



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

PAULO SÉRGIO SALES PINHEIRO

**USO E COBERTURA DA TERRA E AS PRESSÕES SOBRE OS RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNIM-MA**

São Luís – MA

2024

PAULO SÉRGIO SALES PINHEIRO

USO E COBERTURA DA TERRA E AS PRESSÕES SOBRE OS RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNIM-MA

Monografia apresentada ao Curso de Geografia Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito obrigatório para obtenção de grau de Licenciando em Geografia.

PAULO SÉRGIO SALES PINHEIRO


USO E COBERTURA DA TERRA E AS PRESSÕES SOBRE OS RECURSOS
HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNIM-MA

Monografia apresentada ao Curso de Geografia Licenciatura da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, como requisito obrigatório para obtenção de grau de Licenciando em Geografia.


Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos

BANCA EXAMINADORA


Aprovado em: 20/12/2024

Documento assinado digitalmente
 LUIZ CARLOS ARAUJO DOS SANTOS
Data: 06/01/2025 10:37:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente
 JOSE FERNANDO RODRIGUES BEZERRA
Data: 06/01/2025 16:37:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA

Documento assinado digitalmente
 CRISTIANE MOUZINHO COSTA AVELAR
Data: 06/01/2025 17:16:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Doutorando PPGeo: Cristiane Mouzinho Costa Avelar
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

Pinheiro, Paulo Sérgio Sales.

Uso e cobertura da Terra e as pressões sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Munim - MA. / Paulo Sérgio Sales Pinheiro. – São Luis, MA, 2024. 54 p.

Monografia (Curso de Graduação em Geografia Licenciatura) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos.

1. Recursos Naturais. 2. Ações Antrópicas. 3. Geoprocessamento. I.Título.

CDU: 556.51(812.1)

Elaborado por Luciana de Araújo - CRB 13/445

Dedico este trabalho à minha mãe Maria Cristina por todo apoio e incentivo, que mesmo diante de tantas responsabilidades, me esperava todas as noites para que só então pudesse colocar a cabeça em seu travesseiro e dormir tranquila. Sua paciência, carinho e amor foram o farol que me guiou em cada passo dessa jornada. Te amo mãezinha!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela coragem a qual Ele me concedeu de enfrentar meus medos, pelo ânimo durante 4 anos de graduação ir e vir todos os dias do meu município Rosário até a capital São Luís (136 km ao todo) e por me proteger e nunca deixar que nenhum mal me ocorresse durante todas essas idas e vindas.

A toda minha família, em especial minha mãe Maria Cristina e ao meu pai Sérgio Murilo que sempre estiverem ao meu lado se mostrando desde meu nascimento serem os pilares na minha vida. Aos meus tios Daniele, Maria e Cleiton por sempre estenderem suas mãos nos momentos que sempre precisei e por todas palavras de forças, motivação e ânimo, amo vocês!

Ao meu grupo de graduação “Geoamigos” por todos os momentos vividos, cada gargalhada, momentos felizes, tristes, preocupações e desesperos que passei junto a vocês me fizeram criar mais ainda uma conexão forte com cada um. Serei sempre grato por aqueles que estenderam suas mãos para me ajudar de alguma forma dentro ou fora da academia, muito obrigado pela parceria e amizade.

A que sempre será meu maior exemplo dentro da geografia, minha professora Maurina Sá. Muito obrigado por você me fazer ficar apaixonado pela ciência geográfica e muito obrigado por cada conselho e palavras de motivação, você sempre será minha maior referência!

Ao professor Luiz Carlos Araujo dos Santos, por todo auxílio e contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa.

A Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) pelo grande investimento na educação.

A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), por ter me coincido a bolsa de iniciação científica.

A todo corpo docente do curso de geografia da UEMA, pela dedicação e esforço a cada aula teórica e prática.

Obrigado a todos!

“O medo nunca resolveu nada”

Sense8

RESUMO

A área da bacia hidrográfica do Rio Munim desde 1990 tornou-se uma grande fronteira agrícola com avanço de projetos de expansão do agronegócio. Com isso, as mudanças e transformações da BH com o manejo inadequado da terra refletem até os dias atuais nos recursos naturais. As queimadas e os desmatamentos são uma das principais dinâmicas para a limpeza de áreas para o avanço de pastagens, pecuária, plantações de soja e eucalipto. À medida que as atividades humanas se expandem e os ambientes naturais são transformados para acomodar necessidades crescentes, as pressões sobre o uso e cobertura da terra têm implicações profundas nos recursos hídricos disponíveis. O trabalho teve objetivo compreender as mudanças têmporo-espaciais no uso e cobertura da terra e como estas exercem uma pressão sobre os recursos hídricos, indicando possíveis medidas mitigadoras adequadas às estratégias de planejamento do uso e cobertura da terra. Os procedimentos metodológicos adotados foram baseados em técnicas de geoprocessamento, que permitiram a análise temporal e espacial do uso e cobertura da terra na bacia do rio Munim, apresentando a coleta de dados, a análise dos dados, a elaboração de mapas temáticos e a interpretação dos resultados. Identificou-se que o uso e cobertura da terra na área de estudo estão em 14 classificações o que intensifica as ações de alterações na fauna e flora na bacia do rio Munim. As mudanças temporais do uso e cobertura da terra em uma bacia hidrográfica podem ser de grande importância para entender os impactos das atividades humanas e naturais nessa região. A análise dessas mudanças ao longo do tempo fornece percepções valiosas sobre como os ecossistemas estão sendo afetados e quais medidas de gestão podem ser necessárias. As medidas mitigadoras ao uso e cobertura da terra abrangem uma variedade de estratégias e ações que buscam reverter ou reduzir os danos causados pelas atividades humanas. Entender a dinâmica do uso da terra em bacia hidrográfica é de suma importância pois tem uma grande relevância, pois, é uma das principais UGT (Unidades de Gerenciamento Territorial) onde se ocorre todo tipo de atividades econômicas e sociais.

Palavras-chaves: Recursos Naturais, Ações Antrópicas e Geoprocessamento.

RESUMEN

Desde 1990, la zona de la cuenca del río Munim se ha convertido en una importante frontera agrícola con el avance de proyectos de expansión de la agroindustria. Como resultado, los cambios y transformaciones en BiH con una gestión inadecuada de la tierra se reflejan en los recursos naturales hasta el día de hoy. Los incendios y la deforestación son una de las principales dinámicas de desmonte de áreas para el avance de pastos, ganadería, plantaciones de soja y eucaliptos. A medida que las actividades humanas se expanden y los entornos naturales se transforman para satisfacer las crecientes necesidades, las presiones sobre el uso y la cobertura del suelo tienen profundas implicaciones para los recursos hídricos disponibles. El objetivo del trabajo fue comprender los cambios temporal-espaciales en el uso y cobertura del suelo y cómo estos ejercen presión sobre los recursos hídricos, indicando posibles medidas de mitigación adecuadas a las estrategias de planificación del uso y cobertura del suelo. Los procedimientos metodológicos adoptados se basaron en técnicas de geoprocusamiento, que permitieron el análisis temporal y espacial del uso y cobertura del suelo en la cuenca del río Munim, presentando la recolección de datos, el análisis de datos, la creación de mapas temáticos y la interpretación de resultados. Se identificó que el uso y cobertura del suelo en el área de estudio se encuentran en 14 clasificaciones, lo que intensifica las acciones de cambios en la fauna y la flora en la cuenca del río Munim. Los cambios temporales en el uso y la cobertura del suelo en una cuenca fluvial pueden ser de gran importancia para comprender los impactos de las actividades humanas y naturales en esta región. El análisis de estos cambios a lo largo del tiempo proporciona información valiosa sobre cómo se están viendo afectados los ecosistemas y qué medidas de gestión pueden ser necesarias. Las medidas de mitigación para el uso y cobertura del suelo abarcan una variedad de estrategias y acciones que buscan revertir o reducir los daños causados por las actividades humanas. Comprender la dinámica del uso del suelo en una cuenca hidrográfica es de suma importancia ya que resulta de gran relevancia, al tratarse de una de las principales UGT (Unidades de Gestión Territorial) donde se desarrollan todo tipo de actividades económicas y sociales.

Palabras clave: Recursos Naturales, Acciones Antropógenas y Geoprocusamiento.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do rio Munim.....	17
Figura 2- Fluxograma de atividades.....	23
Figura 3- Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Munim.....	27
Figura 4- Mapa de Solos da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	30
Figura 5- Mapa de Geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	32
Figura 6- Mapa Declividade da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	34
Figura 7- Mapa temporal de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do rio Munim – MA (2000,2010,2020 e 2023)	41
Figura 8- Mapa de Pressão do uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos da BHRM.....	46

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Unidades lioestratigráficas da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	25
Tabela 2 – Solos da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	28
Tabela 3 – Declividade da bacia hidrográfica do Rio Munim.....	33
Tabela 4 – Mudança temporal por categoria no uso e cobertura da terra na BHRM.....	36
Tabela 5 – Pressões do uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos na BHRM.....	42

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BH – Bacia Hidrográfica

BHRM – Bacia Hidrográfica do rio Munim

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FAPEMA - Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão

GEE - Google Earth Engine

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMESC – Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos

INPE – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais

MA - Maranhão

MDE – Modelo Digital de Elevação

MDT – Modelo Digital de Terreno

NE - Nordeste

SBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

UF's – Unidades da Federação

UGT - Unidades de Gerenciamento Territorial

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos.....	16
2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS	18
2.1 Uso e cobertura da terra em bacia hidrográfica.....	18
2.2 Pressão de uso e cobertura da terra em bacia hidrográfica.....	19
2.3 O uso de SIGs para análise do uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas.....	21
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
3.1 Mapa de uso e cobertura da terra e mapa de pressão.....	23
3.2 Mapas de geologia, solos e geomorfologia.....	24
3.3 Mapa de declividade.....	24
4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO.....	25
4.1 Geologia.....	25
4.2 Solos.....	28
4.3 Geomorfologia.....	31
4.4 Declividade.....	33
5. AS MUDANÇAS TEMPORAIS DO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHRM.....	35
6. AS PRESSÕES DO USO E COBERTURA DA TERRA SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DA BHRM.....	42
7. MEDIDAS MITIGADORAS AS PRESSÕES AO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHRM.....	47
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal, principalmente as florestas, realizam um papel fundamental no controle de escoamento superficial, nas grandes taxas de evaporação, retenção de água e diminuição de riscos de erosão, além de exercer um grande funcionamento no desempenho do ciclo hidrológico local (Garcez e Alvares, 1988).

Para Almeida (2010), uma bacia manobra como um sistema aberto onde tudo que ocorra, se refletirá direta ou indiretamente nos rios. Se formando em um espaço ideal para os estudos geomorfológicos, geológicos e ambientes que compõe uma paisagem de uma bacia.

As bacias hidrográficas são caracterizadas por seus traços fisiográficos, geologia, geomorfologia, clima, tipo de solo, cobertura vegetal, tipo de uso e ocupação, comando fluviométrico e pluviométrico, todas essas características contribuem para o desempenho hídrico em uma bacia, que é o eminente aspecto de uma bacia hidrográfica (Oliveira; Oliveira 2017).

A área da Bacia Hidrográfica do rio Munim desde 1990 tornou-se uma grande fronteira agrícola para o desenvolvimento e avanço de projetos de expansão do agronegócio. Com isso, as mudanças e transformações da BH com o manejo inadequado da terra refletem até os dias atuais nos recursos naturais. As queimadas e os desmatamentos são uma das principais dinâmicas para a limpeza de áreas para o avanço de pastagens, pecuária, plantações de soja e eucalipto (Nascimento 2010; Soares 2021).

Toda essa dinâmica ocorrida na BHRM reflete principalmente nos canais fluviais que são os principais abastecedores de água para o consumo, as atividades humanas causam a retirada de matas ciliares, aceleração de processos erosivos, poluição e contaminação nos cursos d'água.

Ferreira (2019) afirma:

Os problemas ambientais advindos dessa relação, têm se tornado cada vez mais preocupantes e tem causado consequências, principalmente, na gestão dos recursos hídricos. Ao considerarmos a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, a compreensão de sua dinâmica, bem como a articulação dos sistemas que a compõe é essencial para entender as problemáticas advindas da relação do meio com o homem, e, conseqüentemente, a distribuição do recurso hídrico

em quantidade e qualidade que atenda a demanda do consumo. (Ferreira, 2019, p. 20).

A exploração dos recursos naturais para atender as necessidades humanas fez com que elevasse a necessidade de abordar as bacias hidrográficas enquanto unidades territoriais de planejamento e gestão. Atualmente, os resultados das ações antrópicas, ditas aqui sob a perspectiva da sociedade, estão intrínsecos nas paisagens, que por sua vez já perderam boa parte de suas características naturais.

