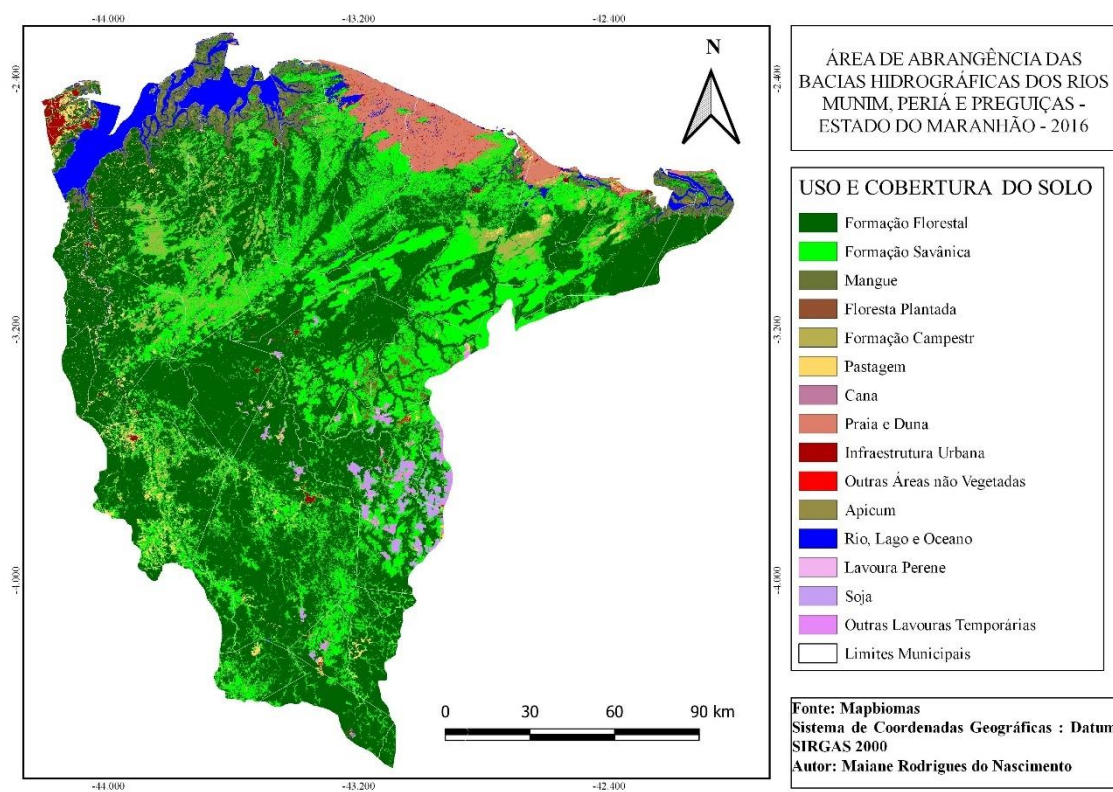
A diminuição dessas duas classes também está relacionada as queimadas que são fenômenos antrópicos muito corriqueiros nessa região, principalmente na época de secas predominantes e intensas, propiciando a vulnerabilidade às queimadas, tornando-se fator de degradação. A ocorrência desses fenômenos mesmo com obtenção de leis e combate não tiveram tanto êxodo, o desmatamento atrelado a agropecuária enquadrrou-se como responsáveis pela alteração na paisagem da área.

Atribui-se este fator a forte presença de matéria orgânica incinerada durante os eventos de queima em localidades de vegetação com porte arbóreo composto por galhos e folhas, além do substrato vegetal, como é o caso de áreas de savanas arbórea, No que se refere ao comportamento histórico de chuvas entre os meses compreendidos na pesquisa, a permanência desse material incinerado no substrato vegetal tem o seu processo de degradação lento, tornando esta localidade com intensa reflectância por um período maior. Outro destaque importante é que tal comportamento do fenômeno, na fotointerpretação, gera uma confusão entre queimada antiga e queimada atual de baixa intensidade. (SILVA, 2020).

