



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS – CECEN
DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA – DHG
CURSO DE GEOGRAFIA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO-MA:
SUBSÍDIOS À CARACTERIZAÇÃO DA ZONA RIPÁRIA.**

SÃO LUÍS – MA

2024

ANDREZA ALVES BARROS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO-MA:
SUBSÍDIOS À CARACTERIZAÇÃO DA ZONA RIPÁRIA.**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araujo dos Santos

São Luís – MA

2024

Barros, Andreza Alves

Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Preto – MA: subsídios à caracterização da zona ripária. / Andreza Alves Barros. – São Luis, MA, 2024.

73 f

Monografia (Graduação em Geografia bacharelado) - Universidade Estadual do Maranhão, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos

1.Zona Ripária. 2.Delimitação. 3.Rio Preto. I.Título.

CDU: 556.51(812.1)

ANDREZA ALVES BARROS

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO-MA:
SUBSÍDIOS À CARACTERIZAÇÃO DA ZONA RIPÁRIA.**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Resultado: **Aprovada.**

São Luís, 14 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ CARLOS ARAUJO DOS SANTOS**
Data: 03/10/2024 11:46:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **ANDREZA DOS SANTOS LOUZEIRO**
Data: 04/10/2024 17:18:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr^a Andreza dos Santos Louzeiro (UEMA)

Documento assinado digitalmente
 **LUIZ JORGE BEZERRA DA SILVA DIAS**
Data: 03/10/2024 13:30:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (UEMA)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sheila e Eufrásio, pelo apoio e suporte necessários durante a graduação.

Ao meu companheiro, Johnathan Fontinele, por todo apoio, incentivo e compreensão comigo durante a graduação e monografia.

Ao meu irmão, Anderson Barros, por ser também minha base e incentivo.

À minha amiga, cunhada e futura geógrafa, Angélica Matos, pelas conversas e apoio durante a reta final do curso.

Ao meu orientador, professor Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos, por toda paciência e auxílio durante a graduação e a iniciação científica e por ter me conduzido nesse trabalho.

Aos colegas da turma de Geografia 2016.2 pelos momentos e aprendizados ao longo dessa caminhada, em especial à minha amiga Debora Aroucha que esteve sempre presente.

Aos professores da graduação em Geografia Bacharelado, por todo aprendizado durante a graduação.

À Universidade Estadual do Maranhão, por conceder ao discentes oportunidades de se desenvolverem em meio ao seio acadêmico, pelo incentivo à pesquisa na Instituição, por ser meu primeiro contato com a pesquisa.

A todos vocês, muito obrigada!

RESUMO

A pesquisa foi desenvolvida na bacia hidrográfica do rio Preto – MA, localizada no Leste Maranhense, mais especificamente em sua zona ripária. A zona ripária é caracterizada pela interação entre o solo, rio e vegetação, fundamentais para a manutenção da geodiversidade e funcionamento hidrológico da bacia. A área de estudo está localizada na bacia hidrográfica rio Preto – MA, que é constituída por quatorze municípios, onde nos últimos anos vem passando por constantes mudanças na sua paisagem devido ao intenso processo de urbanização e às atividades econômicas como o agronegócio. Este trabalho tem como objetivo geral caracterizar os parâmetros geoambientais da zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto – MA. Nesta perspectiva, a fundamentação teórica está pautada em uma discussão sobre a zona ripária: bases conceituais; Delimitação; Marcos legais: instrumento de conservação da Zona Riparia. Para alcance dos objetivos aplicou-se as técnicas de geoprocessamento que permitiu a elaboração dos produtos cartográficos: mapa de localização, mapa de uso e cobertura, mapa de geomorfologia, mapa de geologia *etc.* Além da realização de trabalho de campo com captação de imagens da área de estudo por meio de câmera fotográfica e a utilização de *GPS*. A metodologia aplicada tem por base o Novo Código Florestal, lei nº 12. 651/12, e fornece um material geográfico e cartográfico da bacia como auxílio ao gerenciamento da mesma. A aplicação das técnicas permitiu estabelecer uma área de 981.71 km² de zona Ripária, ameaçada principalmente pelas monoculturas de soja e eucalipto. Os constantes impactos ambientais acarretados ao longo dos anos na área de estudo tornam escassos seus recursos naturais além de descaracterizar a paisagem do Cerrado Maranhense. Portanto, a caracterização e a delimitação são parâmetros necessários para a conservação da zona ripária e da bacia hidrográfica do Rio Preto – MA.

Palavras-Chave: Zona Ripária. Delimitação. Bacia do rio Preto

ABSTRACT

The research was developed in the Preto River Basin, MA, located in the East of Maranhão, more specifically in its riparian zone. The riparian zone is characterized by the interaction between soil, river and vegetation, which are fundamental for the maintenance of the basin's geodiversity and hydrological functioning. The study area is located in the Preto River Basin, MA, which is made up of fourteen municipalities, where in recent years it has been undergoing constant changes in its landscape due to the intense urbanization process and economic activities such as agribusiness. This work has the general objective of characterizing the geoenvironmental parameters of the riparian zone of the Preto River Basin, MA. In this perspective, the theoretical foundation is based on a discussion about the riparian zone: conceptual bases; Delimitation; Legal frameworks: conservation instrument of the Riparian Zone. To achieve the objectives, geoprocessing techniques were applied, which allowed the elaboration of cartographic products: location map, use and coverage map, geomorphology map, geology map, etc. In addition to conducting fieldwork, we captured images of the study area using a camera and GPS. The methodology applied is based on the New Forest Code, law no. 12.651/12, and provides geographic and cartographic material of the basin to aid in its management. The application of the techniques allowed us to establish an area of 981.71 km² of riparian zone, threatened mainly by monocultures of soybeans and eucalyptus. The constant environmental impacts caused over the years in the study area make its natural resources scarce, in addition to altering the landscape of the Cerrado Maranhense. Therefore, characterization and delimitation are necessary parameters for the conservation of the riparian zone and the Rio Preto – MA watershed.

Keywords: Riparian Zone. Delimitation. Preto River Basin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da bacia hidrográfica do Rio Preto	16
Figura 2 - Zona Ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto	33
Figura 3 – Mapa de zona ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto	37
Figura 4 – Mapa de Geologia da bacia hidrográfica do Rio Preto	41
Figura 5 – Mapa de Geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Preto	45
Figura 6 - Mapa solos da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA	51
Figura 7 - Mapa de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA.....	53
Figura 8 - Cultivo de eucalipto no município de Chapadinha-MA	55
Figura 9 - Produção de farinha no município de Chapadinha-MA	55
Figura 10 – Descarte irregular de resíduos sólidos no município de Chapadinha-MA	57
Figura 11 - Área de restinga no município de Belágua – MA.....	59
Figura 12 – Savana arborizada na zona rural de Chapadinha.....	60
Figura 13 - Área de palmáceas no município de Buriti-MA.....	61
Figura 14 - Cultivo de soja e eucalipto.....	62
Figura 15 - Zona Ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto – MA	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diversos temas utilizados para zona ripária	20
Quadro 2 - Descrição das classes de uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Preto-MA	31
Quadro 3 - Características da vegetação dos municípios da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA	63
Quadro 4 - Relação da zona ripária e o uso e cobertura da terra	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características espectrais da imagem Landsat-8	32
Tabela 2- Unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA e suas respectivas concentrações	38
Tabela 3- Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA e suas respectivas concentrações	42
Tabela 4- Classes de solos da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA e suas respectivas concentrações	47
Tabela 5- Classes de uso e cobertura da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA	52

LISTA DE SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
BHRP	Bacia Hidrográfica do Rio Preto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CF	Constituição Federal
CPRM	Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEPLAN	Gerência de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MA	Maranhão
IMES	Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
QGIS	Quantum Gis
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SISEMA	Sistema Estadual de Meio Ambiente
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Geográficas
USGS	United States Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)
ZEE-MA	Zoneamento Ecológico e Econômico do Estado do Maranhão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
Zona ripária: Bases conceituais	17
Delimitação da zona ripária	22
Marcos legais: instrumento de conservação da zona ripária	24
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
I) Análise da zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto	36
II) Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Preto	38
III) Análise do uso e cobertura da terra na BHRP	52
IV) Relação da zona ripária com o uso e cobertura da terra	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
6. REFERÊNCIAS	70

1. INTRODUÇÃO

O termo zona ripária é utilizado tanto para caracterizar a porção do terreno que inclui a ribanceira do rio como a planície de inundação, com suas condições edáficas próprias e a vegetação, aonde ocorre a vegetação ripária.