A área de estudo vem passando por extensos processos de transformação na paisagem desde a inclusão de soja, eucalipto e com o crescimento do agronegócio. Conseqüentemente houve uma grande expansão em áreas urbanas que ocasionaram mais devastação em cobertura vegetal para fins urbanos, essas atividades contribuem na dinâmica de modificações alterando os corpos hídricos e uso da terra.

Nesse sentido, entende-se a necessidade de estudar uma área composta por uma bacia hidrográfica, com objetivo melhor de compreender seu contexto abiótico, seja ele geológico, geomorfológico, pedológico, climático, hidrológico, antrópicos e entre outros, com o propósito de auxiliar no conhecimento sobre determinada área.

A Bacia Hidrográfica do rio Munim – BHRM (Figura 1), está localizada ao extremo-leste do estado do Maranhão, o rio Munim deságua na baía de São José, entre os municípios de Axixá e Icatu. Suas principais nascentes estão situadas a Nordeste (NE) do município de Caxias nos Tabuleiros do Grupo Itapecuru. Os seus principais afluentes são compostos pelos rios Iguará, Paulica, riacho Mocambo, Raiz da Cruz e São Gonçalo, que estão localizados na margem esquerda do rio principal e na margem direita são os Rios Preto, riacho Pirangi, Una e da Mata (Maranhão, 2009).

Segundo o IBGE (2010), a BHRM possui uma área de 15.918,28 km², sendo 15 municípios estão incluídos dentro da área que compõe a bacia, dentre os municípios com o maior índice de população estão inclusos Chapadinha, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, Vargem Grande e Urbano Santos.

É nessa relação que se vislumbra abordar o Cerrado Maranhense, mais precisamente a Bacia Hidrográfica do Rio Munim, um setor do Estado em que há uma inserção massiva de atividades antrópicas que permeiam, desde o século passado, caminhos atrelados à retirada das vegetações nativas que, por muitas vezes, se vincula a

uma retirada ilegal e não planejada de madeira. Fato que inevitavelmente deixa suas áreas vulneráveis, seja para a pecuária, agricultura e/ou urbanização.

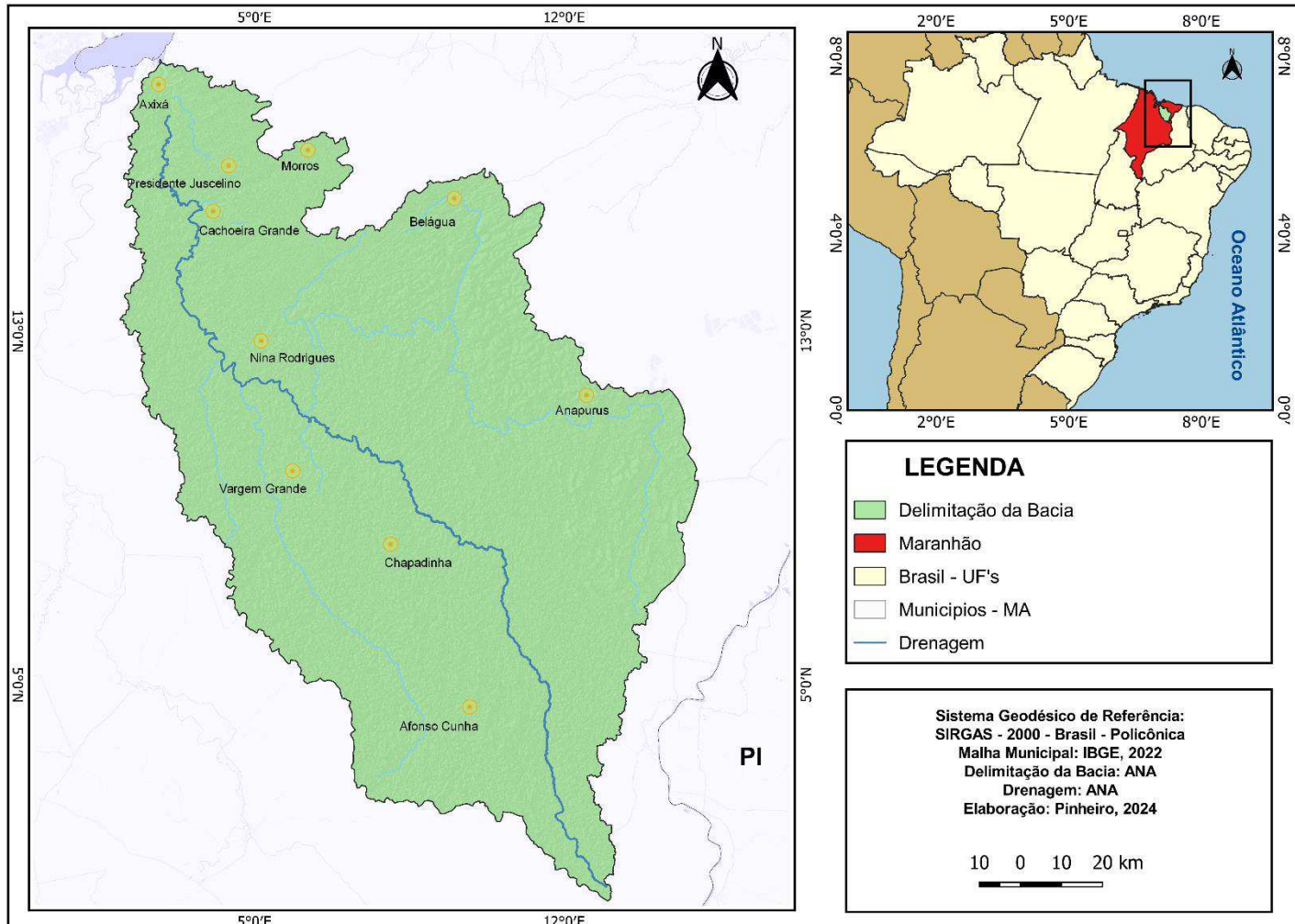
1.1 Objetivos

Considerando o exposto, o trabalho teve por objetivo geral compreender as mudanças têmpero-espacial no uso e cobertura da terra e como estas exercem uma pressão sobre os recursos hídricos, indicando possíveis medidas mitigadoras adequadas às estratégias de planejamento do uso e cobertura da terra. E por objetivos específicos: **I.** Identificar as mudanças temporais do uso e cobertura da terra no período do ano 2000, 2010, 2020 e 2023; **II.** Estabelecer a pressão do uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Munim; **III.** Estabelecer medidas mitigadoras às pressões ao uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Munim.

Essa pesquisa teve como gênese o projeto de iniciação científica financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), intitulado “*Análise do Uso e Cobertura da Terra e as Pressões Sobre os Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Munim-MA*”. Durante o período, foi possível aprofundar o conhecimento sobre as técnicas de mapeamento, esta experiência proporcionou uma base sólida para a presente pesquisa.

O trabalho encontra-se organizado em: Introdução; Pressupostos Teóricos-Metodológicos; Procedimentos Metodológicos; Caracterização Geoambiental da Área de Estudo; As Mudanças Temporais do Uso e Cobertura da Terra da BHRM; As Pressões do Uso e Cobertura Sobre os Recursos Hídricos da BHRM; Medidas Mitigadoras às Pressões ao Uso e Cobertura da Terra da BHRM; Considerações Finais e Referências.

Figura 1. Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do rio Munim – MA.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS

Toda pesquisa tem como principal papel métodos e técnicas para solucionar problemas, o pressuposto teórico-metodológico visa uma reflexão sobre os fundamentos que orientam os estudos do uso e cobertura da terra, assim como suas implicações para a gestão sustentável dos recursos hídricos em bacias hidrográficas. Parte-se da apreensão de que o território em bacia hidrográfica deve ser visto como unidade integradora dos processos naturais e antrópicas. Nessa perspectiva, a abordagem sistêmica onde se reconhece que as modificações no uso da terra influenciam diretamente na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, modificando tanto o equilíbrio ecológico quanto os serviços ecossistêmicos essenciais da área da BH e as comunidades locais.

2.1 Uso e cobertura da terra em bacia hidrográfica

A dinâmica da terra está ligada principalmente ao desenvolvimento econômico e social de uma determinada região, os estudos de uso e cobertura são essenciais para análises de impactos ambientais causados principalmente pelas atividades antrópicas, essas aquisições nos possibilitam compreender a forma de dinâmica causadas com o passar dos anos. Dentro de uma BH o uso e ocupação é exercida pelas ações humanas, a cobertura da terra pode ser alterada nos elementos biogeográficos naturais que compõe a superfície terrestre, como a vegetação, solo exposto, assoreamento em rios, dentre outros. A remoção da vegetação nativa reduz a infiltração da água nos solos, consequentemente causando o escoamento superficial que contribui para erosão e assoreamentos de corpos hídricos. O aumento de desmatamentos, queimadas, agricultura intensiva com o uso excessivo de fertilizantes em bacias hidrográficas compromete o todo ciclo hidrológico de uma bacia (IBGE, 2013).

Quanto ao uso e cobertura da terra, Ferreira (2019) afirma:

A agricultura, a pecuária, a silvicultura, são atividades que tem manifestados estímulos externos ao sistema. Com a retirada da cobertura vegetal, da matéria orgânica através do desmatamento e queimadas, a superfície do solo torna-se exposta e vulnerável aos processos erosivos que dependendo do grau de absorção do sistema, podem não ser completamente absorvidos, iniciando um reajustamento em busca de uma nova situação de equilíbrio cujos efeitos são extremamente danosos aos seres vivos e ao sistema ambiental (Ferreira, 2019, p. 161).

O uso e manejo inadequados das terras possibilitam a vulnerabilidade em perdas significativas e prejudicando o equilíbrio dos sistemas hídricos em bacias hidrográficas. Desde o quaternário, os humanos vem sendo o principal causador de transformação da paisagem do meio natural, uma vez que, o mesmo utiliza do seu espaço a retirada de recursos naturais para suas diversas e infinitas atividades. O estudo de ocupação nos permite analisar os impactos ocorridos devido o desenvolvimento das atividades humanas, que tem levado a retirada de vegetações nativas e ciliares, sendo assim, dando lugar a pastagem, áreas urbanizadas e agricultura.

As coberturas vegetais de uma BH são um dos principais elementos modificados para a expansão de áreas de pastagens e a inserção de atividades agrícolas. As práticas inadequadas de manejo do uso e ocupação da terra são introduzidas sobretudo por meio do fogo como agente de retirada de vegetações e do pisoteio de gados bovinos em áreas pecuaristas (Pereira, 2022).

De acordo com Goudie (1995), os seres humanos têm sido responsáveis pela aceleração das taxas pelas quais os sedimentos são removidos das encostas, de várias maneiras, se depositando nas áreas mais deprimidas dos rios, lagos, bacias e reservatórios, causando o assoreamento e poluição desses corpos líquidos.

Ross (1994), destaca a dinâmica entre o homem e a natureza: [...] até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais. A crescente urbanização, desmatamentos, degradação da geomorfologia de solos, a intensa exploração de recursos minerais e matérias primas, recursos hídricos, tem alterado de modo irreversível o cenário da terra e levado com frequência a processos degenerativos profundos na natureza.

2.2 Pressões de uso e cobertura da terra em bacia hidrográfica

O agente antropogênico com suas forças intuitivas e intrigantes tem o total objetivo de modificar o espaço natural de uma determinada região, a área de uma BH é bastante explorada pelo o homem por disponibilizar muitos recursos naturais. As pressões de uso em BH são feitas principalmente pela a retirada de vegetações nativas em paisagens alteradas para a o erguimento de novas áreas urbanizadas, agropecuária, silvicultura ou projetos industriais.

O crescimento demográfico exige cada vez mais da natureza e dos recursos naturais para fins de ocupação urbana e agropecuária, muitas vegetações nativas e ciliares são abatidas para a realização desses determinados fins. Essas pressões refletem muito negativamente no assoreamento de rios, degradação de solos, perdas de minerais, corpos hídricos e ecossistemas florestais, alterando sua dinâmica natural.

Conforme Maranhão (2016):

Em decorrência da forte pressão antrópica sobre os recursos naturais do Estado, particularmente nas últimas décadas, grandes áreas da cobertura vegetal original foram substituídas com fins agropecuários e madeireiros. Dessa forma os ecossistemas locais, em especial as áreas do bioma cerrado vêm sofrendo fortes alterações na sua fisionomia, na sua estrutura e na diversidade das espécies da fauna e da flora. Esse fato representa uma constante e crescente ameaça para a manutenção e preservação dos ecossistemas florestais, colocando seriamente em risco os princípios da sustentabilidade socioeconômica e ambiental do território maranhense. (Maranhão, 2016, p. 9).

A falta de planejamento em áreas de BH tem provocado grandes degradações ambientais pelas intervenções humanas, haja vista que as mudanças intensificadas são pelas pressões demográficas, econômicas, pecuárias, industriais, dentre outros. Com isso, as áreas de bacias hidrográficas são alteradas principalmente pelo crescimento de queimadas, retirada de cobertura vegetal comprometendo a degradação de fontes hídricas. A água é um fator essencial para vida e é cada vez mais degrada pelas ações antrópicas e a falta inadequada de planejamento, as consequências visíveis em áreas de BH por essas pressões são a contaminação hídricas, retiradas de vegetações e assoreamentos de canais fluviais.