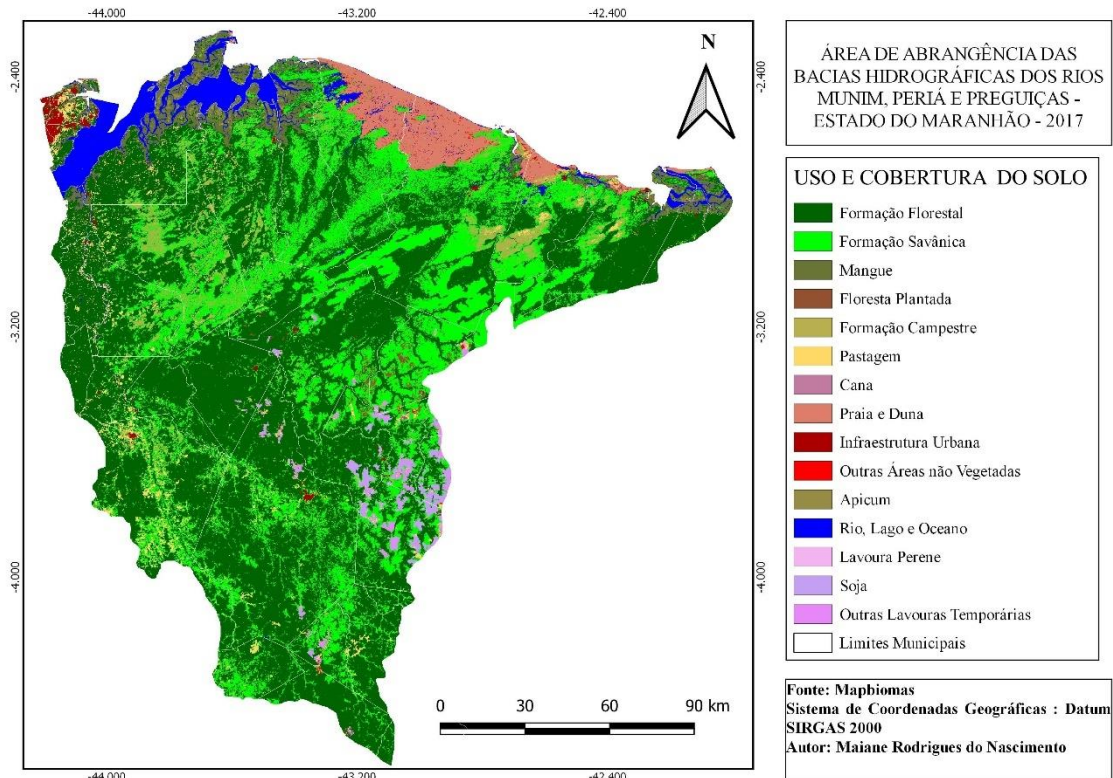
**Figura 17.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2015



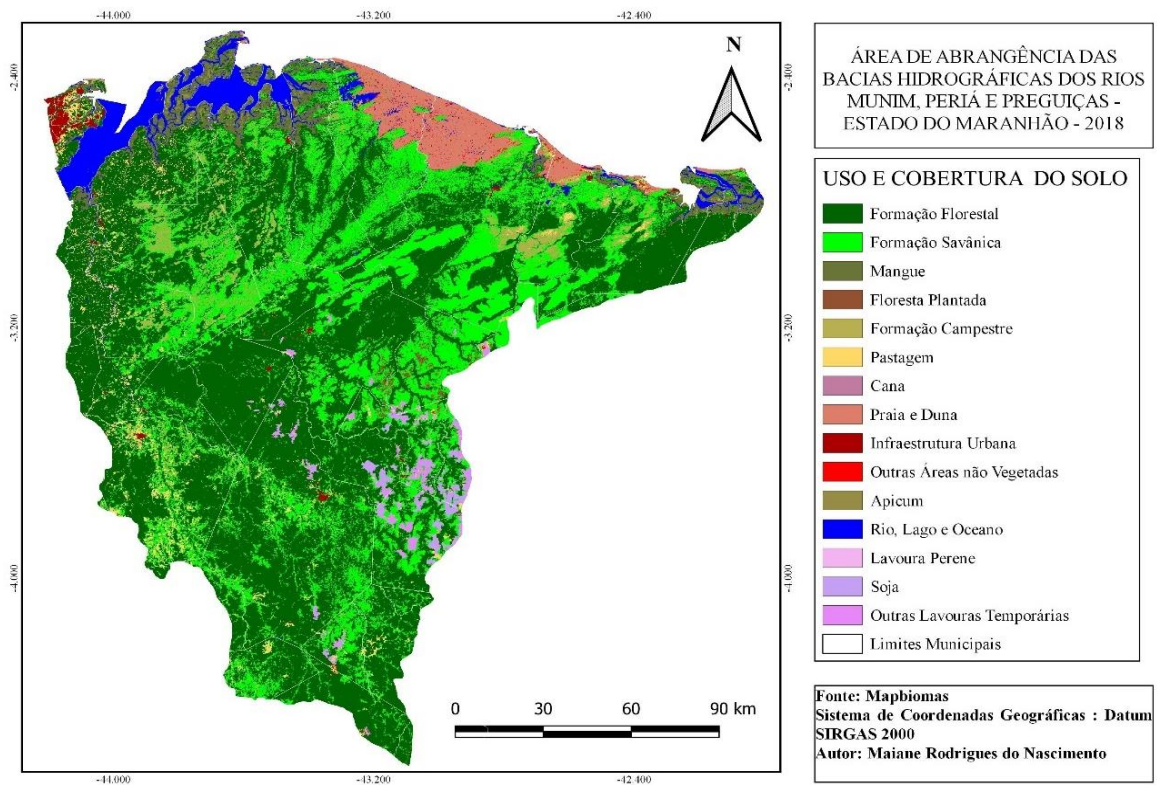
**Figura 18.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2016