As zonas ripárias são entendidas como as zonas saturadas que margeiam os cursos d'água e suas cabeceiras e que podem se expandir durante chuvas prolongadas. Zonas ripárias são áreas de saturação hídrica, permanente ou temporária, cuja função principal é a proteção dos recursos hídricos de uma microbacia (ATTANASIO, 2012, p.493).

Zona ripária é definida como um espaço tridimensional que contém vegetação, solo e rio (MASATO, 2003) e se caracteriza pela condição de saturação decorrente da superficialidade do lençol freático na maior parte do ano, de modo que há predomínio de espécies tipicamente adaptadas a essas condições edáficas.

Em relação à função hidrológica, a zona ripária contribui para a conservação da bacia hidrográfica onde está inserida, através de aspectos como escoamento, volume de água, qualidade da água e interação com o sistema aquático. São áreas em que ocorrem mudanças paisagísticas devido aos fenômenos que estão sujeitas como, por exemplo, períodos de inundações e mudanças da fauna.

A degradação ambiental como problemática recorrente em áreas de bacia, é originada pela falta de gestão, que acarreta a perda de qualidade hídrica, no avanço do uso múltiplo da terra sem o devido planejamento (FERREIRA, 2020). As atividades econômicas do agronegócio somadas ao processo de urbanização da região acarretaram diversos problemas ambientais que tornam escassos os recursos naturais, resultante da ação humana, que interferem diretamente na dinâmica dos cursos d'água e na sua disponibilidade.

Do ponto de vista da conservação da saúde da bacia hidrográfica e conseqüentemente dos recursos hídricos, a caracterização e delimitação da zona ripária é um passo fundamental para planejamento e gestão da mesma. Essa delimitação pode ser aferida por métodos expeditos, como pela presença de cursos hídricos, vegetação característica de áreas saturadas ou pelas características do solo.

A gestão dos recursos hídricos se faz necessária através da análise integrada dos aspectos paisagísticos, partindo do pressuposto da capacidade que possui de mostrar soluções

para os problemas ambientais por meio da disseminação do conhecimento, sendo abordado nos aspectos geoambientais e socioeconômicos, sendo o principal meio para encontrar soluções cabíveis para a conservação ambiental.

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio Preto localizada na região Leste do Estado do Maranhão, que possui uma área de aproximadamente 5.235,63 km² e abrange quatorze municípios maranhenses. O Rio Preto, afluente do rio Munim, tem sua nascente localizada no município de Buriti, percorre 266 km e deságua no município de Nina Rodrigues. Os municípios presentes na bacia hidrográfica do rio Preto-MA são: Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Buriti, Brejo, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Santa Quitéria do Maranhão, Nina Rodrigues, Presidente Vargas, Cachoeira Grande e Morros.

A sub-bacia hidrográfica do Rio Preto vem passando por processos de acelerada transformação na sua paisagem desde a inserção de soja e do eucalipto, atividades estas que tem na alteração dos recursos hídricos, no uso da terra, implicando em problemas ambientais decorrentes de uma ausente ou ineficiente gestão na área de estudo e no Estado (FERREIRA, 2019, p. 21)

As populações dos municípios abrangidos pela bacia, por sua vez, não estão isentas da conservação e devem em conjunto com os governantes de cada município se aliarem em defesa da conservação e proteção da bacia hidrográfica do rio Preto- MA (SOARES, 2021).

O manejo do ecossistema ripário, que envolve sua dinâmica e sua vegetação característica, deve ser incluído em planos de manejo de bacias hidrográficas que têm como objetivo a busca de uma agricultura sustentável, a saúde da microbacia, para em última instância, estabelecer a conservação dos recursos naturais e conseqüentemente melhoria da qualidade de vida para a sociedade como um todo (ATTANASIO, 2006).

A monocultura de soja e eucalipto, presente na área da bacia hidrográfica do rio Preto-MA, gera um grande desequilíbrio ambiental alterando principalmente a paisagem. Como consequência das atividades do agronegócio, há um grande déficit de recursos hídricos, pois esse tipo de plantio necessita de uma grande quantidade de água. Esse processo ocorre drasticamente na área da bacia hidrográfica do rio Preto-MA devido à grande extensão de área plantada de soja e eucalipto resultante da expansão do agronegócio na região do Cerrado Maranhense.

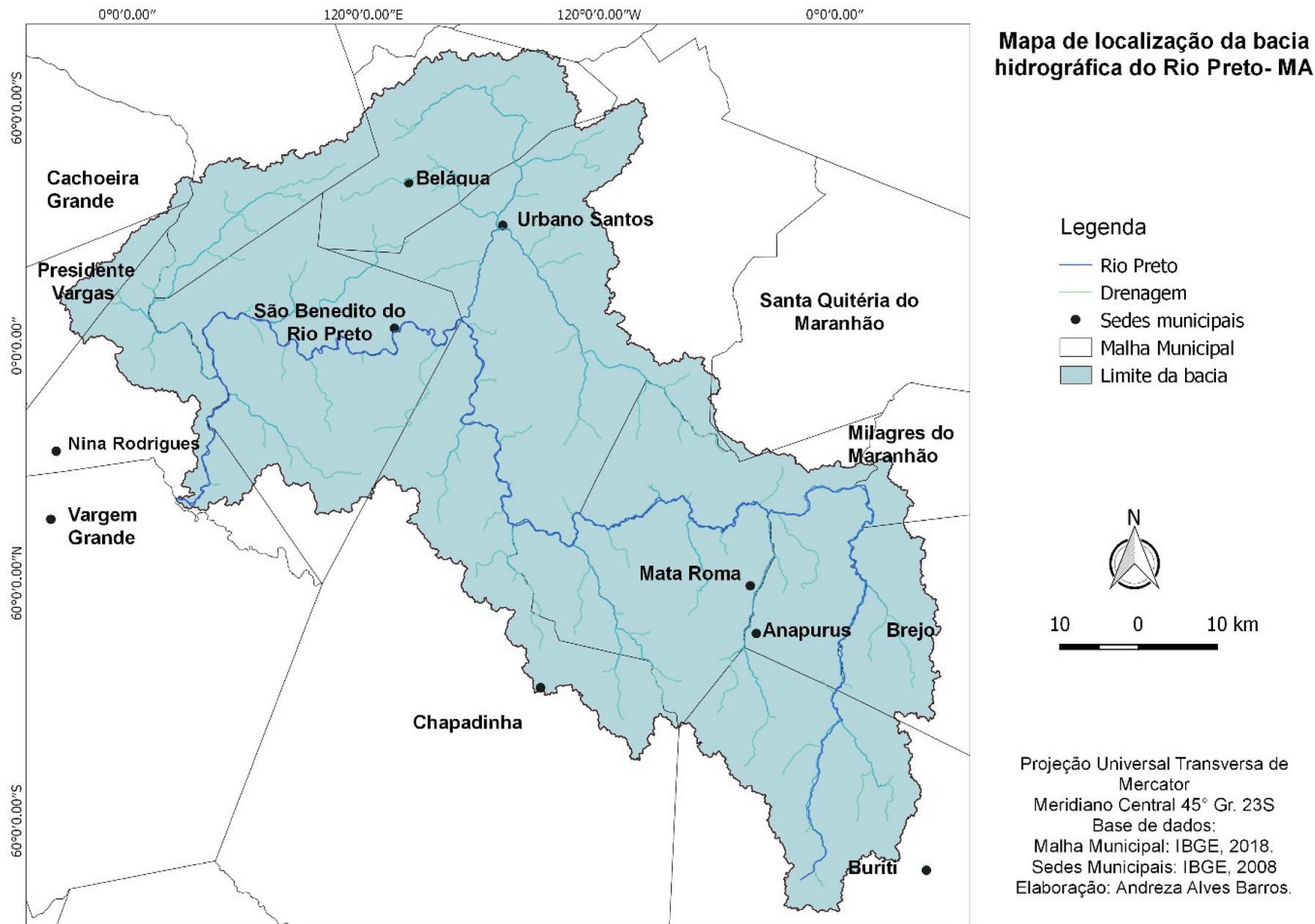
Nesse sentido, a caracterização da zona ripária se mostra uma ferramenta importante e fundamental para o planejamento e gestão ambiental contribuindo para a análise integrada da bacia hidrográfica do rio Preto - MA. A pesquisa poderá ser utilizada pelos gestores municipais e estaduais para ofertar políticas públicas voltadas para a prevenção de problemas futuros e para as administrações inseridas na bacia hidrográfica com o objetivo de oferecer condições necessárias para utilização e preservação dos recursos hídricos.