Devido o aumento das áreas de produções agropecuárias, da expansão de áreas urbanas ligadas as atividades antrópicas, impulsionaram intensas transformações na cobertura vegetal no uso da terra e solos em regiões de bacias hidrográficas. O uso inapropriado da terra em áreas florestais resulta na degradação de recursos naturais, consequentemente esse manejo inadequado gera efeitos negativos nos rios e em casos graves podendo levar até o processo de desertificação (DA SILVA *et al.*, 2020)

Dessa forma, o agente antropogênico com suas forças perturbadoras e transformadoras tem o principal objetivo de alterar o meio natural para a realização de suas necessidades e expectativas para fins econômicos e sociais (Costa 2022).

2.3 O uso de SIGs para análise do uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas

O uso de Sistema de Informações Geográficas (SIGs) tem se firmado com ferramenta essencial para a análise do uso e cobertura da terra para estudos em áreas de bacias hidrográficas. A utilização de geotecnologias na gestão de áreas em bacias hidrográficas tem sido uma ferramenta que a cada ano vem se tornando essencial para o gerenciamento e manutenção da ocupação territorial em áreas que abrange uma bacia hidrográfica (DA SILVA *et al.*, 2020).

As técnicas das SIGs têm sido utilizadas para acompanhar e avaliar as taxas de desmatamentos e queimadas em regiões de bacias hidrográficas, uma delas é o sensoriamento remoto que integra o processo de analisar dados espaciais e temporais, fornecendo informações das dinâmicas ambientais com as atividades humanas.

A abordagem metodológica baseada no uso de SIGs para análise de uso e cobertura da terra em áreas de bacias hidrográficas permite integrar diferentes escalas temporais diferentes, além de oferecer um suporte para tomada de decisão em gestão ambiental. Com a possibilidade de modelar cenários futuros, os SIGs também estão intrigados e se configuram como ferramenta indispensável para o planejamento sustentável de bacias hidrográficas, contribuindo para conservação dos recursos hídricos.

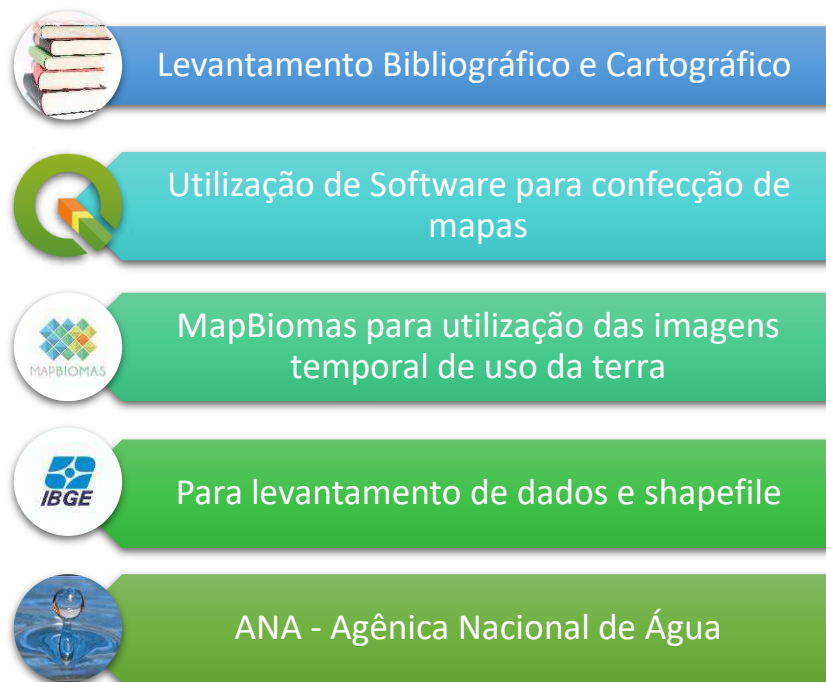
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A partir do século XXI, diante dos avanços tecnológicos, há um progresso considerável na forma de interpretar e analisar a paisagem, seja com a aquisição de imagens de satélite, equipamentos usados em saídas de campo, utilização de dados vetoriais e matriciais secundários de diversas fontes, avanço científico no estudo das paisagens e das bacias hidrográficas, entre outras várias possibilidades que o geoprocessamento, por meio dos SIG (Sistema de Informação Geográfica), é capaz de trazer para as análises ambientais, em múltiplas escalas. Se utilizando de tais temáticas, ferramentas e equipamentos, esta pesquisa vislumbra sanar uma lacuna que existe nos estudos locais, bem como naqueles que visem entender, analisar e diagnosticar as mudanças no uso e cobertura antrópicos da terra.

Considerando a importância da região, uma vez que ela faz parte do cerrado maranhense e carrega consigo grandes riquezas biogeográficas, essa pesquisa avaliou o uso e cobertura da terra da região do Munim em analisar as mudanças tempo-espaciais dos anos de 2000, 2010, 2020 e 2023. Para se obter resultados nas análises, foi fundamental levantamentos bibliográficos (artigos, monografias, dissertações e teses) e cartográficos com auxílio das geotecnologias (Qgis na versão 3.16 para a elaboração dos mapas) e para verificar o uso e cobertura foram usadas as classificações do MapBiomas (coleção 6) para as décadas estudadas e o acesso da plataforma do IBGE – cidades (2021) para a utilização de shapefiles para elaboração dos mapas temáticos (Figura 2). Uma vez que esses sensoriamentos remotos facilitam a disponibilização de dados para análises temporal da superfície terrestre.

Dessa forma, avança-se para o levantamento das primeiras informações sobre a área de estudo (informações cartográficas) como sua delimitação, que é disponibilizada gratuitamente por meio da Agência Nacional das Águas (ANA). A escala em geral foi definida com o intervalo entre 1:100.000 até 1:1.000.000, compatível com os dados que foram levantados, bem como com a abrangência espacial das bacias hidrográficas, é correto frisar que todas as bases cartográficas presentes no atual relatório estão em Datum SIRGAS 2000 – Zona 23Sul.

Figura 2. Fluxograma de atividades



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

3.1 Mapa de uso e cobertura da terra e mapa de pressão

O mapa de uso e cobertura da terra foi elaborado a partir das imagens cedido pelo MapBiomias, baixadas pelo *Google Earth Engine* (GEE) com objetivo de identificar as formas de uso e cobertura da terra para área de estudo dentre os anos estudados na pesquisa, posteriormente foi-se empregado o uso do software Qgis na versão 3.16.1 para empregar as imagens e analisar os tipos de usos na área da BHRM. Já o mapa de pressão, a confecção foi realizada no software ArcGis onde foi concretizada a junção das camadas raster's dos anos temporais para conseguir o resultado através de uma só camada, assim se teve o resultado das pressões da área delimitada de estudo e em seguida ocorreu o processo das confecções temáticas dos mapas. Também foi utilizado limites municipais e unidades da federação, concedido pelo IBGE.

3.2 Mapa de geologia, solos e geomorfologia

Com a execução dos vetores de geologia, solos e geomorfologia por meio de *download* no site da Companhia de Pesquisas de Recursos Mineiras (CPRM), foi realizado no Qgis a importação para produzir os procedimentos da reprojeção e recorte de shapefile para obter informações da área de estudo. A realização para obter os resultados das classes geoambientais da BHRM, partiu-se do software Qgis e em seguida a etapa da produção dos mapas temáticos e layout.

3.3 Mapa de declividade

O mapa de declividade foi confeccionado pelo MDT/SRTM que foi desenvolvido em SIG. Foi seguido no mapa a classificação detalhada no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2018), onde EMBRAPA (2006) define 5 classes de relevo, concernindo: Aplainado (0-30%), Suave Ondulado (30-60%), Ondulado (60-90%) Fortemente Ondulado (90-120%) e Montanhoso (>120%)

Outrossim, foi adicionado relevo sombreado ao fundo do mapa com o propósito de exemplificar o aspecto da aparência e textura do relevo da área da BHRM, o sombreamento foi obtido no MDE/TOPODATA – INPE.

4. CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Geologia

A área da bacia de pesquisa apresentada é composta por 11 classificações unidades litoestratigráficas, a bacia hidrográfica do rio Munim é composta por: Grupo Barreiras e sedimentos argilosos; Formação Codó; Formação Corda; Depósitos aluviais e eólicos, Depósitos aluvionares, Depósitos de pântanos e mangues, Depósitos eólicos continentais antigos, Grupo Itapecuru, Formação Pedra de fogo, Formação Piauí e Suíte Subvulcânica Rosário (Tabela 1).

Tabela 1. Unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do rio Munim

Unidades litoestratigráficas	Siglas	Área em (km ²)	Área em (%)
Grupo Barreiras e sedimentos argilosos	ENb	1.718.159	16,68%
Formação Codó	Kc	1.366.998	13,27%
Formação Corda	J3K1c	2.633	0,03%
Depósitos aluviais e eólicos	N34pb	46.655	0,45%
Depósitos aluvionares	QHa	895.804	8,70%
Depósitos de pântanos e mangues	QHm	17.768	0,17%
Depósitos eólicos continentais antigos	QPe	2.927	0,03%
Grupo Itapecuru	K12it	6.104.666	59,27%
Formação Pedra de fogo	P12pf	124.864	1,21%
Formação Piauí	Cpi	17.167	0,17%
Suíte Subvulcânica Rosário	PPr	2.428	0,02%
Total		10.300.069	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A predominância geológica na BHRM é o Grupo Itapecuru abrangendo na bacia uma área de 6.104.666 km² possuindo 59,27% da bacia, o grupo Itapecuru (Cretáceo Superior) é composto por formações variadas de rochas do tipo arenitos argilitos, siltitos folhelos intercalado (Lopes; Teixeira, 2013). O Grupo Itapecuru é composto pelos principais municípios como: Nina Rodrigues, Vargem Grande, Chapadinha, Afonso Cunha, São Benedito do rio Preto, Aldeias Altas, Buriti, Mata Roma, Codó e Timbiras (Figura 3). Devido sua formação, esses municípios são ricos em minerais (calcário, gipsita e caulim), a distribuição está concentrada nas crostas lateríticas ferruginosas e nos arenitos ferruginosos lateritizados pertencentes ao grupo da formação Itapecuru (Filho; Barros, 2021).

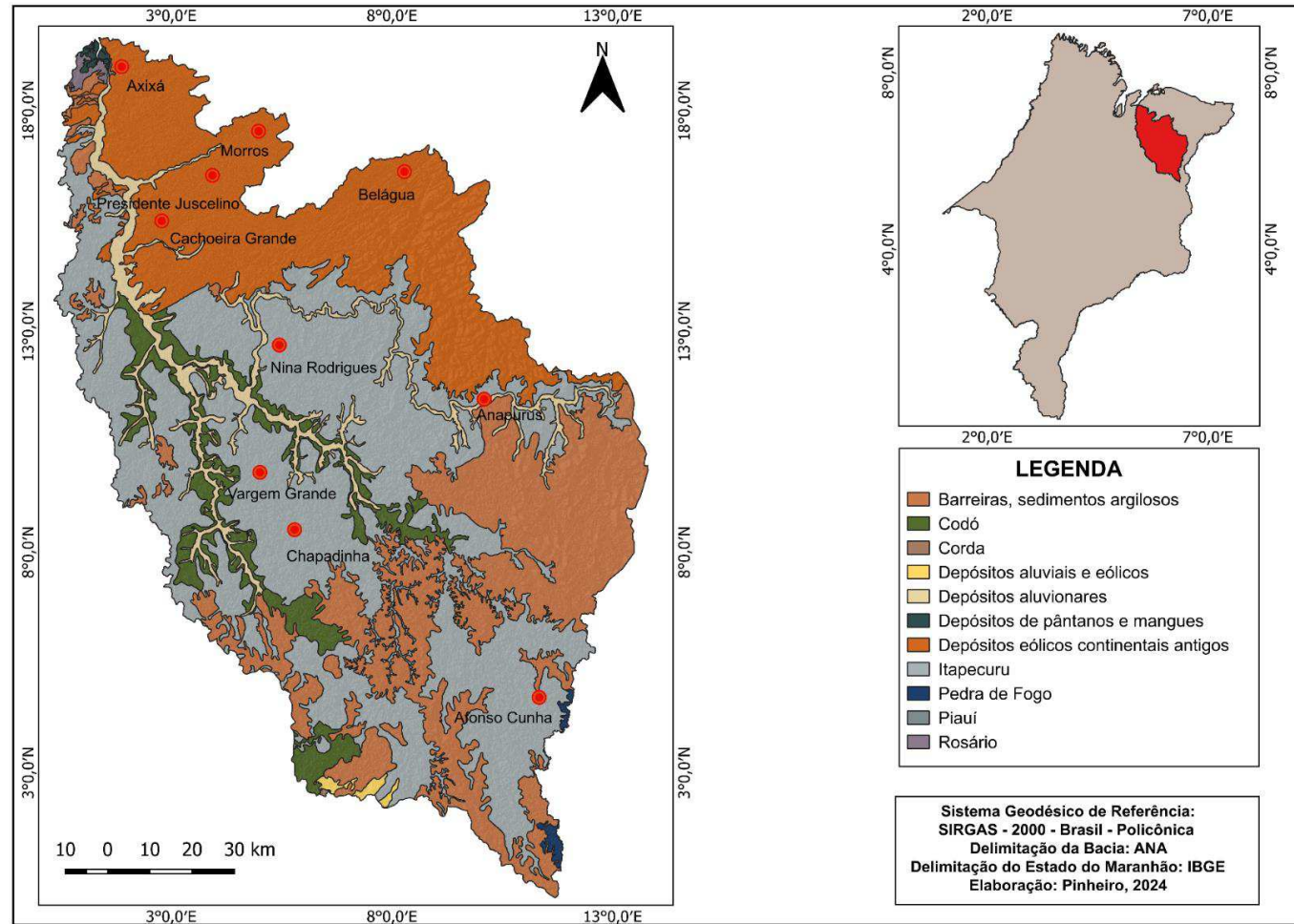
Já o Grupo Barreiras (Neógeno Inferior) é formado por arenitos de origem fluvial (Lope; Teixeira, 2013). Suas rochas tem predominância especificamente nas regiões da