**Figura 19.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2017



**Figura 20.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2018



A soja se propagou ligeiramente na região, os mapas acima (Figuras 17, 18, 19 e 20), enfatizam claramente que essa classe se destacou de maneira excepcional em relação



as demais. O resultado desse avanço foi a perda da vegetação intensa nos municípios que compõem a fronteira Matopiba, assim como também ficou nítido que a falta de regimento, e cumprimento da legislação ambiental nos pequenos municípios influenciou diretamente de forma negativa.

Uma das grandes maneiras de fiscalizar e tentar pôr em ordem a degradação dos recursos naturais é o licenciamento ambiental, Cirne e Fernandes (2021), afirmam que é uma via procedimental de racionalização, de acordo com a legitimação da tomada de decisão pública acerca da possibilidade ou não da instalação e operação de uma atividade causadoras de dano na sociedade. Contudo para, é de certa forma um recurso legal que serve para tomar de decisões em esferas públicas de forma legitimada e jurídica, perpassa por um procedimento que racionaliza a decisão por meio de uma análise consequencialista dos impactos da atividade e de sua adequação à ordem jurídica.

O ordenamento territorial é a regulação das ações que têm impacto na distribuição territorial da população, nas atividades produtivas, nos espaços de conservação ambiental, dos equipamentos e de suas tendências, assim como a delimitação de territórios, segundo uma visão estratégica do Ministério da Integração Nacional, que ainda considera ofertas e restrições sujeitas a uma articulação institucional e negociação de múltiplos atores. (MAURO et al., 2017).

**Tabela 13.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2015, 2016, 2017 e 2018

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Total de área em km <sup>2</sup>			
	2015	2016	2017	2018
Formação Florestal	16.941,98	16.946,64	16.979,05	17.004,29
Formação Savânica	7.836,87	8.153,04	7.688,82	7.592,68
Formação Campestre	1.125,24	1.134,40	1.118,41	1.116,06
Pastagem	715,91	731,23	759,77	798,51
Soja	193,71	41,92	287,58	269,65
Outras Lavouras Temporárias	231,38	153,90	175,01	235,51

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

A Pastagem, Soja e Outras Lavouras Temporárias continuaram crescendo, no entanto em 2018, a Formação Florestal conseguiu se recuperar de suas perdas progressivas, ocorreu a preservação e conservação desse tipo de vegetação, mas o mesmo

não ocorreu com as Formações Savânica e Campestre fazendo com que a perda dessas áreas se tornasse novas áreas de produção agrícola, trazendo consigo o desmatamento e contaminação do solo, entre outros problemas, e fenômenos impactantes para o meio ambiente.

Os 4 anos em que houveram mais avanços antrópicos foram os que (Tabela 13), tornaram evidentes os principais agentes degradativos da vegetação natural, provenientes de práticas voltadas para a agricultura de modo geral. Levantando assim a indagação de o quanto o desenvolvimento econômico influenciou de maneira direta nos impactos ambientais da área em detrimento de interesses capitalistas, serão eles mais importantes que a conservação e manutenção dos recursos naturais disponíveis.

Em relação a decisões públicas sobre o desmatamento nessas áreas Gontijo (2019), afirma que uma das formas de combater esse avanço desenfreado é a regularização ambiental por sub-bacia combatendo assim a pressão exercida sobre os recursos florestais naturais em todo o território, ajudando também nas decisões para fins de investimento na recuperação de APP e RL.

A governança dos territórios é pretendida como um instrumento de negociação e acordo entre os diversos interessados, os poderes públicos, privados e as coletividades territoriais, associativas ou não. Ou seja, todos os atores nos mais diversos níveis são participantes do diálogo para construção dos acordos que têm base na horizontalidade. Isso não significa ignorar as responsabilidades e a autoridade de cada setor que está instalado ou se instalará no território em planejamento (MAURO et al., 2017).