Toda a bacia hidrográfica situa-se no domínio do bioma Cerrado, sendo este o segundo maior bioma da América do Sul, ocupando uma área de 1.983.017 km², cerca de 23,3% do território nacional (MMA, 2022). Os problemas ambientais decorrentes da urbanização presentes na área da bacia hidrográfica do rio Preto e sua zona ripária são: desmatamento, erosão do solo, assoreamento e poluição dos mananciais, dentre outros.

Considerando a interferência antrópica intensa, decorrente das atividades econômicas nos últimos anos na área de estudo, com destaque para o cultivo da soja e eucalipto, o objetivo da pesquisa é caracterizar os parâmetros geoambientais da bacia hidrográfica rio Preto – MA. Baseando-se nos aspectos teóricos-conceituais e na legislação florestal, a pesquisa aspira contribuir para a comunidade acadêmica e para a população residente na área de estudo.

Dessa forma, o planejamento ambiental se faz necessário através da análise integrada dos aspectos paisagísticos, partindo do pressuposto da capacidade que possui de mostrar soluções para os problemas ambientais por meio da disseminação do conhecimento, sendo abordado nos aspectos geoambientais e socioeconômicos, é o principal meio para encontrar soluções cabíveis para a conservação e a preservação ambiental.

O trabalho encontra-se estruturado, além da introdução e considerações finais, da seguinte forma: Fundamentação teórica, procedimentos metodológicos e resultados e discussão: Análise da zona ripária; Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Preto-MA; Análise do uso e cobertura da terra; Relação da zona ripária com o uso e cobertura. Objetivando realizar a análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA: subsídios à caracterização da zona ripária, a pesquisa consiste nos seguintes objetivos específicos: delimitar a zona ripária, caracterizar os aspectos físicos e identificar as áreas de conflitos da zona ripária.



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Zona Ripária: Bases conceituais

As zonas ripárias caracterizaram-se pela interação dos cursos d'água com a vegetação ripária e solo. São zonas que margeiam os cursos d'água, desde a ribanceira à planície de inundação, e apresentam grande geodiversidade devido aos ecossistemas que as compõem.

A zona ripária pode ser entendida como um conjunto de aspectos geohidrológicos que se relacionam entre si, tendo a sua vegetação às margens dos rios, que desempenham funções ecológicas e hidrológicas importantes para uma bacia hidrográfica. Attanasio (2006) afirma que as zonas ripárias são áreas mais dinâmicas da paisagem, de direta interação entre o ecossistema terrestre e aquático.

Segundo Kobiyama (2003 *apud* Gregory e Ashkenas, 1990), o termo *riparian* (ripária) é derivado da palavra latina para banco de areia junto à margem dos rios e/ou terra perto da água, referindo-se à área próxima ao corpo d'água. Para Kobiyama (2003), zona ripária é definida como um espaço tridimensional que contém vegetação, solo e rio. Neste sentido, o ecossistema ripário, que pertence à zona ripária e os fenômenos que nela ocorrem, torna-se fundamental para manutenção da qualidade de água, do escoamento, da saúde da bacia hidrográfica como um todo.

As zonas ripárias constituem uma parte importante da microbacia, tanto do ponto de vista estético, como ecológico em termos de biodiversidade, principalmente hidrológico. Caracterizam-se pela condição de saturação decorrente da proximidade do lençol freático na maior parte do ano, de sorte que nelas há o predomínio de espécies tipicamente adaptadas a essas condições edáficas (ZAKIA, 1998, p. 01).

Desta forma, destaca-se o termo zona ripária para discutir o espaço tridimensional, ecossistema ripário e as diversas funções e processos que ocupam esse espaço.

O ecossistema ripário, incluindo a dinâmica da zona ripária, sua vegetação e interações, desempenham funções relacionadas à geração do escoamento direto em microbacia, à contribuição ao aumento da capacidade de armazenamento da água, à manutenção da qualidade da água na microbacia, através da filtragem superficial de sedimentos, e à retenção, pelo sistema radicular da mata ripária, de nutrientes liberados do ecossistemas terrestres, além de proporcionar estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos (ATTANASIO, 2006, p. 132)

A zona ripária, espaço próximo às bacias hidrográficas, é discutida de maneiras diferentes entre vários autores devido à complexidade dos fenômenos que ocorrem neste espaço. Nota-se que com o avanço tecnológico e científico, o conhecimento acerca da relação

vegetação, rio e solo tem aumentado significativamente. Entretanto, existem questionamentos sobre como denominar a faixa de vegetação e solos associada ao curso d'água, e assim como quantos metros da faixa para preservação.

Alguns autores definem esse espaço como mata ciliar para referir-se à vegetação às margens do rio. Os termos de uso comum como mata ciliar, floresta de galeria, vegetação ciliar entre outros, tais definições. Vogel et al. (2009) utiliza o termo floresta ripária para denominar o espaço constituído de formações vegetais ao longo do rio. Para Kobiyama (2003), a diversidade dos termos utilizados para referir-se a zona ripária reflete a complexidade do assunto. Porém, se tratando de ciência deve-se uniformizar os termos técnicos. De acordo com Anschau et al. (2017), o termo mais adequado seria vegetação ripária pois abrange além dos cursos d'água, os de ação antrópica como lagunas e represas.

Nesse sentido, o presente estudo, baseado principalmente nos trabalhos de Kobiyama (2003) e Attanasio (2006;2012), utiliza o termo zona ripária para se referir ao espaço que contém solo, rio e vegetação. O Quadro 1 aborda diversos temas utilizados para zona ripária.