bacia que compõe os municípios de Buriti, Mata Roma, Chapadinha, Afonso Cunha, Aldeias Altas e Codó. O Grupo Barreiras teve influência marinha na deposição de seus litotipos (Soares *et al.*, 2020). De acordo com a CPRM (2000) o Grupo Barreiras jaz sobre unidades mais antigas do Pré-Cambriano até o Paleogeno e é revestido pelos sedimentos quaternários.

Quanto aos Depósitos Aluvionares respondem 8,70% de cobertura da área da bacia do rio Munim, voltadas para áreas de relevos de planícies de predominância arenosa ou areno-silto-argilosa. Essas alusões estão associadas as áreas de várzeas e planícies fluviais dos rios onde se encontra a predominância de águas doces (Filho; Barros, 2021). As rochas dos Depósitos Aluvionares assim como as dos Depósitos Eólicos Continentais Antigos têm formação na Era Cenozoica.

A formação Codó (Cretáceo Inferior) é a terceira maior predominância geológica na área da bacia hidrográfica do rio Munim (13,27%). Composta por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcários e arenito de ambiente lagunar (Lopes; Teixeira, 2013).

Figura 3. Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do rio Munim



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.2 Solos

Na área de estudo da pesquisa tendo em vista a utilização fortemente das atividades antrópicas e agropecuária, logo é necessário entender o grande papel dos solos no ecossistema natural. O estudo dos solos é essencial para diversas áreas do conhecimento, como a geomorfologia local, a pedologia e a gestão ambiental, pois desempenha um papel central nos processos ecológicos.

A definição de solos de acordo com a Embrapa (2018):

O solo que classificamos é uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contêm matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2018, p. 27).

Em relação a formação pedológica da BHRM (Figura 4), estão presentes na área da bacia solos do tipo: 1. Areias quartzosas, 2. Argissolo vermelho amarelo, 3. Argissolo vermelho amarelo eutrófico, 4. Latossolo vermelho amarelo, 5. Planossolos, 6. Plintossolos e 7. Solos de mangue (Tabela 2).

Tabela 2. Solos da bacia hidrográfica do rio Munim

Unidades Pedológicas	Área em (km ²)	Área em (%)
Areias quartzosas	34.197	32,14%
Argissolo vermelho amarelo	12.999	12,22%
Argissolo vermelho amarelo eutrófico	1.674	1,57%
Latossolo Amarelo	48.427	45,52%
Planossolos	5.815	5,47%
Plintossolo	2.067	1,94%
Solos de mangue	1.205	1,13%
Total	106.384	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

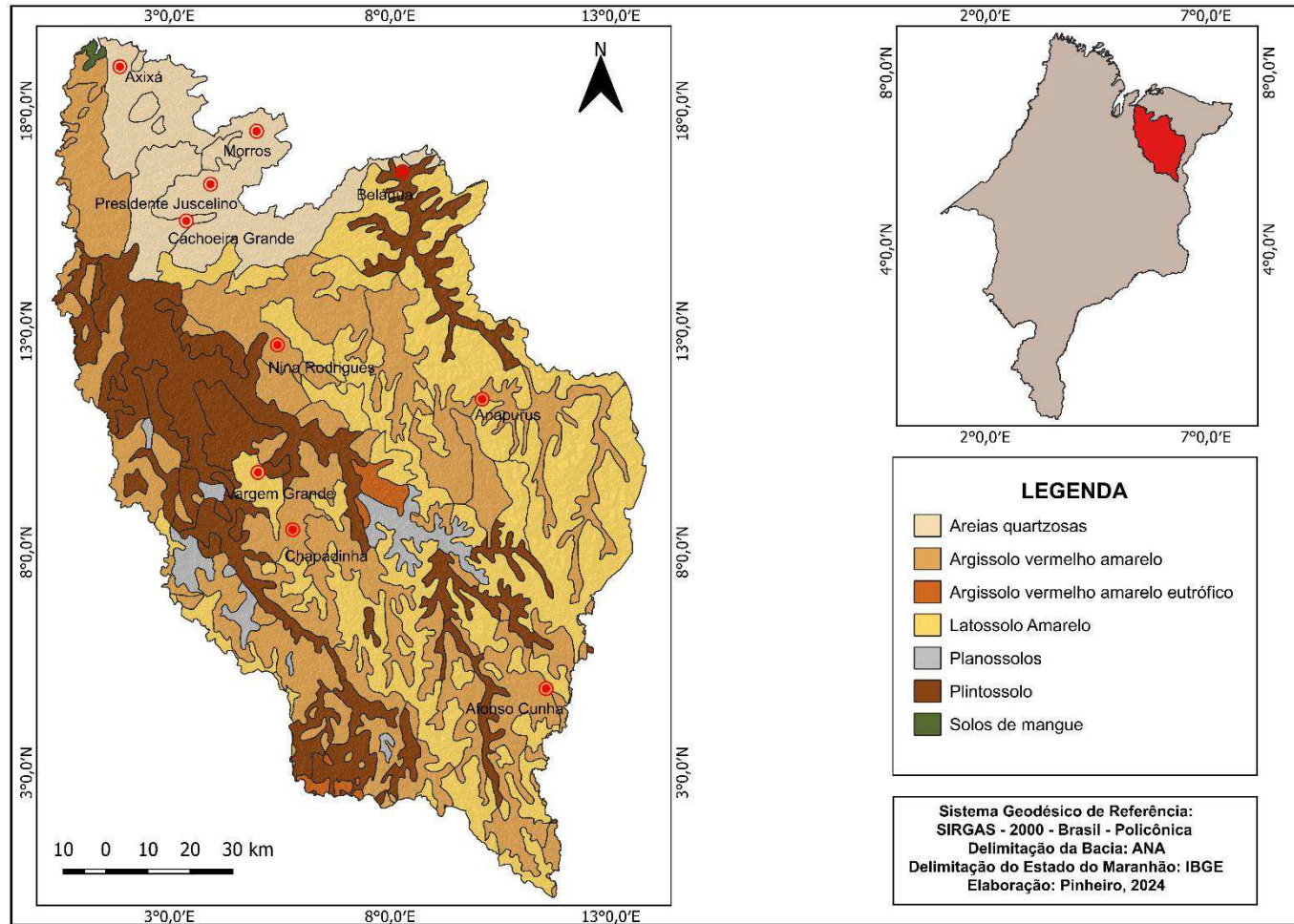
Segundo Filho e Barros (2021) as Areias quartzosas são constituídas a relevos ondulados predominante em campos de dunas, compondo depósitos eólicos continentais. Os municípios de Morros, Axixá, Cachoeira Grande e Presidente Juscelino são áreas que ocupam um vasto espaço de corpo dunares (32,14%).

A predominância na área da bacia do rio Munim é composta pelos Latossolos Amarelo (45,52%) que é composto com matiz 7,5YR sendo mais amarelo na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (EMBRAPA 2018). São solos de coloração amareladas, profundos, de textura argilosa, presentes em topos de chapadas, com

coberturas areno-argilosas e argilosas oriunda das formações sedimentares (EMBRAPA 2013).

Os Plintossolos possuem textura média e argilosa, possuindo restringimento à percolação d'água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade (EMBRAPA 2018). Na bacia, ocupam áreas de relevo predominante planas, especialmente em regiões de drenagem mais densa e próximas a curso d'água, são solos de formação sedimentares.

Figura 4. Mapa de Solos da bacia hidrográfica do rio Munim



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.3 Geomorfologia

A importância da pesquisa geomorfológica local oferece, segundo Jacob (2014) conhecimentos valiosos pelo processo físico que atuam em processos fluviais de uma bacia. Em relação as unidades geomorfológicas identificadas na área da bacia, podemos englobar abrangência da predominância do Planalto Dissecado do Itapecuru, Tabuleiros Sub-Litorâneos, Patamar de Caxias e os Tabuleiros do Médio Itapecuru (Figura 5).

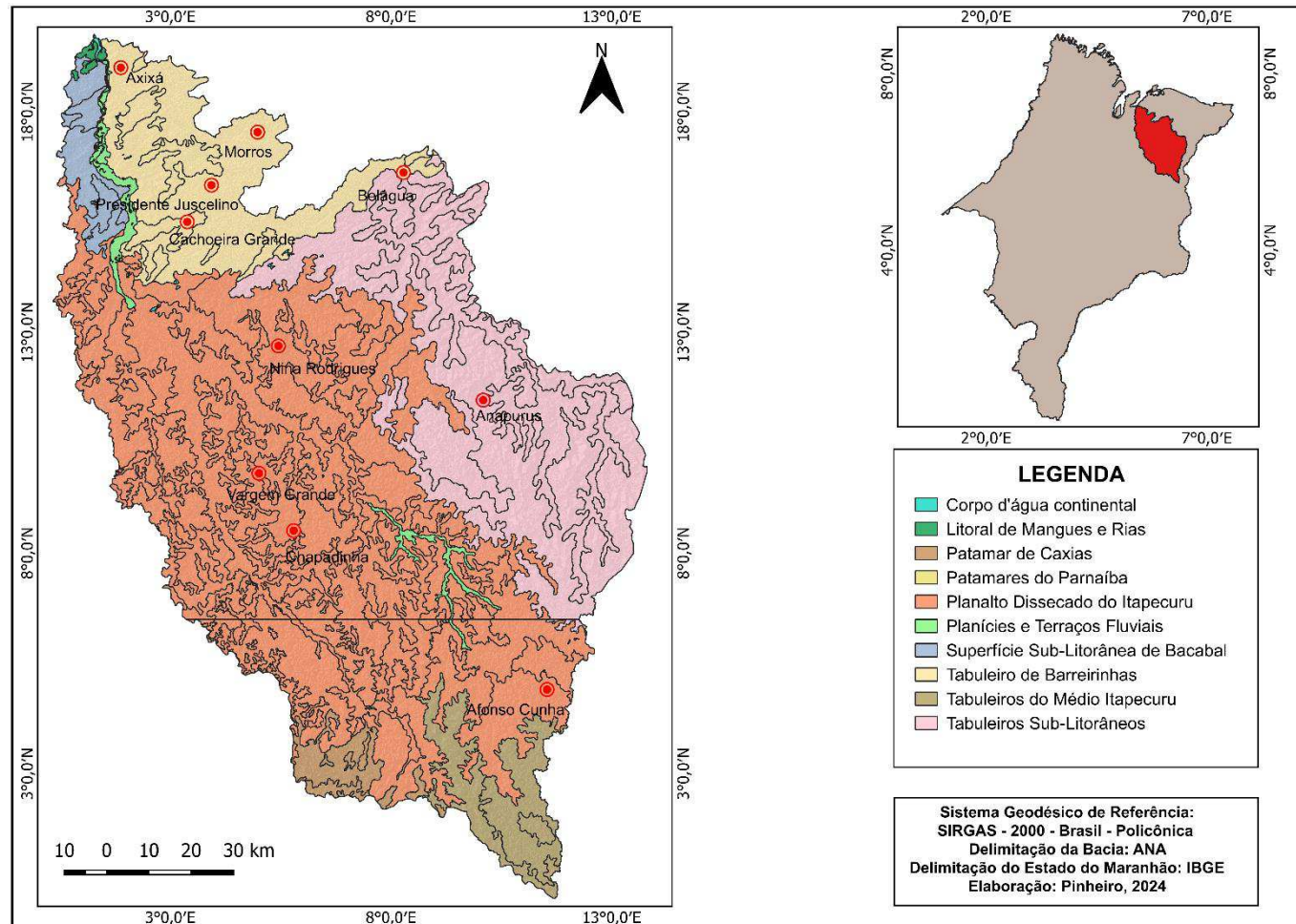
O Planalto Dissecado do Itapecuru abrange os territórios municipais de Chapadinha, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do rio Preto, Nina Rodrigues, Presidente Vargas e Morros, esses municípios fazem parte da unidade geomorfológica do Planalto Dissecado do Itapecuru de acordo com Filho e Barros (2021). Essa unidade geomorfológica possui no geral colinas e morro onde sucedem o domínio dos solos Argissolo Vermelho-Amarelo.