**Tabela 14.** Avaliação da perda da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2013, 2016, 2017 e 2018

Classes de cobertura natural e ocupação do solo	Perda e aumento de área em porcentagem			
	2015	2016	2017	2018
Formação Florestal	-0,12%	0,02%	0,19%	0,14%
Formação Savânica	0,60%	4,03%	-5,69%	-1,25%
Formação Campestre	-0,18%	0,81%	-1,40%	-0,21%
Pastagem	0,30%	2,13%	3,9%	5,09%
Soja	-16,51%	-78,35%	100,00%	-6,23%
Outras Lavouras Temporárias	16,21%	-33,48%	13,71%	34,56%

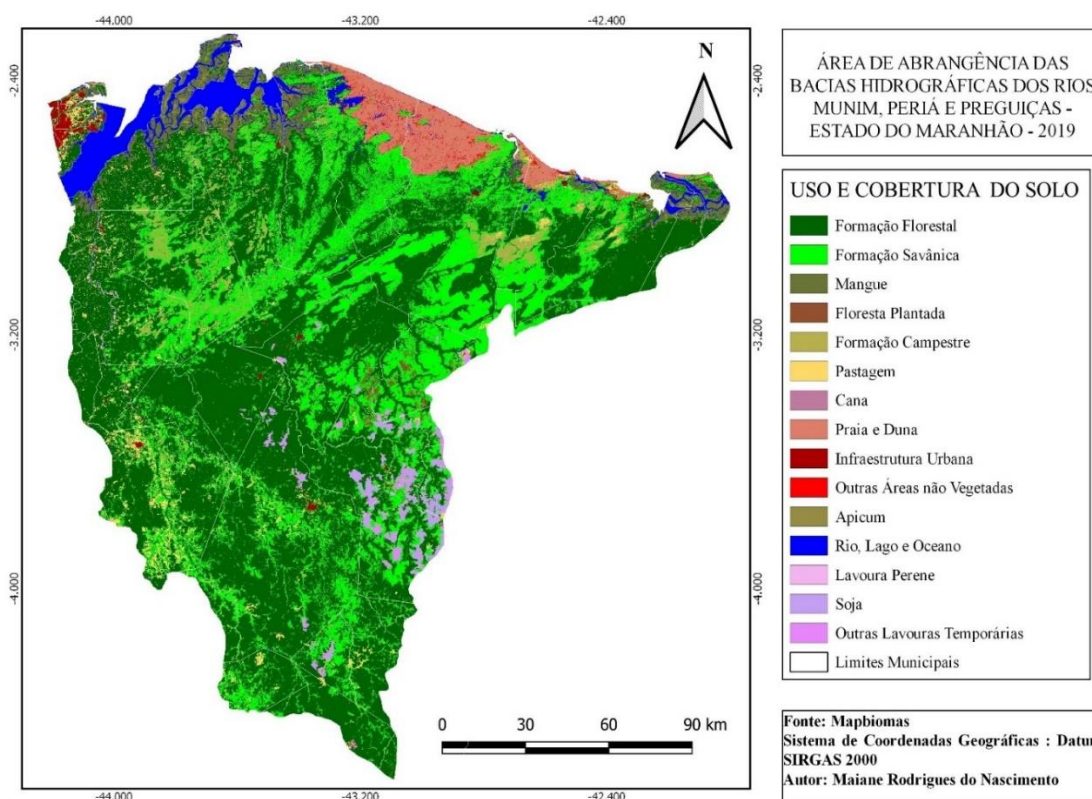
Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

A regeneração da Formação Florestal ocorreu em 3 dos quatro anos expressos nos mapas, mas ao invés de ter ocorrido perdas como em anos anteriores é possível que tenha havido medidas de preservação depois da notória perda dessa classe em especial, e pelas ameaças à fauna em extinção. Isso fez com que essa classe recuperasse fragmentos de suas áreas antes perdidas em processos antrópicos.

No entanto, as outras classes de vegetação naturais estudadas nessa análise multitemporal tiveram perdas significativas (Tabela 14). A vegetação de menor porte não obteve os mesmos resultados. Ou seja, a falta de comprometimento em relação a preservação dessas áreas vulneráveis a fenômenos degradáveis ficou confirmado nesse estudo. Pois o que corresponde a cobertura natural foi ligeiramente substituída pela ocupação do solo com resquícios de prejuízos ao meio natural, o que tornou os dados acima bastante expressivos.