Quadro 1 - Diversos temas utilizados para zona ripária

Autor(es)	Termo utilizado	Definição
KOBIYAMA (2003)	Zona ripária	Área próxima ao rio e seus aspectos geohidrológicos.
ATTANASIO (2006;2012)	Zona ripária	As zonas ripárias são as áreas mais dinâmicas da paisagem, de direta interação entre o ecossistema terrestre e o aquático.
VOGEL et al. (2009)	Floresta ripária	São formações vegetais existentes às margens de rios, lagos, lagoas, córregos e nascentes, constituídas pelas mais variadas formações vegetais. Ambientes ripários são de grande importância como habitat e fontes de alimento para a fauna aquática e terrestre sendo, portanto, fundamentais na manutenção da

		biodiversidade.
COELHO et al. (2011)	Ecossistema ripário	Uma zona fundamental para a preservação da qualidade da água e diversificação de habitats em uma bacia hidrográfica.

Fonte: Organizado pela autora

Para Zakia (1998), as zonas ripárias, áreas com saturação hídrica temporária ou permanente encontradas ao longo das margens da rede de drenagem, quanto em pontos mais elevados da encosta exercem importante função do ponto de vista hidrológico, ecológico e geomorfológico.

A vegetação ripária, um dos principais elementos da zona ripária, é caracterizada por ser uma vegetação às margens de um rio, sua função é fundamental para a preservação e conservação dos rios. Porém, estas áreas têm sua vegetação nativa substituída e sofrem outras alterações antrópicas através de atividades como a agricultura e pecuária, em diversos níveis, a exemplo do agronegócio, cujo interesse está relacionado aos aspectos econômicos, buscando as variáveis mais adequadas de qualidade do solo e acesso à água. Por isso, a vegetação ripária possui grande potencial para minimizar os impactos negativos dessas e outras atividades, regulando o equilíbrio ambiental da zona ripária.

A ação antrópica interfere de forma significativa na dinâmica natural. Para atingir seus objetivos específicos, a agricultura proporciona modificações nos mais variados níveis de um ecossistema. O ambiente pode estar alterado pelas ações humanas de forma que as interações necessárias entre flora e fauna se tornem comprometidas, afetando as comunidades bióticas e conseqüentemente os meios físico e socioeconômico (Vogel et al., 2009, p.27)

A vegetação possui a função de preservar áreas próximas às margens dos rios, amenizar a temperatura dos rios e contribuir para a sua biota, além de estabilizar o solo através de suas raízes, evitando fenômenos como o assoreamento. A vegetação ripária ocupa uma das áreas mais dinâmicas da paisagem exercendo uma influência significativa sobre a geomorfologia fluvial. Sendo assim, a retirada da vegetação ripária em torno dos rios pode implicar em inundações, erosão do solo, interfere no habitat das espécies, além da mudança na paisagem.

É de grande importância as funções desempenhadas pela vegetação ripária, sua drástica redução tem causado aumento significativo dos processos de erosão do solo, com prejuízos à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a

degradação de imensas áreas, o que demanda a implantação ou recomposição das vegetações ripárias (Anschau et al.2017, p.23).

Outro elemento fundamental da zona ripária é a sua pedologia. Isto porque os solos agem em conjunto com os cursos d'água e vegetação ripária, assim a proteção dos solos é um aliado contra o processo de erosão, que reduz a fertilidade dos solos. Santos e Soares (2020), destacam que o desmatamento de extensas áreas para atividade agrícola, deixa o solo exposto e torna-o mais suscetível à atuação intensa dos agentes erosivos. Para Vogel et al. (2009), a substituição da vegetação por produtos agrícolas pode causar também uma redução da capacidade de infiltração de água no solo.

A degradação do solo é um dos principais problemas ambientais do planeta, além de ser obstáculo ao aumento sustentável da produtividade do agronegócio brasileiro, pois com a remoção da vegetação ripária para a implementação de lavouras e de pastagens, sem considerar a aptidão do solo e sem a adoção de práticas de manejo e técnicas de conservação de solo, além da destruição de habitats, acelerou o processo erosivo e o assoreamento (Elmore, 1992 *apud* Anschau et al. 2017, p.20).

Existe uma interação entre os processos hidrológicos, geomorfológicos e a vegetação ripária, estes processos possuem suas funções dentro da dinâmica de uma bacia hidrográfica. De acordo com Pinheiro (2013), o conhecimento dos aspectos hidrológicos, enchentes e secas, da área é de suma importância para a recuperação das zonas ripárias. Alves (2016) destaca que a dinâmica da zona ripária está intimamente relacionada aos processos de geração de escoamento na bacia hidrográfica.

As funções hidrológicas presente nas zonas ripárias correspondem à geração de escoamento, quantidade e qualidade de águas, ciclagem de nutrientes, interação direta com o sistema aquático. Enquanto os processos geomorfológicos referem-se à estrutura fluvial, declividade, planície de inundação.

A integridade da microbacia reflete a condição decorrente da evolução natural do ecossistema, ou seja, é o resultado da integração natural da microbacia na paisagem ao longo do processo evolutivo. Fornece desta forma, a base ou referência para a comparação das mudanças ocorridas. A saúde, por sua vez, deve ser entendida como uma condição viável, um estado sustentável, de equilíbrio dinâmico, que seja compatível com a necessidade de uso dos recursos florestais pela sociedade (ZAKIA, 1998, p. 25).

O conhecimento sobre a dinâmica desses ecossistemas é imprescindível para a conservação e recuperação das zonas ripárias, haja vista atualmente as espécies em extinção e os próprios recursos naturais tornando-se escassos. Neste sentido, percebe-se que a preservação

das zonas ripárias, é necessária para manutenção do ecossistema nessas áreas e perpetuação do seu funcionamento hidrológico.

Neste percurso teórico-conceitual, pode-se dizer que a zona ripária é caracterizada pela interação de aspectos hidrológicos, geomorfológicos e vegetação ripária. A definição de zona ripária que este trabalho se baseia principalmente no trabalho de Masato Kobiyama (2003) e Attanasio (2006;2012).

Delimitação da Zona Ripária

A delimitação de zonas ripárias é de suma importância para o manejo das bacias hidrográficas e sua preservação de forma que se estabeleça o perímetro. O planejamento ambiental se faz necessário através da análise geoambiental, partindo-se do pressuposto da capacidade que possui de mostrar soluções para os problemas ambientais e possíveis potenciais. Lima (2003), citado por Attanasio et.al (2006), esclarece que a delimitação de extensão das zonas ripárias, ecossistemas extremamente dinâmicos, complexo e com alta diversidade, é uma importante etapa para o planejamento das práticas de manejo integrado de bacias hidrográficas.

Segundo Augusto et al (2022), a delimitação de zonas ripárias se depara com um cenário de dificuldade metodológica, sobretudo ao se tratar de seus limites em áreas planas, e principalmente de escassa literatura. Em relação à importância da zona ripária e sua delimitação, há constatações acerca das áreas de bacias hidrográficas vêm sofrendo degradação ambiental, isto porque a delimitação e o manejo das zonas ripárias, bem como o próprio conceito, não são tão conhecidos o que dificulta o gerenciamento e as políticas de preservação.

Attanasio et al (2012), citada por Alves (2016), a variabilidade da localização da zona ripária se dá em função da topografia da bacia hidrográfica e das condições de transmissividade do solo. Em áreas planas, a zona ripária pode ser identificada através da presença de vegetação típica de terrenos que possuem temporária ou permanente influência hídrica.