A unidade geomorfológica sub-litoranêa engloba os municípios de Belágua, São Benedito do rio Preto, Cachoeira Grande, Urbano Santos, Morros e Presidente Vargas. Segundo Barros *et al.* (2018), esta unidade está inserida entre a costa, a planície fluvial do rio Munim os Tabuleiros Costeiros do município de Chapadinha. Esse domínio contém uma diversidade de agrupamento de relevos de origem eólica, como as dunas.

Concernente a unidade dos Patamares de Caxias, são caracterizados por conter relevo com extensões planas, possuindo colinas, morros cristas e pontões. Essa unidade apresenta elevações que pode várias de 120 a 155 metros (Correia Filho *et al.*, 2011).

Com sua nascente nos Tabuleiros do Médio Itapecuru no município de Aldeias Altas, a nordeste do município de Caxias (Filho; Barros, 2021) seu relevo expõe uma predominância de topos dissecados e colinas, possuindo altitudes de 180 a 240 metros (Correia Filho *et al.*, 2001). Essa unidade geomorfológica possui um clima sub-úmido a semiárido, com a influência de cobertura areno-argilosa com a gênese concrecionária dos latossolos, segundo Alcântara (2004).

Figura 5. Mapa de Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Munim



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

4.4 Declividade

Sobre a declividade, a EMBRAPA apresenta a formação de cinco classes (Tabela 3), nomeando-as como: 1. Aplainado, 2. Suave Ondulado, 3. Ondulado, 4. Fortemente Ondulado e 5. Montanhoso.

Tabela 3. Declividade da bacia hidrográfica do rio Munim

Classe de relevo	Declividade
Aplainado	0 – 30%
Suave Ondulado	30 – 60%
Ondulado	60 – 90%
Fortemente Ondulado	90 – 120%
Montanhoso	> 120%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

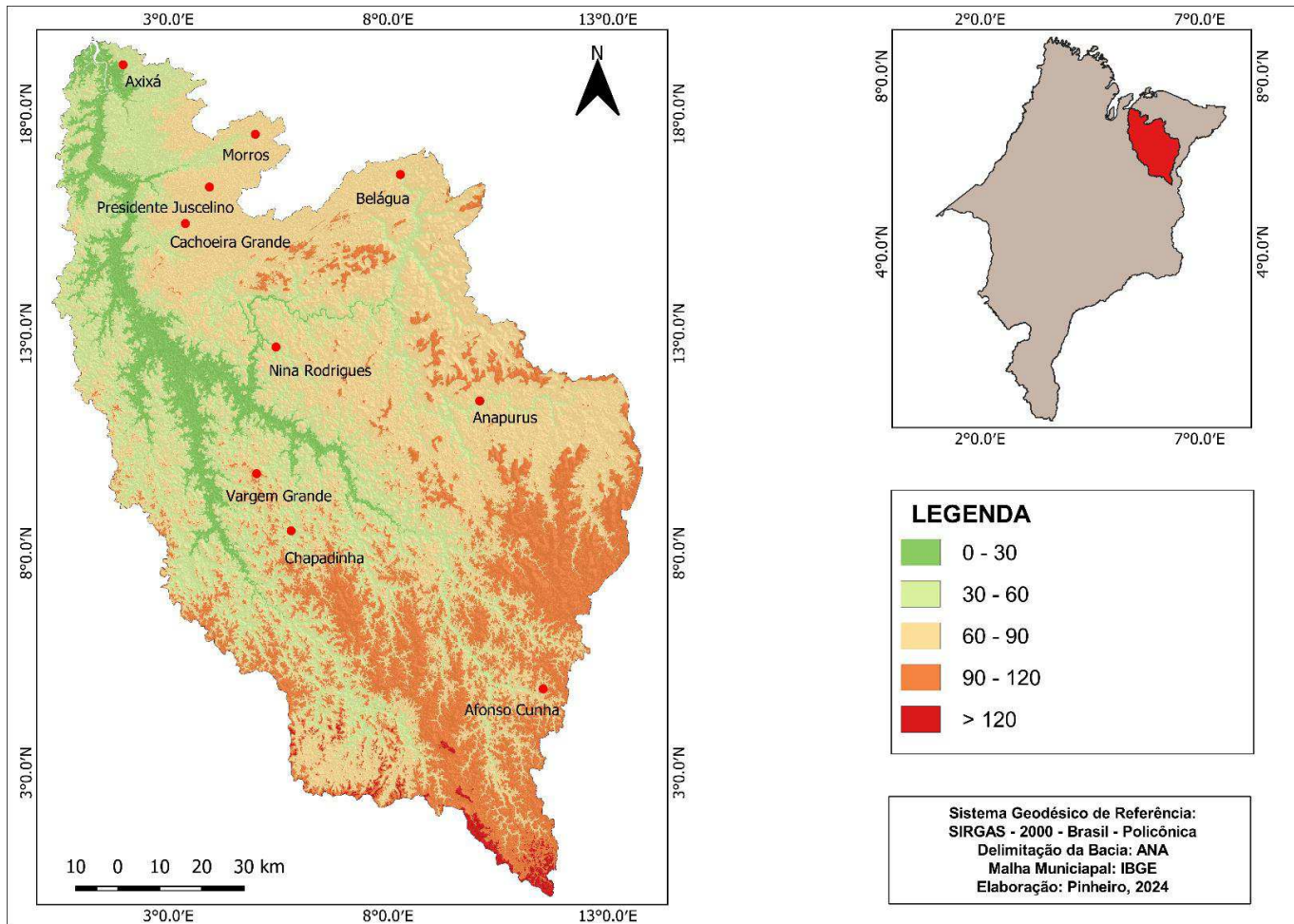
Em correspondência a Bacia Hidrográfica do rio Munim de acordo com a EMBRAPA (Figura 6), apresenta-se que o relevo catalogado como aplainado e suavemente ondulado está em uma porção norte/noroeste da bacia, mais precisamente aos municípios de Axixá, Presidente Juscelino, Presidente Vargas, Vargem Grande, Chapadinha e Nina Rodrigues. São declividade mais baixas e de origem lagunar, podendo obter uma amplitude de 20 a 50m, predominantemente às margens de rios da bacia com uma forte influência de atividades agrícolas, principalmente a plantação e cultivo de eucalipto (Filho; Barros, 2021).

A declividade que é caracterizada ondulado é encontrada predominantemente na porção leste/sudeste da bacia, o relevo ondulado no município é constituído por depósitos arenosos e argilosos, resultante da ação eólica agindo na linha da costa, mas se desenvolvendo em zonas do interior. De acordo com Filho e Barros (2021) esse tipo de ondulação é presente especialmente em dunas.

As dunas fixas caracterizam-se, preferencialmente, por dunas do tipo parabólica, hairpin ou nebka e recebem esse nome em função da fixação, por conta da vegetação pioneira que recobre os depósitos de areia, que às vezes é do tipo arbustiva e outras do tipo rasteira, o que diminui a ação do vento sobre estes depósitos levando a estabilização dos mesmos. São constituídos por areia fina a muito fina, de coloração amarelada a esbranquiçada (Filho; Barros, 2021. *Apêndice II*. p 22).

Quanto a declividade forte ondulado é distribuída em áreas de encosta e chapadas da bacia, onde predominam principalmente os Argissolos Vermelhos-Amarelos. Ao aspecto do relevo de maiores altitudes está associado a cabeceira da bacia, possuindo características de declividade elevada e muito acidentado.

Figura 6. Mapa Declividade da bacia hidrográfica do rio Munim



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

5. AS MUDANÇAS TEMPORAIS DO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHRM

As mudanças temporais do uso e cobertura da terra em uma bacia hidrográfica podem ser de grande importância para entender os impactos das atividades humanas e naturais nessa região. A análise dessas mudanças ao longo do tempo fornece percepções valiosas sobre como os ecossistemas estão sendo afetados e quais medidas de gestão podem ser necessárias.

O principal objetivo dos subitens desse capítulo é analisar e observar no que tange as mudanças na dinâmica da paisagem na área do objeto de estudo. A datar das mudanças ao longo do tempo-espaciais (2000, 2010, 2020 e 2023), é notório identificar a partir do contexto histórico, social e econômico o desenvolvimento de atividades que causam e transformam a área da bacia modificando-a em novas paisagens. A grande intensificação da agricultura, expansão urbana com as práticas antrópicas, nota-se uma grande expansão de taxa de desflorestamento na área da BHRM, toda essa dinâmica reflete nas atividades de quem vive no campo e dos recursos naturais.

Desta forma, entende-se historicamente que o cerrado maranhense vem sendo modificado com o uso inadequado da terra, de acordo com IMESC (2020):

No Maranhão devido às suas características históricas de uso e ocupação de sua grande extensão territorial, há predomínio de atividades agrícolas com o uso predominante do sistema de corte e queima e como prática de manejo de pastagem. (IMESC, 2020, p. 42).

A BHRM – Bacia Hidrográfica do rio Munim vem vivenciando um grande crescimento econômico voltado aos recursos naturais da área, que por efeito reflete grandes alterações na cobertura vegetal (Júnior *et al.*, 2012) com essa ocupação, foram analisadas as classes de uso e cobertura com o mapeamento para o ano de 2000, 2010, 2020 e 2023 constituíram a partir da disponibilização do Mapbiomas as classificações da área da BHRM em: 1. Formação Florestal, 2. Formação Savânica, 3. Mangue, 4. Silvicultura, 5. Campo Alagado, 6. Formação Campestre, 7. Pastagem, 8. Mosaico de Agricultura e Pastagem, 9. Área Urbanizada, 10. Outras Áreas não vegetadas, 11. Apicum, 12. rio, 13. Soja e 14. Outras Lavouras Temporárias, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Mudança temporal por categoria no uso e cobertura da terra na BHRM.

Tipo de uso	2000		2010		2020		2023	
	Área / Km ²	%	Área/Km ²	%	Área/Km ²	%	Área/Km ²	%
Formação Florestal	11.978.939	74,4%	11,589.042	73%	11,417.936	72,37%	11.223.513	70,99%
Formação Savânica	3,141.365	19,2%	2,929.855	19%	2,640.571	16,74%	1.473.175	9,32%
Mangue	20.764	0,1%	21.020	0%	21.392	0,14%	37.446	0,24%
Silvicultura	4.284	0,0%	33.440	0%	65.684	0,42%	141.041	0,89%
Campo Alagado	51.751	0,3%	44.545	0%	40.544	0,26%	54.026	0,34%
Formação Campestre	430.542	2,6%	428.784	3%	373.968	2,37%	109.775	0,69%
Pastagem	400.901	2,5%	342.085	2%	574.393	3,64%	1.156.151	7,31%
Mosaico de Agricultura e Pastagem	207.659	1,3%	137.231	1%	84.689	0,54%	852.920	5,39%
Área urbanizada	38.047	0,2%	44.668	0%	49.481	0,31%	54.026	0,34%
Outras áreas não vegetadas	1.017	0,0%	2.863	0%	3.807	0,02%	7.043	0,04%
Apicum	14	0,0%	10	0%	4	0,00%	49.902	0,32%
Lago, rio, oceano	42.316	0,3%	33.402	0%	29.854	0,19%	37.446	0,24%
Soja	1.208	0,0%	37.808	0%	310.113	1,97%	592.726	3,75%
Outras lavouras	1.255	0,0%	132.425	1%	164.748	1,04%	20.735	0,13%
Total	16.320.062	100%	15.777.178	100%	15.777.184	100%	15.809.925	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023), reorganizado (2024).

Formação Florestal – Ao analisar o mapa temporal (Figura 7) observa-se no cerrado maranhense, mais precisamente na área da BHRM, a um aumento significativo de remoção de floresta e cobertura vegetal principalmente para fins do agronegócio. No ano de 2000 a área da bacia era composta por 74,4% de formação florestal, em 2020 consta-se uma queda para 72,37% de floresta (Tabela 4). Isto é, ao todo no intervalo temporal do ano de 2000 a 2010 a cobertura vegetal obteve 3,25% de perda, de 2010 a 2020 1,48%. Totalizando 6,16% e uma área de 755.426 km² de perda e destruição da formação e cobertura vegetais retiradas na área da BHRM no intervalo dos anos de 2000 a 2023. A desarboreização da formação florestal, matas ciliares e nativas para fins de pecuária e pastagem afeta também as atividades econômicas camponesas e pode conduzir ao perigo o equilíbrio do terreno da bacia, ocasionando assoreamento dos rios, mortandade da fauna/flora e facilitando para ocorrer problemas de escoamento superficial, conforme afirma Botelho, Almeida e Ferreira (2012).