As ações antrópicas provocam impactos em todos os compartimentos do ambiente: água, ar, biota, solo e sedimento. Muitos desses impactos ambientais apresentam elevada magnitude e causam problemas consideráveis aos seres humanos e demais seres vivos. Assim, devem ser identificados, avaliados, monitorados e mitigados/compensados. Nesse sentido, a AIA é especialmente importante por ser uma potente ferramenta de gestão ambiental, auxiliando no controle de atividades e/ou empreendimentos potencialmente danosos ao meio ambiente. Consequentemente, auxilia significativamente na conservação de recursos naturais e na manutenção de um ambiente ecologicamente saudável. (RABELO e OLIVEIRA, 2020).

**Figura 21.** Mapa com recorte da área total das três bacias hidrográficas no ano de 2019



Considerando o mapa de 2019 é possível notar que os processos de urbanização assim como outras classes foram tornando-se evidentes ao longo de toda a série temporal. A cobertura vegetal foi modificada gradualmente por cerca de 34 anos, o que em uma escala mais ampliada e em outras bases cartográficas potencializam a nítida visualização dos resultados acima.

Todas as classes que formaram o quadro de vegetação natural na área das três Bacias Hidrográficas foram exploradas de alguma forma, e muitas áreas totalmente substituídas por atividades ligadas a agricultura ou crescimento urbano. O que reafirma que as ações antrópicas alteraram sim a paisagem no mapa acima.

Resultados parecidos com esses também foram encontrados por Lopes e Grigio (2020), onde afirmaram que as mudanças de paisagem de um ano para o outro em proporções de hectares em as áreas de Formação Savanicas foram as que menos sofreram alterações em relação a classe de Formação Florestal.

**Tabela 15.** Classes de vegetação e ocupação do solo, comparação de quantidade de áreas naturais e antropizadas dados para 2019

<b>Classes de uso e ocupação do solo</b>	<b>Total de área em km<sup>2</sup> (2019)</b>
Formação Florestal	17.092,38
Formação Savânica	7.417,12
Formação Campestre	1.102,95
Pastagem	833,54
Soja	353,70
Outras Lavouras Temporárias	186,06

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Os dados mais recentes (Tabela 15), da quantidade de área de cobertura natural e ocupação do solo com interferência antrópica demonstraram a ocorrência dos impactos de 34 anos. Os dados de área em km<sup>2</sup>, demonstram que a área ocupada por soja cresceu muito principalmente na região leste, da Bacia Hidrográfica do Rio Munim, chamando atenção para uma situação preocupante no caso dos impactos ambientais sofridos.

Ao analisar os desenvolvimentos sociais e econômicos originados desses fenômenos antrópicos ocasionados na região, é possível definir uma interpretação capitalista ao longo de 34 anos, o que é algo que configura um grande crescimento, por outro lado as consequências de tais desenvolvimentos impactaram diretamente na flora e na fauna do bioma que abrange a região.

**Tabela 16.** Avaliação da perda e aumento da vegetação e aumento de classes agropecuárias 2019

<b>Classes de cobertura natural e ocupação do solo</b>	<b>Perda e aumento de área em porcentagem</b>
Formação Florestal	0,51%
Formação Savânica	-2,31%
Formação Campestre	-1,17%
Pastagem	4,38%
Soja	31,17%
Outras Lavouras Temporárias	-20,99%

Fonte: Maiane Rodrigues (2021).

Com base nos dados acima notou-se que a Formação Floresta se recuperou de suas perdas com um bom resultado 0,51 % em relação aos anos anteriores, essa regeneração é

reflexo de diversos fatores contribuintes, entre eles a legislação ambiental que pode ter evoluído ao longo de todo tempo, tornando-se mais rigorosa, o controle de queimadas de áreas de preservação.

Assim, é fundamental reconhecer a necessidade de manutenção das florestas tropicais, que se dará por meio da utilização do manejo florestal. Tornando o manejo florestal competitivo economicamente, será possível inverter a relação de valor entre as florestas e a agricultura e pecuária, e assim minimizar o desmatamento na região amazônica (SILVA et al., 2015).

No entanto, as classes de Formação Savânica e Formação Campestre, perderam área no último ano de estudo, isso implicou dizer que o fato pode estar ligado ao crescimento da pastagem e da soja, pois nesse ano elas tiveram um aumento significativo em relação aos anos anteriores, a classe de lavouras temporárias perdeu áreas de cultivo, isso por que a época de ocupação varia muito por diversos outros fatores regionais.