De acordo com Attanasio et al. (2012) e sua metodologia para delimitação de zona ripária em áreas planas a zona ripária pode ser identificada através da presença de vegetação típica de terrenos que possuem temporária ou permanente influência hídrica, já que a metodologia para a delimitação das áreas variáveis de afluência se aplica a terrenos com alguma declividade.

Segundo Attanasio et. al (2012), citada por Alves (2016) afirma que os limites laterais da zona ripária se estenderiam até o limite da planície de inundação, contudo, devem-se considerar os padrões de enchentes que implantam um padrão de variação ripária.

A delimitação da zona ripária serve para a manutenção e preservação do ecossistema ripário, incluindo a restauração das vegetações ripárias, cujo objetivo é manter a saúde da bacia hidrográfica. Um dos aspectos práticos desse zoneamento, além da demarcação precisa de zonas ripárias, é a possibilidade de estabelecer manejo diferenciado para cada área visando não somente diminuir impactos ambientais, mas conservar os recursos naturais. Para Coelho et al. (2011), a delimitação da zona ripária é uma das primeiras etapas para a avaliação desta como um

indicador, e, em tese, seus limites estendem-se às margens laterais dos corpos d'água até o alcance máximo da zona saturada do solo.

No Brasil a delimitação da zona ripária foi desenvolvida pelos autores Lima (2000), Attanasio (2006;2012), Kobiyama (2003), Zakia (1998), Augusto et al (2022), através de modelos hidrológicos e topográficos de características declivosas, e modelos digitais de elevação. A partir disso, tais autores utilizaram do conceito para identificar e caracterizar zonas ripárias através de imagens orbitais. Para Augusto et al (2022), a avaliação quantitativa e qualitativa das feições terrestres utilizando imagens orbitais tem sido feita, dentre outras formas, através do uso dos índices de vegetação.

As metodologias para delimitação da zona ripária abordada pelos autores, destacam-se: modulação computacional, mensurações em campo, identificação da área variável de afluência e da vegetação nativa com influência hídrica temporária ou permanente, bases temáticas, modelos hidrológicos, modelos digitais de elevação, ou imagens de sensores ópticos ativos aplicadas a bacias hidrográficas. De forma geral, a delimitação da zona ripária é imprescindível para contribuir na construção de um meio ambiente equilibrado e na sua preservação, além de diminuir os impactos ambientais causados principalmente pelo agronegócio no Cerrado Maranhense.

Outro método para realização da delimitação da zona ripária é através do Código Florestal, que garante proteção às faixas marginais aos cursos d'água. Sendo a zona ripária um importante elemento das APP's, destaca-se a lei nº 6.938, art. 2º, inciso IV afirma que a "proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas" se torna um princípio que deve ser atendido visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981). Desta forma, proteger as zonas ripárias se faz necessário, pois se constitui uma área com importante representatividade na manutenção da vida.

Observa-se que na Constituição de 1934, tanto no Código Florestal quanto no Código de Águas, não havia um conceito que definisse essas áreas como APP's, entretanto havia preocupação quanto a preservação. De acordo com o decreto nº 23.793, o artigo 23 destaca que os proprietários de terras cobertas de matas não poderiam desmatar mais de $\frac{3}{4}$ da vegetação existente. O conceito de APP é apresentado no Código Florestal de 1965 na lei nº 4.771 e permanece no Novo Código Florestal de 2012, quanto a delimitação houve alterações significativas, sempre com base na largura do rio ou curso d'água.

Essas delimitações mostraram-se menor em 2012 em relação a 1965 e afetaram diretamente os cursos d'água a partir de 50 metros de largura. Em 1965 a delimitação para cursos d'água entre 50 e 100 metros era de 100 metros de APP; em 2012 o curso d'água foi ampliado de 50 a 200 metros e a área de APP também constitui 100 metros, apresentando perda considerável de área de preservação.

O mesmo se aplica para os cursos d'água que em 1965 era de 100 a 200 metros e as APP's de 150 metros; em 2012 o curso d'água passou de 200 a 600 metros e as APP's delimitadas em 200 metros. É perceptível que se ampliou a largura do curso d'água e não houve ampliação da APP de forma proporcional, enquanto o curso d'água teve ampliação de 400 metros a de APP teve apenas de 50 metros.

Mas o que apresentou maior perda foi o curso d'água que era superior a 200 metros e que em 1965 apresentava a APP igual à distância entre as margens ou 600 metros; em 2012 o curso passa a ter limites definidos superior a 600 metros e com área de APP definida em 500 metros. Então cursos d'água com largura maior tiveram perda considerável de APP definida por lei. Esta delimitação inferior pode ter se consolidado em virtude da preocupação quanto ao crescimento urbano e demográfico que se apresenta nas últimas décadas influenciando na demanda maior por espaços disponíveis e recursos naturais.

Marcos legais: Instrumento de conservação da zona ripária

O contexto da legislação federal e do Estado do Maranhão servem como parâmetros para a preservação e conservação de zonas ripárias, bacias hidrográficas e sub-bacias, que são potencializadas quando integradas a outras intervenções e práticas de manejo de recursos hídricos. As faixas marginais aos cursos d'água são protegidas e asseguradas considerando os marcos legais: Leis, Decretos de regulamentação, Medidas Provisórias e Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

De acordo com Lindner e Silveira (2003), constata-se que em todos os Estados do Brasil ocorreu uma redução das vegetações ripárias e a fragmentação das florestas em geral. A pressão exercida para o desmatamento nestas áreas está ligada à expansão agrícola, às pastagens, ao aproveitamento hidrelétrico, entre outros, apesar de sua preservação estar garantida por aparato legal incluindo o Código Florestal.

Em decorrência da importância das zonas ripárias, consideradas como APP's amparadas por lei federal, destaca-se o histórico da legislação florestal como instrumento de conservação das zonas ripárias. O histórico da legislação florestal no Brasil data do século XVIII, quando por volta de 1799 o príncipe D. Pedro II, por meio de uma resolução determinou a distribuição gratuita de sementes com o objetivo de incentivar o plantio de pinheiros.

O primeiro Código Florestal brasileiro foi promulgado em 1934 pelo Decreto nº 23.793, com expansão do controle e fiscalização das vegetações nacionais. Este decreto foi um marco pois regularizava as relações estabelecidas entre o homem e o meio físico, seja para a sua preservação, conservação, exploração ou destruição.

O Código Florestal na década de 30, funcionou como um documento legal para gerenciar a organização imposta pelos homens sobre os espaços naturais, herança de um longo processo geológico. Por cerca de três décadas a legislação sofreu várias mudanças, o que levou a promulgação do segundo Código Florestal Brasileiro de nº 4.771 de 1965, adequando a lei ao novo modelo de uso das florestas que se apresentava, levando em conta a modernização da agricultura. Em 2001 esta lei é alterada pela Medida Provisória nº 2.166/67.

Além do interesse em gerir espaços destinados a agricultura, o interesse em regulamentar o uso e cobertura da terra surgiu, sendo este um dos elementos naturais que mais sofreu apropriação humana ao ponto de ser comercializado como propriedade privada como, por exemplo, o ato de um proprietário interessado em parcelar sua propriedade e vendê-la em porções, denominadas de lotes.