Mosaico de Agricultura e Pastagem - É possível analisar que as mudanças de classes de mosaico de agricultura são predominantes na área da BH nos anos de 2000 e 2023. Devido principalmente ao aumento de queimadas para limpeza de terrenos próximos de corpos d'água, esse tipo de uso obteve uma grande expansão no ano de 2023 com 5,39% da bacia. Esse tipo de atividade é um dos principais vetores de desmatamentos e queimadas para limpeza das áreas agrícolas e pastagem favorecem a deterioração da

bacia, no estado são classificados como ilícito ou não sustentável, sendo realizado principalmente pelos setores econômicos primários como a agricultura (MARANHÃO 2011).

O aumento significativo na expansão da agricultura e pastagem ocorreu no período do ano de 2023, com uma área equivalente a 852.920 km² ocupado por esse tipo de uso, mas em 2020 houve uma queda percentual para 0,54%, com áreas reflorestadas em plantações de eucaliptos (*Eucalyptus*) com intuito principal o gerenciamento econômico em produção de celulose e extração de madeiras nativas para a produção de carvão vegetal. A intensificação do uso da terra da BHRM especialmente em 2000 e 2023 que foram os anos com maior índice de desmatamentos para fins do agronegócio na área da bacia, foi bastante alterada com a eliminação de coberturas vegetais, a liberação de erosão no solo e cursos d'água assoreados (Ferreira, 2019).

Pastagem - As intensas alterações na paisagem da BHRM são realizadas principalmente pelas queimadas para limpeza das áreas agrícolas e pastagem. Essas atividades favorecem o nível de degradação da bacia, de acordo com a tabela 4 o uso da pastagem na área da BHRM teve seu maior crescimento em 2020 (3,64%) e 2023 (7,31%) obtendo um aumento de 3,67% nesse período temporal de 3 anos.

Nota-se que a bacia hidrográfica do rio Munim apresenta uma soma de 15,58% de toda área temporal da bacia. O seu território exige um grande potencial para o uso da agricultura e pastagem, o que significa que a economia da região vem desse tipo uso. Mas, a atividade de pastagem pode contribuir para diversas causas de degradação e impactos ambientais em uma bacia hidrográfica. Essas causas estão muitas vezes relacionadas a práticas inadequadas de manejo, que podem resultar em consequências negativas para o solo, a água e os ecossistemas aquáticos.

Observa-se que a potencialidade para uso da pecuária está centralizada nas partes mais baixas pois é onde se encontra o maior acesso hídrico para os animais e as partes com declive para as pastagens (Figura 7). Com esse grande aumento do uso da pastagem na BHRM principalmente nos anos de 2020 e 2023, nota-se que a área sofre principalmente com o crescimento das retiradas e queimadas de cobertura vegetal, com isso a criação de gados para fins pecuaristas obtém crescimento, com consequências o pisoteio do gado nas pastagens pode compactar o solo, reduzindo a infiltração de água e prejudicando a estrutura do solo. Isso resulta em maior escoamento superficial e erosão.

O uso inadequado das pastagens, seja através do superpastejo ou da remoção excessiva da vegetação, pode levar à perda de cobertura vegetal, observa-se que em 2023 foi o ano com a maior intensificação e expansão da pastagem, com uma área montante de 1.156.1515 km² da área da BHRM ocupada para fins agrícolas (Figura 7).

Formação Campestre – Esse tipo de uso ocupa um total de 1.343.069 km² em toda escala temporal no território da área da BHRM no bioma cerrado, dentro dessa formação existem áreas de ecossistemas terrestres dominados por vegetação herbácea, gramíneas e outras plantas de porte baixo, geralmente caracterizadas por um baixo número de árvores e arbustos. As formações campestres têm sua própria importância ecológica e podem desempenhar um papel crucial na saúde da bacia hidrográfica e no ciclo da água.

A remoção de formações campestres, como vegetação nativa de áreas de campo, em bacias hidrográficas pode ter uma série de impactos significativos no ecossistema e nos recursos hídricos da região. As formações campestres desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade, na proteção do solo e na regulação dos fluxos de água. A formação vegetal campestre é típica da região do rio Munim e que faz parte da biodiversidade da bacia. A retirada ilegal de madeiras e vegetação da área da bacia são para interesses econômicos e tecnológicos pelo agronegócio, uso inadequado de terras para monocultura, conflitos fundiários por posse de terra (Soares 2021).

A vegetação das formações campestres atua como uma cobertura do solo, protegendo-o da erosão causada pela chuva e vento. Isso reduz o transporte de sedimentos para os corpos d'água, melhorando a qualidade da água. As formações campestres abrigam uma variedade de espécies de plantas e animais adaptados a esses ambientes. Essa biodiversidade contribui para a saúde dos ecossistemas e a estabilidade dos ciclos naturais.

Soja – A soja na região da BHRM começa haver no final da década de 1990 (Nascimento 2010). A plantação de soja e eucalipto (*Eucalyptus*) é uma das principais causas inadequadas do uso e cobertura da terra na BHRM, conforme a tabela 5 o uso inapropriado da terra para inserção da soja foi de 1,97% em 2020 e 3,75% em 2023 (sendo os dois maiores anos com índice de expansão da soja). Durante esse intervalo de 3 anos, o produto da soja instaurado sob a área da BHRM obteve um crescimento de 2,70%.

Com a implementação de projetos agropecuários para a produção de soja consequentemente houve uma grande expansão de área urbana na região do Munim, esse processo acarretou sérios problemas ambientais ao seu curso. O solo exposto na área da BH é um dos problemas ocasionados, pois os fins agrícolas com destaque na soja é o destaque principal em suspensão de coberturas vegetais, queimadas e desmantemos.

Conforme Soares (2021):

As áreas de soja, eucalipto, área urbana e pastagem compõe as classes que são qualificadas como de alta vulnerabilidade devido à retirada da cobertura vegetal e modificação da paisagem natural, permitindo que o solo fique exposto às intempéries e prejuízos provocados por tais usos da terra (Soares, 2021, p. 105).

De acordo com o IMESC (2020):

O conglomerado de negócios que compreende projetos agrícolas, agroindustriais e de infraestrutura (transporte e energia elétrica), para o processamento de minérios, agropecuária, exploração madeireira e monoculturas de cana de açúcar, de soja e de eucalipto para a produção de celulose pressionam os recursos naturais preservados por povos e comunidades tradicionais que habitam a região, entre eles: quilombolas, pescadores, quebradeiras de coco babaçu, trabalhadores rurais, agricultores e povos indígenas. (IMESC, 2020, p. 66).

As perdas de hábitat e cobertura vegetal se deve ao desenvolvimento do processo agrícola de soja e pecuária (IMESC, 2021). Toda essa dinâmica causada pelas ações antrópicas é refletida na natureza em áreas de vegetação, canais fluviais, solo e até mesmo em povos tradicionais que vivem e dependem dos recursos naturais para o seu sustento econômico e pessoal. A atividade agrícola em grande proporção que age atualmente na soja demanda uma grande ocupação de terra da bacia, consequentemente, é o principal fator pelos acontecimentos de assoreamento de cursos d'água e a derrubada de vegetações e matas ciliares (Júnio, Costa, Bezerra, 2008).

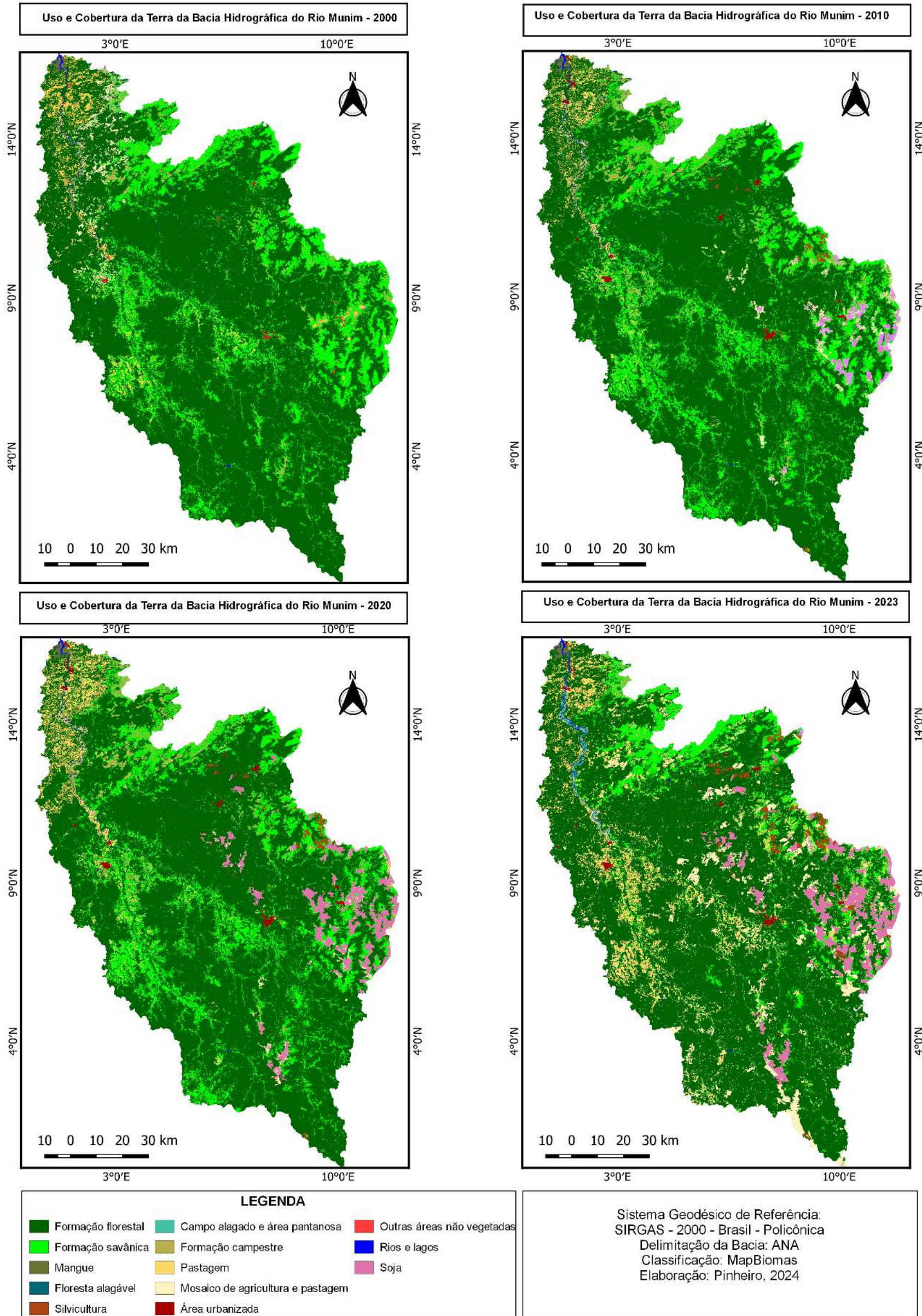
O cultivo da soja na área da BHRM expande as alterações na paisagem da bacia hidrográfica, afetando tanto a vegetação terrestre quanto os recursos hídricos. Essas alterações podem ser influenciadas por práticas de manejo, expansão da agricultura e o uso de insumos agrícolas. A expansão das plantações de soja muitas vezes leva à conversão das áreas de vegetação nativa em áreas de cultivo. Isso resulta na perda de habitats naturais, na redução da biodiversidade e na mudança visual da paisagem. O desmatamento para abrir espaço para plantações de soja pode aumentar a erosão do solo, pois a vegetação protetora é removida. Isso pode levar à degradação do solo, perda de nutrientes e sedimentação em cursos d'água.

Área Urbanizada – De acordo com o IBGE (2010), a maior concentração está situada no município de Chapadinha com 72% da população e o município com maior densidade demográfica é Axixá com 56,15 hab/Km².

O crescimento da área urbana na região da BHRM tomou uma grande proporção na demanda de aumento nos entornos do rio e canais fluviais, esse crescimento é causado principalmente pela pecuária, plantações de soja e eucalipto. Esse acréscimo urbano provoca vários tipos de problemas nos recursos naturais, entre eles está o grande aumento de inundações, mudança na qualidade da água e derrubada de cobertura vegetal (TUCCI 2002).