Assim como Araújo et al. (2012), afirma que o homem vem utilizando de recursos naturais como o solo com exacerbadamente para fins de produção. Isso por que tem como objetivo a exportação de produtos como *commodities* de cunho agrícola. Dessa forma nota-se que a natureza nem sequer tem o seu tempo de renovação. O que leva de certa forma ao esgotamento dos recursos naturais disponíveis aos quais foram e ainda vem sendo explorado.

Segundo Lopes e Grigio (2020), o desenvolvimento de estudos relacionados a uso e ocupação do solo em áreas rurais e urbanas, é imprescindível para especificar o processo de estabilização do espaço geográfico no decorrer dos anos, e até mesmo investigando as modificações e interações de seu respectivo uso, e nos ambientes onde se manifestam a origem e os efeitos que circundam esse espaço, levando em conta o fator de importância que dinamiza a sociedade.

## 6 CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas de geociências mostrou eficiência para realizar a análise multitemporal, de forma minuciosa para as áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios, Munim, Peria e preguiças. Com os resultados, através dos mapeamentos, foi

possível realizar determinados tipos de coberturas do solo. A quantidade em cada ano do estudo, que foram devidamente calculados, originando a análise multitemporal completa de 34 anos de uso e ocupação do solo para 6 classes de vegetação natural e antrópicas.

Contudo, o que mais chamou atenção no ponto de vista ambiental, foi o fato de que os impactos ocorridos ao longo de 34 anos, podem ter relação direta com a produção agrícola. As três classes de coberturas naturais escolhidas para o estudo foram as que mais sofreram com a perda de vegetação, sendo elas: Formação Florestal, Formações Savânica e Camprestre. Essas classes, tiveram suas áreas reduzidas, em contra partida as três classes de cunho agropecuário, sendo elas: Soja, Pastagem e Outras Lavouras Temporárias, tiveram um acréscimo de área durante os 34 anos da análise. Assim, essas classes atreladas a outros fatores antrópicos contribuíram para a degradação da vegetação na região.

Também ficou evidente a falta de fiscalização nos pequenos municípios onde mais ocorreram avanços agrícolas. Regularizando a abertura de novas área de cultivos em prol dos recursos naturais. O crescimento dessas áreas teve mais ênfase em razão do surgimento da fronteira agrícola nomeada como Matopiba. Esse fato contribuiu significativamente para produções de grãos na área, em que a análise multitemporal, registrou a soja como uma das classes agrícolas que mais obteve avanços de produção.

Dessa forma uma saída para alavancar a produção agrícola na região seria o investimento em formas precisas e tecnológicas de produtividade nas áreas de uso, as tecnologias empregadas na agropecuária em geral tendem a priorizar a produtividade, embora o uso dessas tecnologias quando atreladas a práticas conservacionistas de solo e recursos naturais, pode gerar uma alta na produtividade de áreas já existentes sem necessidade de mais áreas para plantio, como por exemplo investimento em irrigação.

É inegável que as classes naturais sofreram perdas, pois elas foram analisadas ano após ano, no entanto, à medida que elas se recuperavam elas passavam novamente por fenômenos que contribuíam para a degradação no ano consecutivo, as razões foram comprovadas e evidenciadas como sendo atividades antrópicas.

Portanto, as atividades agrícolas se mostraram um dos contribuintes como fatores degradantes, acarretando em desenvolvimento econômico, porém também de maneira insatisfatória em quesitos ambientais para a área de estudo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. G; SODRÉ, R. B; MATTOS J. J. S. O. Matopiba nas Chapadas Maranhenses: Impactos da Expansão do Agronegócio na Microrregião de Chapadinha. **Revista Nera**, n. 47, p. 248 - 271, 2019.

AMARAL, L. L. R. Consumo consciente por meio da educação ambiental na escola. **Revista Ensino de Geografia**. Recife, v. 3, n. 1, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), disponível em:  
<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/search?keyword=Ottobacia#:~:text=A%20delimita%C3%A7%C3%A3o%20de%20Bacias%20Hidrogr%C3%A1ficas,Pfafstetter%20para%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20bacias>. Acesso em: 16 abril de 2021.

ANDRADE, M. C; SILVA, H. D. A aplicação do código florestal: avanços ou retrocessos? **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 10, n. 2, 2020.

ARAÚJO, L. S. Conservação da biodiversidade do Estado do Maranhão: cenário Atual em dados geoespaciais. **Embrapa Meio Ambiente-Documentos (INFOTECA-E)**, 2016.