Em 1988 é promulgada a Carta Magna do Brasil, nela se apresenta interesse pelo meio ambiente. O art. 170 que trata dos princípios gerais da atividade econômica inclui no inciso VI a defesa do meio ambiente, visto de fato como mercadoria e que deve ser preservado visando a ordem econômica na prestação de produtos e serviços inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental, assegurando a todos existência digna, pois o meio ambiente quando está em desequilíbrio reflete diretamente em sua população.

O art. 225 da Constituição Federal – CF versa sobre o meio ambiente, e assegura que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

A premissa do direito de todos a terem acesso ao meio ambiente propício para o desenvolvimento da vida, como também o dever de todos de defender e preservar o meio ambiente de forma que as presentes e futuras gerações possam usufruir de seus benefícios, vai de encontro ao princípio norteador de desenvolvimento sustentável que consiste em “atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras atenderem também às suas” (CMMAD, 1991).

Embora a CF apresente artigos de proteção ao meio ambiente, a cultura do solo avança e mais espaços são necessários para o desenvolvimento da agricultura e ocupação, com isso surge a necessidade de adequar o Código Florestal de 1965 às mudanças na lavoura, que avançam em diversas áreas por todo o Brasil. Assim, o Projeto de Lei nº 1.876/99 é elaborado e dispõe sobre as áreas de preservação permanente e outras áreas específicas, este em conjunto com o Segundo Código Florestal daria um norte para a elaboração do Novo Código Florestal sancionado em 2012 sob o nº 12.651. No atual Código Florestal foram definidos os percentuais e localização de APP's, do qual as zonas ripárias se enquadram. No art. 3º parágrafo II desta lei há a definição de APP:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012, p. 02).

As áreas de APP desempenham importante papel no meio ecológico, por este motivo há relevância em priorizar sua permanência junto aos fluxos fluviais. Visando isto, a atual legislação destaca as diversas funções ambientais desempenhadas pelas APPs, onde é preconizada uma extensão específica que deve ser respeitada conforme a largura do canal fluvial. Dessa forma, deve haver preservação das áreas existentes, e recuperação das áreas que se encontram degradadas.

Sabe-se que as APP's estão diretamente relacionadas aos recursos hídricos, sobre esta temática é importante destacar a Lei nº 9.433/97 que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH e que logo no art. 1º expõe os fundamentos desta lei seguidas pelos incisos: “I - a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (BRASIL, 1997). O teor dos incisos apresentados deixa explícito que a água, diferentemente do solo, constitui-se um bem de domínio público, porém limitado e

por isso deve ser preservado. Levando em consideração que as vegetações ripárias só existem nas margens de cursos d'águas destaca-se que sem água fluvial não existe zona ripária.

Assim, como na CF é assegurado o direito ao meio ambiente sadio que atenda às necessidades desta e das próximas gerações, a PNRH também preconiza o direito de acesso aos recursos hídricos com padrões de qualidade necessários a existência humana. Para isso além da atuação da sociedade, o poder público também tem sua parcela de responsabilidade. A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH estabelece os comitês de atuação frente a conservação e gestão de bacias hidrográficas e recursos hídricos sempre lembrando que a água é um bem dotado de valor econômico. Preservar os recursos hídricos fluviais possibilita a preservação de APP's, assegurada pela legislação florestal e fiscalização dos órgãos competentes.

Segundo Santos (2012), o regime de proteção da APP é bastante rígido, a regra é a intocabilidade, admitida excepcionalmente a supressão da vegetação apenas nos casos de utilidade pública ou interesse social legalmente previstos. São áreas de grande importância para o meio ambiente e ao mesmo tempo áreas que apresentam muita fragilidade pois quando degradadas podem prejudicar o bem estar da população.

É vedado, qualquer alteração ou modificação em APP, incluindo a vegetação ripária, tanto em área urbana como rural, uma vez que esta deve estar assegurada pelo plano diretor e às leis de uso e ocupação do solo como expõe o Código Florestal. Entretanto a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 369/06, expõe no art. 1º “que o órgão ambiental competente pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP desde que seja de utilidade pública ou interesse social, ou para a realização de ações consideradas eventuais e de baixo impacto ambiental” (BRASIL, 2006).

Isto acaba por gerar conflitos oriundos da ocupação indevida das áreas de zona ripária. Por um lado, se apresenta agricultores que veem estes espaços como potencial produtivo ou como meio de acesso dos animais à água. Há ainda interesses para a extração de areia, o corte seletivo de madeira, a mineração, a indústria, dentre outros. Por outro lado, Lima e Zakia (2000) apontam que sua preservação e restauração, visando a proteção de suas funções, são essenciais na busca da sustentabilidade.

Outro fator não menos relevante é a ausência de fiscalização efetiva pelos órgãos ambientais competentes, seja pela falta de recurso humano, infraestrutura ou omissão das autoridades competentes, que associadas a vastidão territorial do Brasil acabam por negligenciar o processo de fiscalização em muitas áreas. Esse sistema de impunidade colabora

para o uso indevido desses espaços, gerando impactos ambientais e tornando escassos os recursos naturais. É importante destacar que o crescimento demográfico e urbano e a falta de planejamento das cidades também colaboram com a ocupação indevida próxima aos cursos d'água.

A zona ripária, objeto deste estudo, está inserida na bacia hidrográfica do Rio Preto-MA, que abrange quatorze municípios do Maranhão, sendo relevante expor aqui a legislação estadual como parâmetro para a conservação de ambas. No Maranhão destaca-se a Lei Estadual de nº 5.405/1992 que institui o Código de Proteção do Meio Ambiente, dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) e o uso adequado dos recursos naturais no estado do Maranhão. Esta Lei apresenta as normas e diretrizes de proteção dos recursos naturais do Maranhão dos quais os elementos da zona ripária estão incluídos, conforme descrito no Art. 6º:

A proteção, o controle e a melhoria do meio ambiente compreenderão as atividades, programas, diretrizes e normas relacionadas com a flora, fauna, pesca, ar, conservação e uso do solo e do subsolo, dos recursos hídricos, bem como a defesa do patrimônio cultural paisagístico e turístico (MARANHÃO, 1992, p. 01).

Os elementos incluídos na zona ripária de destaque no artigo 6º são flora (vegetação), conservação e uso do solo e subsolo (pedologia) e recursos hídricos, que foram abordados ao longo da pesquisa. Esta mesma lei ainda estabelece a criação do SISEMA que tem por objetivo conforme Art.10º “a administração da qualidade ambiental, proteção, controle, desenvolvimento e uso adequado dos recursos naturais do Estado e concretização da política estadual do meio ambiente” (MARANHÃO, 1992), o que possibilita coordenar e integrar ações dos diferentes órgãos e entidades da administração pública em áreas de bacias hidrográficas e zonas ripárias.

Outro marco legal é a Lei de nº 8149/2004 que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH-MA) e o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos. Esta lei traz no Art. 2º inciso V o conceito de bacia hidrográfica como sendo “a unidade físico-territorial para implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos” (MARANHÃO, 2004). Esta lei é voltada para preservação dos recursos hídricos no estado do Maranhão tendo a bacia hidrográfica como objeto de atuação e conseqüentemente sua zona ripária.

Os objetivos expostos no Art. 3º da Lei nº 8.149/2004, estão em consonância com a CF e a PNRH, destaca-se o inciso III que dispõe sobre “a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes de uso inadequado dos recursos naturais,

que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública, e prejuízos econômicos e sociais” (MARANHÃO, 2004) levando em consideração o atual cenário que se desenvolve no perímetro da zona ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA.