O crescimento urbano tem um impacto significativo na BHRM de acordo com a figura 7 e com a tabela 4, de 2000 até 2023 esse tipo de uso só adquiriu crescimento na área de estudo, alterando suas características naturais e os padrões de escoamento de água. As mudanças resultantes do desenvolvimento urbano podem afetar tanto a quantidade quanto a qualidade da água em rios, córregos e lagos dentro da bacia hidrográfica. O desenvolvimento urbano pode alterar os padrões naturais de escoamento de água, concentrando o fluxo em canais artificiais e drenagens. Isso pode resultar em aumento da velocidade do fluxo de água e erosão dos leitos dos cursos d'água. As áreas de pastagem, soja, eucalipto, área urbana e silvicultura são as principais classes como de alta intensidade e vulnerabilidade de retirada de cobertura vegetal e alteração da paisagem na área da BHRM.

Figura 7. Mapa temporal do uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do rio Munim-MA (2000,2010,2020 e 2023)



Fonte: Elaborado pelo autor (2023) reorganizado (2024)

6. AS PRESSÕES DO USO E COBERTURA DA TERRA SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DA BHRM

A relação entre o uso da terra e os recursos hídricos é intrincada e de vital importância para a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres e aquáticos. À medida que as atividades humanas se expandem e os ambientes naturais são transformados para acomodar necessidades crescentes, as pressões sobre o uso e cobertura da terra têm implicações profundas nos recursos hídricos disponíveis. A forma como a terra é utilizada, seja para urbanização, agricultura, industrialização ou outras finalidades, desempenha um papel crucial na quantidade, qualidade e disponibilidade da água em uma região. Essas pressões têm o potencial de alterar os ciclos naturais da água, afetar ecossistemas aquáticos e terrestres e até mesmo comprometer a saúde humana.

Nesse sentido, com base nos resultados gerados, a zona de pressão em corpos hídricos na BHRM representa uma área de 70.398 km² com 0,44% composta por rios e lagos (Tabela 5).

Tabela 5. Pressões do uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos na BHRM

Classificação	Área em (km ²)	Área em (%)
Pressão em cobertura vegetal	14.453.872	91,60%
Pressão em uso agropecuário e silvicultura	1.199.625	7,60%
Pressão em corpos hídricos	70.398	0,44%
Pressão em uso urbano	53.288	0,36%
Total	15.777.183	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

De acordo com as respostas encontradas com a ajuda de softwares a BHRM é composta por 4 classificações de pressões em sua área: ¹ Em Cobertura Vegetal (formação florestal, formação savana, mangue, e formação campestre), ² Uso Agropecuário e Silvicultura (pastagem, mosaico de agricultura, silvicultura, soja e outras lavouras temporárias), ³ Em Corpos Hídricos (lagos, rios, oceanos e campo alagado) e ⁴ De Uso Urbano (área urbanizada e áreas não vegetadas).

Pressão em Cobertura Vegetal - A cobertura vegetal da área da BHRM é uma área de 14.453.872 km² o que representa 91,60% de áreas verdes em todo o território da BH (Figura 8). A alta porcentagem de cobertura vegetal sugere que a região tem um potencial significativo de recursos hídricos, pois a vegetação desempenha um papel crucial na regulação do ciclo da água. Mas 8,40% dessas áreas verdes são ocupadas por

pressões no uso e cobertura da terra na área da BH, o desmatamento no cerrado maranhense, onde se localiza a bacia hidrográfica do rio Munim envolve principalmente a remoção de árvores e vegetação em larga escala. Isso pode ser para dar lugar à agricultura, expansão urbana.

A grande demanda e expansão de atividades de fins pecuaristas influenciam na suspensão de cobertura vegetal da área. Os territórios desmatados ajudam principalmente como palco para o desenvolvimento de atividades de insumos agrícolas, industriais, pastagem e silvicultura. A conversão de áreas naturais em terras agrícolas, como o cultivo de monoculturas, pode levar à remoção da vegetação original, isso diminui a biodiversidade, aumenta o risco de erosão e altera os padrões de escoamento de água.

Pressão em Uso Agropecuário e Silvicultura - O uso agropecuário envolve atividades agrícolas e pecuárias, enquanto a silvicultura se refere ao cultivo e manejo de florestas. Ambas as atividades têm o potencial de alterar a paisagem e os ciclos naturais da água, o que pode afetar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

A economia do leste maranhense onde está localizada a área da BHRM é movimentada principalmente pelo grande avanço do cultivo da soja e plantação do eucalipto desde a década de 1980 quando o território da bacia se tornou uma grande demarcação agrícola para a expansão do agronegócio. A soja frequentemente é cultivada com o uso de pesticidas, herbicidas e fertilizantes químicos. Esses produtos podem se infiltrar no solo e chegar aos corpos d'água, causando a contaminação da água e afetando a saúde dos ecossistemas aquáticos e a qualidade da água potável.

As transformações e mudanças na bacia são observadas anualmente devido as grandes queimadas e desmatamentos para fins da pecuária e silvicultura, grandes empresas voltadas para o agronegócio tem manuseado extensas áreas para cultivo agrícolas, assim, transformando a paisagem com a aceleração de processos erosivos e assoreamento de rios e lagos (Figura 8).

Pressão em Corpos Hídricos – Desmatamento, o uso de grandes áreas para agricultura, usos de produtos químicos e queimadas são algumas atividades imposta no uso e cobertura da terra que agravam mais problemas ambientais na área da BHRM. Essas atividades exercem influência negativa sobre a qualidade, quantidade e saúde dos recursos hídricos, como rios, lagos, aquíferos e oceanos. Essas pressões podem resultar

em impactos adversos nos ecossistemas aquáticos, no fornecimento de água potável, na biodiversidade e na qualidade de vida das comunidades humanas.

As ações antropogênicas é um dos principais responsáveis por essas perturbações em ambientes hídricos devido à grande expansão das atividades agrícolas na área da BHRM. Essas perturbações acabam envolvendo o crescimento urbano, observa-se na figura 8 que as áreas urbanizadas estão localizadas perto de áreas com atividades agrícolas, lagos e rios, isso é resultado de uma combinação de fatores socioeconômicos. Essa expansão desordenada altera a paisagem composta dentro da BH devido principalmente da retirada de matas ciliares causando o aumento da pressão sobre os recursos hídricos, degradação da qualidade da água devido à poluição, perda de terras agrícolas produtivas e fragmentação dos ecossistemas naturais.

Pressão em Uso Urbano – O uso urbano comparado as outras pressões representam apenas 0,36% da área total ocupada (Tabela 5). No entanto, é importante observar que, embora o percentual seja pequeno, o impacto da urbanização nos recursos hídricos ainda pode ser significativo, a expansão urbana e a degradação dos habitats naturais podem levar à perda de espécies nativas e à diminuição da biodiversidade.

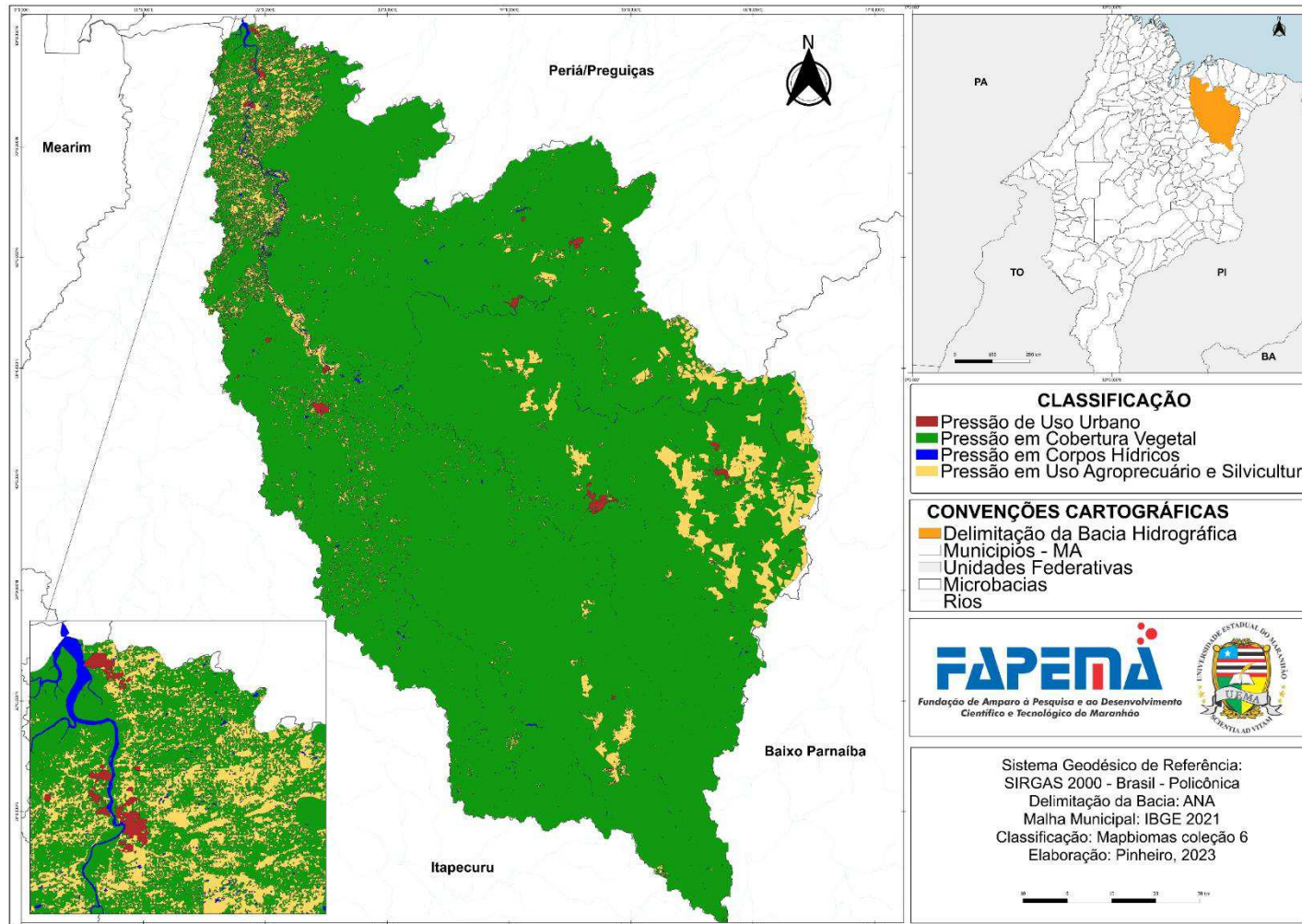
O crescimento da população urbana na área da bacia do rio Munim é principalmente combinação de fatores socioeconômicos, demográficos, geográficos e políticos. Devido esse aumento populacional, as consequências acabam refletindo principalmente nos copos d'água provocando ocorrências de enchentes, inundações e assoreamento no leito dos rios.

O crescimento populacional, a urbanização acelerada, as mudanças climáticas e as demandas por alimentos e recursos naturais estão entre os principais impulsionadores das pressões sobre o uso e cobertura da terra. Essas pressões podem levar ao desmatamento, impermeabilização do solo, poluição, alterações nos padrões de escoamento da água e uma série de outros impactos que reverberam nos sistemas hídricos.

Esta análise explora detalhadamente as diferentes formas pelas quais o uso e cobertura da terra podem impactar os recursos hídricos, examinando tanto os efeitos negativos quanto as estratégias **mitigadoras** que podem ser implementadas. Ao considerar as pressões sobre os recursos hídricos, é imperativo adotar abordagens que

equilibrem as necessidades humanas com a conservação dos ecossistemas naturais, garantindo um suprimento de água seguro e sustentável para as gerações atuais e futuras.

Figura 8. Mapa de Pressão do uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos da BHRM



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

7. MEDIDAS MITIGADORAS AS PRESSÕES AO USO E COBERTURA DA TERRA DA BHRM

As atividades humanas têm exercido uma influência significativa sobre o uso e cobertura da terra, muitas vezes resultando em impactos negativos sobre os ecossistemas, a biodiversidade e os recursos naturais. A urbanização descontrolada, a expansão agrícola, a exploração excessiva de recursos e outras atividades têm levado à degradação dos ecossistemas e à perda de serviços ecossistêmicos essenciais. Reconhecendo a necessidade de equilibrar o desenvolvimento humano com a conservação ambiental, têm-se adotado medidas mitigadoras que visam minimizar ou compensar os impactos adversos ao ambiente.

As medidas mitigadoras ao uso e cobertura da terra abrangem uma variedade de estratégias e ações que buscam reverter ou reduzir os danos causados pelas atividades humanas. Tais medidas visam criar um ambiente mais sustentável, onde as atividades humanas possam coexistir em harmonia com a natureza, preservando os recursos naturais para as gerações presentes e futuras. Essas ações podem envolver desde práticas de conservação e manejo mais consciente da terra até a implementação de políticas e regulamentações que promovam um desenvolvimento equilibrado.