- ARAÚJO, M. L.; LUZ, L. M.; RODRIGUES, J. E. C. Análise temporoespacial da cobertura vegetal do bairro Tenoné–Belém/pa. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 7, n. 1, p. 52-75, 2012.
- BRAGA, F. L. P. Desempenho do comércio brasileiro de soja: uma análise a partir de indicadores de competitividade revelada (2000-2019) e do método constante market-share (2000-2013). **Gestão & Regionalidade**, v. 37, n. 110, 2021.
- BRAZ, A. M.; COSTA, K. C. P.; GARCIA, P. H. M. Análise Multitemporal do uso e ocupação da terra e alterações ambientais na bacia hidrográfica do Rio Ribeirãozinho–ms–Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 5, 2015.
- CAVALCANTE, M. B. Caracterização fitogeográfica em unidade de conservação como subsídio à proteção de espécies da Caatinga. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, p. 222-234, 2018.
- CHAPMAN, D. V. B. C.; GETTEL, G. M.; HATVANI, I. G.; HEIN, T.; KOVÁCS, J.; LISKA, I.; OLIVER, D. M.; TANOS, P.; TRÁSY, B. VÁRBÍRÓ, G. 2016: Developments in water quality monitoring and management in large river catchments using the Danube River as a example”. **Environmental Science & Policy**, 64, 141-154. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.015>.
- CIRNE, M. B.; FERNANDES, I. M. M. Desnaturando o licenciamento ambiental: a inconstitucionalidade dos prazos previstos no projeto de lei n. 654/2015. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 11, n. 2, p. 189-223, 2021.
- DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (**INFOTECA-E**), 2014.
- FERREIRA, A. F.; NORONHA, B. C.; ANDRADE, L. C. A responsabilidade internacional dos estados por dano ambiental. **Revista Jurídica UniFCV**, v. 3, n. 1, p. 19-19, 2020.
- FRIEDE, R. Aumento populacional e degradação ambiental: a conta que não quer fechar. **Revista Augustus**, v. 25, n. 52, p. 82-93, 2020.
- GONTIJO, G. A. B. Análise do atendimento ao Código Florestal e a regularização ambiental por unidades de bacias hidrográficas. **Ciencia Florestal**, v. 29, n. 4, p. 1538-1550, 2019.
- GOVERNO DO ESTADO DO MARANHÃO. Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Estado do Maranhão. **Estado do Maranhão, Casa Civil Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais Grupo Permanente de Trabalho Interinstitucional, São Luís**, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html?view=municipio>>. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.
- JÚNIOR, J. J. F.; DANTAS, M. J. F. Análise do albedo da superfície e índices de vegetação por sensoriamento remoto na bacia hidrográfica do rio Pacoti/CE. **Revista Tecnologia**, v. 39, n. 2, p. 1-18, 2018.
- JESUS, B. K. Oeste e Cerrado: imaginário e representação brasileira da fronteira agrícola no século XXI. **Anais SNCMA**, v. 8, n. 1, 2017.

- KUPLICH, T. M.; CAPOANE, V.; COSTA, L. F. F. O avanço da soja no bioma Pampa. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 31, p. 83-100, jun. 2018.
- LOPES, D. N.; GRIGIO, A. M. Análise Multitemporal do Uso e Ocupação dos Solos do Município de Tibau-RN ao Longo dos Anos de 1999, 2006 e 2016. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 3, p. 599-608, 2020.
- LOPES, G. R; LIMA, M. G. B; REIS, T. NP. Revisitando o conceito de mau desenvolvimento: Inclusão e impactos sociais da expansão da soja no Cerrado do Matopiba. **World Development**, v. 139, p. 105316, 2021.
- MARTINS, R. A. Mapeamento em grande escala da cobertura vegetal e uso da terra na bacia de contribuição da represa da EMGOPA, município de Morrinhos–GO. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4099-4116, 2021.
- MAURO, C. A; MAGESTE, J. G; LEMES, E. M. As bacias Hidrográficas como critério para o Planejamento Territorial. **Caminhos de Geografia**, v. 18, n. 64, p. 472-482, 2017.
- MELO, F. P. Estruturação de modelo de risco de degradação ambiental aplicado ao Município de Pacatuba-SE/Environmental Degradation Risk Model applied to Pacatuba Municipality, Sergipe State. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 54, p. 674-685, 2018.
- MELO, L. M. R. Os impactos ambientais em decorrência da interferência negativa humana arraçoada pelo progresso econômico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74935-74952, 2020. desenvolvimento econômico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e149943007-e149943007, 2020.
- MELO, T. G. P. R Empresas rurais: importância da preservação ambiental frente ao desenvolvimento econômico. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, p. e149943007-e149943007, 2020.
- MORAIS, J. L. M; FADUL, E; CERQUEIRA, L. S. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do brasil. **REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)**, v. 24, n. 1, p. 238-264, 2018.
- NOGUEIRA, V. F. B. Expansão da soja no cerrado maranhense: uma análise da influência antrópica no clima regional. 2015.
- OLIVEIRA, A. B.; SANTOS, V. P; BORBA, M. L. Levantamento de conservação da vegetação adjacente a cursos d'água dentro da perícia ambiental: o uso de ferramentas de geotecnologia. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 10, n. 1, p. 57-63, 2021.
- PERPETUA, G. M; COSTA, S. B; JUNIOR, A. T. O avanço das commodities e a pilhagem territorial no Maranhão/The advance of commodities and the territorial looting in Maranhão. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 2, p. 1611-1630, 2019.
- PIASENTIN, F. B; GÓIS, S. L. Conservação de remanescentes florestais no Brasil: considerações sobre os principais instrumentos de gestão ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 36, 2016.
- PINHO, R. G; GARCIA, P. H. M; GARCIA, M. S. Diretrizes para o planejamento ambiental e análise diagnóstica das interações entre recurso hídrico e urbanização, com o uso de geoprocessamento. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 16, n. 3, 2020.