Sobre a gestão dos recursos hídricos e seus fundamentos, o inciso IV do art. 2º aponta que “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas” (MARANHÃO, 2004), assim se consolida o direito ao acesso a água para as mais diversas finalidades, ressalta-se ainda que esta seja dotada de valor social e econômico e deve ter o direito de uso outorgado pelo órgão estadual competente a fim de ter o direito de acesso garantido para esta e as próximas gerações.

Na legislação brasileira, a zona ripária é estabelecida, na prática, conforme a largura dos corpos d’água, sendo protegida como área de preservação permanente (Brasil, 1965), através dos marcos legais que constituem um elemento básico para sua conservação. O uso dessa área é permitido em casos de utilidade pública, como obras de infraestrutura, ou no caso de interesse social, como no caso da pequena propriedade agrícola aliada às práticas de manejo sustentável (Brasil, 2000) as quais podem implementar a funcionalidade do sistema, diminuindo a contaminação dos corpos d’água por poluentes antropogênicos.

Toda a APP é composta por um curso d’água preservado e os elementos que a compõe, ainda que ao longo dos anos a proteção à faixa marginal aos rios tenham diminuído não deixa de ser considerada APP. Em todo o Estado do Maranhão, a supressão da vegetação ripária tem sido uma das maiores ameaças à qualidade dos recursos hídricos. A análise geoambiental de bacias hidrográficas sob o aspecto da legalidade torna-se subsídios importantes para a construção de um plano nacional de gerenciamento da zona ripária.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho é um documento descritivo pesquisa sobre a análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA com subsídios à caracterização da zona ripária considerando o objetivo geral e os específicos. A metodologia aplicada consiste em etapas como o levantamento bibliográfico, cartográfico, trabalhos de campo realizados na área de estudo e Legislação Florestal.

As pesquisas bibliográficas foram realizadas a partir de trabalhos e artigos publicados no âmbito da Geografia Física, bacias hidrográficas e zonas ripárias. Nesta perspectiva, este trabalho está fundamentado nos seguintes autores: Alves (2016), Zakia (1998), Kobiyama (2003), Pinheiro (2013), Attanasio (2006), Barros (2015). Além de pesquisas já realizadas na área de estudo, na bacia hidrográfica do Rio Preto-MA, tais como: Soares (2018;2021), Ferreira (2019), Aroucha (2021) e Santos e Soares (2022).

Outra etapa dos procedimentos metodológicos que serviu de base para destacar a importância da zona ripária e para realização da delimitação consiste no Código Florestal de 2012 (Lei nº 12.651/12) e nas leis estaduais:

- a) **Lei Estadual nº 8.149**, de 15 de junho de 2004. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
- b) **Lei Estadual nº 5.405**, de 08 de abril de 1992. Institui o Código de Proteção do Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão.

Na produção da base cartográfica foram utilizados diferentes dados (orbitais altimétricos e morfométricos). Os procedimentos metodológicos foram executados a partir do SIGs SPRING e Quantum Gis versão 2.18. O processo de aquisição dos dados orbitais foi realizado através do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) e Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS).

Primeiramente, ressalta-se que todos os dados vetoriais e matriciais utilizados no processamento e mapeamento foram projetados para o sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS-2000, Zona 23 Sul, assim como, recortados para a área de estudo.

Para a delimitação da zona riparia considerou-se a cobertura vegetal, curva de nível e declividade. Para a caracterização física foram usadas as bases cartográficas do CPRM. A caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio Preto – MA foi realizada a partir do estudo da literatura especializada, bases do IBGE e CPRM, referente aos aspectos geológicos, das unidades de relevo, da drenagem e dos solos.

As imagens orbitais em composição colorida recortadas para a área de estudo, serviram de base para a realização do mapeamento do uso e cobertura da terra. As classes foram baseadas de acordo com o Manual Técnico de Vegetação Brasileira do IBGE (2012), Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013) e do Relatório final do Macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão da EMBRAPA (2013). O Quadro 1 a seguir descreve as classes de uso e cobertura presentes na área de estudo.

Quadro 2- Descrição das classes de uso e cobertura da terra.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Agricultura	De acordo com Santos e Soares (2020), desde a década de 1980 a área da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA tornou-se uma fronteira agrícola para onde se direcionaram projetos de expansão do agronegócio.
Pastagem	As áreas de pastagem se configuram como cultura agrícola onde o pasto é o alimento quase que exclusivo usado na pecuária.
Área urbana	Áreas caracterizadas por manchas urbanas edificadas com predominância de construções, até pequenos distritos, lugarejos, vilas com pouca estrutura urbanística com concentração populacional diferenciada da área rural.
Silvicultura	Áreas com padrão de cobertura da terra compatíveis com as diferentes fisionomias que compõem o Bioma Cerrado, ainda que apresentem algum nível de alteração em relação à paisagem original, em função da presença de atividades produtivas pouco intensivas ou de subsistência, como as pastagens naturais.
Vegetação Secundária	As áreas de vegetação secundária se caracterizam também por ser uma vegetação em processo de recuperação, na área de estudo estão associadas ao plantio de soja e eucalipto que foram abandonadas por seus proprietários.
Vegetação ripária	A vegetação ripária ocupa uma das áreas mais dinâmicas da paisagem exercendo uma influência significativa sobre a geomorfologia fluvial.
Formações pioneiras com influência marinha (Restinga)	Na área de estudo a classe Formações Pioneiras estão associadas às paleodunas, que estão presentes na região norte da bacia hidrográfica.
Savana Arborizada	Sinônimo de Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso, é um subgrupo de formação natural ou antropizado, que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeita ao fogo anual (EMBRAPA, 2013).

Floresta Estacional Semidecidual Submontanda	A classe Floresta Estacional Semidecidual submontana é representada pela Mata de Cocais (é um ecossistema onde pode-se encontrar babaçu, carnaúba, oiticica e buriti etc.)
Corpo d'água	Essa classe envolve uma área de 6,69 Km ² , alguns desses espaços são açudes para armazenar água para o gado beber, outros são para criar peixe.

Fonte: IBGE, 2013.

A partir dos dados cartográficos da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA foram feitos os recortes dos produtos cartográficos somente para as áreas da zona riparia. Para estabelecer a delimitação da zona ripária utilizou-se as imagens orbitais da USGS (United States Geological Survey) com as seguintes especificações: sensor/plataforma: OLI-TIRS/Landsat-8; órbita/ponto: 220/62 e 220/63; data de passagem: 21/08/2018. Essas imagens de satélite foram obtidas no seguinte endereço eletrônico: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. O Quadro 2 apresenta algumas características das imagens Landsat-8 que foram baixadas no site da USGS.

Tabela 1 - Características espectrais da imagem Landsat-8

Bandas	Faixa Espectral (µm)	Resolução Espacial (metros)
Banda 1 – Costeira/ Aerossol	0,43 – 0,45	30
Banda 2 – Azul	0,45 – 0,51	30
Banda 3 – Verde	0,53 – 0,59	30
Banda 4 – Vermelho	0,64 – 0,67	30
Banda 5 – Infravermelho Próximo	0,85 – 0,88	30
Banda 6 – Infravermelho Médio	1,57 – 1,65	30
Banda 7 – Infravermelho Médio	2,11 – 2,29	30
Banda 8 – Pancromática	0,50 – 0,68	15
Banda 9 – Cirrus	1,36 – 1,38	30
Banda 10 – Infravermelho Termal (TIRS1) 1	10,60 – 11,19	100
Banda 11 – Infravermelho Termal (TIRS2) 2	11,50 – 12,51	100

Fonte: (USGS, 2015).