Nesta perspectiva, dentro desta pesquisa se discutirá através do Quadro 1 algumas das principais medidas mitigadoras adotadas para lidar com as pressões sobre o uso e cobertura da terra. Exploraremos como essas medidas podem contribuir para a proteção do meio ambiente, a promoção da biodiversidade e a garantia de um desenvolvimento sustentável, visando à construção de um futuro em que as atividades humanas coexistam de forma harmônica com os sistemas naturais.

Quadro 1 – Medidas Mitigadoras as pressões de uso na BHRM

CLASSIFICAÇÃO	Medidas Mitigadoras
<p>Pressão em Cobertura Vegetal</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investir em programas de reflorestamento e restauração de áreas degradadas, incluindo a recuperação de ecossistemas naturais e a criação de corredores ecológicos que conectem áreas preservadas. Isso contribui para a conservação da biodiversidade e a captura de carbono. • Realizar programas de reflorestamento e plantio de árvores em áreas degradadas, margens de rios, encostas íngremes e locais afetados por queimadas e desmatamentos. • Implementar estratégias de prevenção e combate a incêndios florestais, incluindo educação pública, monitoramento e coordenação entre agências.
<p>Pressão em Uso Agropecuário e Silvicultura</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar práticas de conservação do solo, como plantio direto, cultivo mínimo e cobertura do solo com resíduos de colheita. Isso ajuda a prevenir a erosão do solo, melhorar a qualidade do solo e aumentar a retenção de água. • Integrar árvores e arbustos em sistemas agrícolas, conhecidos como agrossilvicultura, que pode melhorar a fertilidade do solo, promover a diversidade biológica e fornecer produtos florestais. • Praticar o pastoreio rotativo, que envolve o movimento controlado do gado para diferentes áreas de pastagem. Isso permite a regeneração da vegetação e evita a degradação do solo.
<p>Pressão em Corpos Hídricos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adotar sistemas de irrigação mais eficientes, como gotejamento e aspersão controlada, para reduzir o desperdício de água na agricultura. • Implementar regulamentações que limitem o desmatamento em áreas próximas a corpos d'água, reduzindo a erosão e a sedimentação. • Promover a conscientização pública sobre a importância dos corpos d'água, a necessidade de conservação e os impactos das atividades humanas na qualidade da água.
<p>Pressão em Uso Urbano</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver planos de urbanização que considerem a preservação de áreas verdes, a criação de espaços públicos acessíveis e a promoção do uso eficiente do solo, cobertura vegetal e corpos d'água. Isso pode reduzir a expansão desordenada das áreas urbanas e minimizar o impacto sobre a vegetação e os ecossistemas naturais. • Garantir o tratamento adequado de esgotos e efluentes industriais antes de serem lançados nos corpos d'água. • Desenvolver planos diretores que promovam o uso eficiente do solo, a criação de áreas verdes, o adensamento urbano e a acessibilidade. O planejamento deve considerar aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise do uso e cobertura da terra e as pressões sobre os recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Munim revelam uma intrincada relação entre as atividades humanas e os ecossistemas naturais. O crescimento urbano, expansão agrícola, desmatamento, urbanização e outras atividades humanas muitas vezes levam a mudanças drásticas na paisagem, resultando em efeitos cascata nos recursos hídricos. O aumento da impermeabilização do solo, a contaminação da água por poluentes, a erosão do solo, o assoreamento de corpos d'água e a alteração dos padrões naturais de escoamento são apenas alguns exemplos dos impactos negativos que podem ocorrer quando não se consideram de maneira adequada os aspectos de conservação e manejo sustentável.

A pesquisa analisou as atividades correntes na bacia hidrográfica do rio Munim – MA, as observações feitas através dos resultados analisados nos mapas diagnosticam que a exploração dos recursos naturais para atender as necessidades humanas fez com que elevasse a necessidade de abordar as bacias hidrográficas enquanto unidades territoriais de planejamento e gestão. Atualmente, os resultados das ações antrópicas, ditas aqui sob a perspectiva da sociedade, estão intrínsecos nas paisagens, que por sua vez já perderam boa parte de suas características naturais.

O mapeamento do uso e cobertura da terra nos proporciona uma rápida observação do cenário da BHRM e de como a área foi alterado desde o ano de 2000 até 2023. A chegada da pecuária e agronegócio transformou toda a paisagem natural, as pressões causadas pelas modificações antrópicas promoveram grandes degradações em cobertura vegetal, cursos d'água e os solos que ficam expostos aos modeladores de relevo.

A bacia hidrográfica do rio Munim tem suas potencialidades naturais, mas é diferente a realidade atual pois vive em uma realidade local de intensa exploração de recursos naturais. Ao desenvolvimento urbano na área da BH é observado que o principal propósito é para o cultivo de lavouras e pastagens, as áreas afetadas acabam sofrendo alterações geomorfológicas, geológico e hidrológica, toda essa transformação alteram a paisagem da bacia.

Compreender a dinâmica do uso da terra em uma bacia hidrográfica é essencial pois essa área desempenha um papel fundamental nas atividades econômicas e sociais. As bacias hidrográficas são consideradas umas das principais Unidades de

Gerenciamento Territorial (UGT), sendo espaços onde se concentram diversas interações entre o meio ambiente e as ações humanas.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Enner Herenio de. **CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPECURU, MARANHÃO – BRASIL**. *Caminhos da Geografia*, Uberlândia, v. 11, pág. 97-113, fev. 2004.

ALMEIDA, N.; CUNHA, S.; NASCIMENTO, F.; APOLINÁRIO, O. **A fisiográfica da bacia hidrográfica do Riacho Desterro no Cariri e Alto Sertão Paraibano**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2010, Recife, Anais [...]. São Paulo: UGB, 2010. p.1-12.

ATTANASIO, C.M. **Planos de manejo integrado de microbacias hidrográficas com uso agrícola: uma abordagem hidrológica na busca da sustentabilidade**. 2004. 193p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARROS, Jose Sidiney; BANDEIRA, Iris Celeste Nascimento; OLIVEIRA FILHO, Jose Milton de; TEIXEIRA, Sheila Gatinho; SIMÕES, Patricia Mara Lage. **Mapa de Geodiversidade da Ilha do Maranhão, MA**. [S. l.]: CPRM, 2018. 1 mapa, color. Escala 1:80.000.

BOTELHO, A. C.; ALMEIDA, J. G.; FERREIRA, M. G. R. **O avanço dos “eucaliptais”: análise dos impactos socioambientais em territórios camponeses no Leste Maranhense**, *Revista Percurso, Maringá*, v.4, n.2, p. 79-94, dez. 2012. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/Percurso/article/view/17776/10213>. Acesso em 18 fev. 2022.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS-CPRM. **Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil**. São Luís SW/NW, Folhas SA.23-V e SA.23-Y. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:500.000. In: ALMEIDA, H. (org.). Companhia de pesquisa de recursos minerais. Brasília: CPRM, 2000.

CORREIA FILHO, Francisco Lages; GOMES, Érico Rodrigues; NUNES, Ossian Otávio; LOPES FILHO, José Barbosa. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Caxias**. Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. p 53.

COSTA, Allana Pereira. **PRESSÕES DE USO DA TERRA NO BIOMA AMAZÔNICO MARANHENSE**. São Luís, 2022. (UEMA/PPGEO), p 160.

DA SILVA, Rennato Oliveira; ARAÚJO, Thais de Carvalho; DE OLIVEIRA, Kamilla Andrade; MENDES, Telmo José. **DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO**

NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUNIM – MA, 1984 – 2018. Geoambiente On-line, Goiânia, n. 37, p. 88–103, 2020.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, DF: Embrapa. 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

EMBRAPA. Centro de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** - Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2ª ed.2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Relatório do diagnóstico do macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão.** Campinas, SP: EMBRAPA, 2013. 324 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite / Relatório Técnico, v.2).

FERREIRA, Gizele Barbosa. **ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO – MARANHÃO.** São Luís – MA, 2019. (UEMA/Dissertação de Mestrado), p. 178.

FILHO, José Milton de Oliveira; BARROS, José Sidiney (Organizadores). **Geodiversidade da bacia hidrográfica do rio Munim, MA: Nota Explicativa.** Teresina – PI, 2021. p131- Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Programa Geologia do Brasil. ISBN 978-65-5664-183-6.

GARCEZ, L.M.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia.** 2 ed. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 1988, p. 291.

GOUDIE, A. (1995). **The Changing Earth. Rates of Geomorphological Processes.** Oxford: 302 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 02 fev 2022.

IBGE. Manual técnico de uso da terra. 3. ed., Rio de Janeiro, 2013. 170 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 7). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/15826-manual> Acesso em: 03 fev 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Relatório Técnico de Classificação da Vegetação do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (zee-MA).** São Luís – MA, 2020, p. 197. ISBN 978-85-61929-25-1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (zee-MA) Meio Físico-Biótico- Etapa Bioma Cerrado e**

Sistema Costeiro. São Luís – MA, 2021, p. 441. 2 edição, v1. ISBN 978-65-87226-18-7.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@.** Produção agrícola municipal - lavoura permanente. 2013d. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=354530&idtema=136&search=saopaulosalto-de-piraporalproducao-agricola-municipal-lavoura-permanente-2013>. Acesso em: 30 de jan. 2023.

JACOB, Ana Caroline Pitzer. **Geomorfologia Fluvial e Sua Importância no Estudo dos Cursos D'água.** AQUAFLUXUS. 2014

JÚNIO, M.G.; COSTA, C.L; BEZERRA, D.S. **Programa União Pelas Águas — Gestão Participativa para Elaboração e Formação do Pró-Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Munim.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH, 2008.

JÚNIOR, M. G. S.; LUZ, A. C.; BEZERRA, D. S. Formação de educadores ambientais na gestão de comitê de bacia hidrográfica. RENEFARA. Goiânia, v. 3, n. 3, p. 81-107, 2012.

LIMA, W.P.; ZAKIA M.J.B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES; R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação.** 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000. p.33-43.

LOPES, E.; TEIXEIRA, S. Contexto geológico. In: BANDEIRA, I. (org.). **Geodiversidade do estado do Maranhão.** Teresina: CPRM, 2013. 294 p

MARANHÃO, **Bacias Hidrográficas e Climatologia do Maranhão.** São Luís, MA. Núcleo Geoambiental – NUGEO 2016. Disponível em: www.nugeo.uema.br, acesso em: 02 fev 2022.

MARANHÃO. Decreto n. 27.845 de 18 de novembro de 2011. Regulamenta a Lei nº 8.149, de 15 de junho de 2004, que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, com relação às águas superficiais, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado.** São Luís, MA, 18 de novembro de 2011. Disponível em: <http://www.stc.ma.gov.br/legisladocto/?id=4690>. Acesso em: 03 fev 2022.

NASCIMENTO, S. Perda e (ganhos?): **A memória feminina reconstruindo a história, antes e depois da implantação da monocultura de soja no município de Brejo no Maranhão.** Inc, 2., 2010, Belém, Anais [...]. Belém: SBS Norte, 2010. p. 3-20. Disponível em: <http://www.sbsnorte2010.ufpa.br> . Acesso em: 07 fev 2022.

OLIVEIRA, U. C.; OLIVEIRA, P. S. de. Mapas de Kernel como Subsídio à Gestão Ambiental: Análise dos Focos de Calor na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú, Ceará, nos

Anos 2010 a 2015. Revista Espaço Aberto, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.87-99, jan./jun. 2017.

PEREIRA, Patricia Barbosa. **IMPACTOS DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DAS TERRAS SOBRE PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DO ALTO E MÉDIO CURSO DO RIO ITAPECURU, NORDESTE DO BRASIL.** Revista Equador (UFPI), Vol. 11, Nº 1, Ano, 2022, p. 55. ISSN 2317-3491.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados.** Revista do Departamento de Geografia/USP, n. 8, p. 63-73, 1994.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; JACOMINE, Paulo Kingler Tito; ANJOS, Lúcia Helena Cunha dos; OLIVEIRA, Virlei Álvaro de; LUMBRERAS, José Francisco; COELHO, Maurício Rizzato; ALMEIDA, Jaime Antonio de; ARAÚJO FILHO, José Coelho de; OLIVEIRA, João Bertoldo de; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5 ed. Brasília – DF: Embrapa, 2018. 356 p. ISBN 978-85-7035-800-4.

SOARES, I.G. **Análise da vulnerabilidade ambiental ao processo erosivo como subsídio ao planejamento e à gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio Preto-Ma.** São Luís – MA, 2021, p.224.

SOARES, Idevan Gusmão; SANTOS, Luiz Carlos Araújo dos; SZLAFSZTEIN, Cláudio Fabian. **Aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do rio Preto – MA: uma ferramenta para gestão ambiental.** *Ciência Geográfica*, Bauru – jan./dez. 2020. v. XXIV, n. 3, 1105-1128 pág.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 3. ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 2002. 943 p. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v. 4)

Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (zee-MA). São Luís – MA, 2020, p. 197. ISBN 978-85-61929-25-1.