"Projeto MapBiomas – Coleção 5.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil, acessado em 16 de outubro de 2021 através do link: <https://mapbiomas.org>

RABELO, A. M.; OLIVEIRA, D. B. de. Impactos ambientais antrópicos e o surgimento de pandemias. **Unifesspa: Painel Reflexão em tempos de crise**, v. 26, 2020.

SAATH, K. C. O; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018.

SANSON, L. M; HERNÁNDEZ, F. G. 2018: Apropiação territorial y recursos hídricos en la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta, México”. **Agua y Territorio**, 12, 133-144. <http://doi.org/10.17561/at.12.3505>.

SANTAGUEDA, V. M. P. Comportamento sustentável: promoção da consciência ambiental por meio de gincana. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. e177921976-e177921976, 2020.

SANTOS, J. F. S. Produção de soja, desigualdades no campo e mudanças climáticas na região do Matopiba. **DRd-Desenvolvimento Regional em debate**, v. 10, p. 535-561, 2020.

SANTOS, L. C. A; SOARES, I. G. Caracterização da Vulnerabilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Preto, Maranhão–Brasil. **Geografia (Londrina)**, v. 29, n. 1, p. 85-105, 2020.

SANTOS, V. S; SOUZA, L. E; TRENTIN, R. Definição das Unidades de Relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari–Oeste do RS. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 197-204, 2017.

SILVA, F. S. Sensoriamento remoto para detecção de queimadas no Cerrado Maranhense: uma aplicação no Parque Estadual do Mirador. **Revista Geografica Acadêmica**, v. 13, n. 2, p. 90-105, 2020.

SOUZA, J. C; NUNES, N. N. A; HERCULANO, R. M. D. C. S. Unidades de paisagem e dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio das Pedras, Goiás, Brasil. **Revista Cerrados**, v. 19, n. 01, p. 03-22, 2021.

SILVA, J. M; MOURA, C. H. R. Análise da vegetação de um remanescente de Floresta Atlântica: subsídios para o projeto paisagístico. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, 2021.

SILVA, K. C. L. Usos da terra e potencial de regeneração natural da vegetação nativa na bacia do rio Apeú, Castanhal, Pará. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 63, 2020.

SILVA, K. E. Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central. **Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

TEIXEIRA, M. B.; CAMARGO, P. L. T.; MARTINS JÚNIOR, P. P. Análise quanti qualitativa do estado da degradação de bacia hidrográfica. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.2, p.351-364, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.002.0028>.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO. CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. NÚCLEO GEOAMBIENTAL. Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão / Universidade Estadual do Maranhão. - São Luís, 2016. 165 p.

VARANDA, T. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal do projeto de assentamento Piquiá no município de Marabá-PA. **Revista Georaguiaia**, v. 8, n. 3, 2018.

VENNET, B; SCHNEIDER, S; DESSEIN, J. (2016). Different farming styles behind the homogenous soy production in southern Brazil. **Journal of Peasant Studies**, 43(2), 396-418. <https://doi.org/10.1080/03066150.2014.993319>.

VIANA, T. M. A. Práticas de educação ambiental considerando os artigos da constituição federal: Uma análise em uma escola do Ensino Médio em São Luís-MA, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62293-62300, 2020.