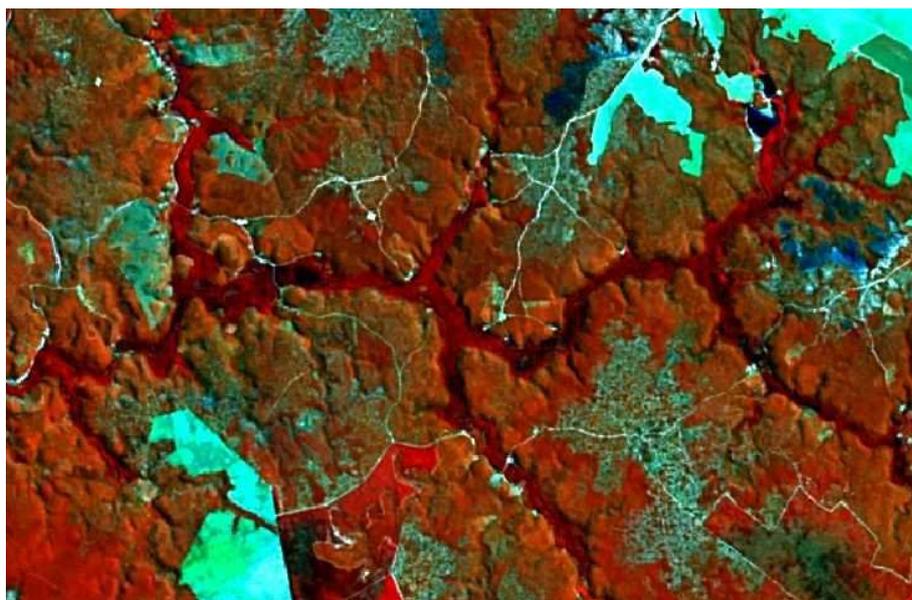
Com a aquisição das imagens supracitadas, efetuou-se no Sistema de Informação Geográfica (SIG) Quantum GIS versão 2.18.16 a reprojeção para o sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum: SIRGAS-2000, Zona 23S. Para as imagens do satélite Landsat-8 foram realizadas o empilhamento (sobreposição) das bandas espectrais 6(R),

5(G) e 4(B), e posteriormente, recorreu-se a técnica de fusão de imagem, *Pan Sharpening*, utilizando-se a banda 8, pancromática, com as bandas 6, 5 e 4 que foram empilhadas, preservando-se o conteúdo, cor da imagem composta, utilizando-se para esse processamento o provedor *Orfeo Monteverdi* do Quantum GIS.

O procedimento mencionado anteriormente tem o intuito de facilitar a interpretação visual da carta-imagem produzida, pois as bandas espectrais 6, 5 e 4 ficaram com uma resolução espacial de 15 m após a técnica de fusão da imagem com a banda pancromática. Vale sublinhar que a pancromática tem uma resolução espacial de 15 metros conforme a Tabela 1 e que esse processamento foi realizado para as órbitas/ponto: 220/62 e 220/63. Logo após a fusão das imagens realizou-se o mosaico das duas cenas (220/62 e 220/63).

Após as etapas mencionadas realizou-se a importação das imagens processadas para o ambiente de trabalho do SIG SPRING versão 4.3.3, onde aplicou-se um contraste linear e uma composição colorida falsa-cor (false color) nas bandas 5(R) 6(G) 4(B). Este procedimento favoreceu a identificação das zonas ripárias, pois as mesmas ficaram com uma cor vermelha com tonalidade mais escura se comparada às demais formações vegetais que tinham uma tonalidade de vermelho mais claro (Figura 2). A vegetação de cor verde reflete intensamente a energia eletromagnética no comprimento de onda relativo ao infravermelho, aparecendo, portanto, em cores vermelhas.

Figura 2 – Zona Ripária da bacia hidrográfica do rio Preto- MA (Fundo de vale)



Fonte: USGS (2018).

A composição colorida de bandas associadas à resolução espacial de 15 metros favoreceu a identificação das zonas ripárias baseada no fundo de vale. Logo após estas aplicações realizou-se a vetorização das zonas ripárias no SPRING em escala de 1:100.000, utilizando-se as ferramentas da Edição Topológica. Em alguns momentos de dúvidas na identificação das zonas recorreu-se a observação das imagens de alta resolução espacial do *Google Earth Pro*.

Com o intuito de favorecer a identificação da zona ripária da bacia do rio Preto-MA, recorreu-se também ao mapeamento das Áreas de Preservação Permanente (APP). Neste sentido, o mapeamento da APP foi realizado de comum acordo com o que é preceituado pelo Novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012). Levou-se em consideração a largura dos cursos d'água de 100m com a faixa de zona ripária de 200m para esquerda e direita, totalizando 400m de zona ripária. Em seu artigo 4º considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas:

I - As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- b) 50 metros, para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- c) 100 metros, para os cursos d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura;
- d) 200 metros, para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura;
- e) 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

Para o mapeamento da APP procedeu no QGIS à criação do *buffer* (área de influência) da rede de drenagem da bacia. Utilizou-se para a criação dessas áreas protegidas o algoritmo de geoprocessamento - *buffer* de distância fixa. As distâncias foram estabelecidas, conforme proposto pelo Código Florestal, para os canais de 1ª e 2ª ordem 30 m de largura, para os de 3ª a 7ª ordem 50 m e 100 m para o rio principal, ou seja, o rio Preto.

Logo após a etapa de mapeamento das áreas protegidas, procedeu-se no QGIS a importação do *shapefile* das zonas ripárias vetorizadas, anteriormente, no SPRING, e em seguida utilizou-se o algoritmo mesclar camadas vetoriais para realizar a mesclagem da APP com a zona ripária. Este procedimento de mesclagem de APP e zona ripária visa abranger as áreas ripárias que não foram contempladas na vetorização devido à escala de mapeamento adotada.

Para Marconi e Lakatos (1996) a pesquisa de campo é uma fase que é realizada após o estudo bibliográfico, para que o pesquisador tenha um bom conhecimento sobre o assunto, pois é nesta etapa que ele vai definir os objetivos da pesquisa, as hipóteses, definir qual é o meio de coleta de dados, tamanho da amostra e como os dados serão tabulados e analisados. Em relação aos trabalhos de campos, foram realizados na bacia hidrográfica do Rio Preto-MA nos seguintes municípios:

- a) Urbano Santos;
- b) São Benedito do Rio Preto;
- c) Anapurus;
- d) Mata Roma;
- e) Buriti;
- f) Chapadinha;
- g) Belágua.

Esta pesquisa deu-se continuidade ao projeto de iniciação científica da Universidade Estadual do Maranhão e os trabalhos de campo foram realizados nesse período. O primeiro trabalho de campo ocorreu em 29 e 30 de junho de 2018 e no dia 01 de julho do mesmo ano, enquanto o segundo trabalho de campo ocorreu nos dias 18 a 21 de abril de 2019.

Na oportunidade foi observado a situação geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA e sua zona riparia. Nesta etapa de trabalho, usou-se de recursos icnográficos (fotográficos) registrando pontos de interesse para a pesquisa, coletas de dados através do aparelho GPSMAP Garmin 64, além de conversas com moradores da área da bacia hidrográfica. Esse trabalho destaca a importância do trabalho de campo bem como ouvir os moradores locais consiste numa etapa fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, percepção da paisagem da bacia hidrográfica para aplicação da Geografia Física.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados alcançados nesta pesquisa detalhados nos seguintes itens: Análise da zona ripária, análise geoambiental, análise de uso e cobertura da terra e sua relação com a zona ripária.

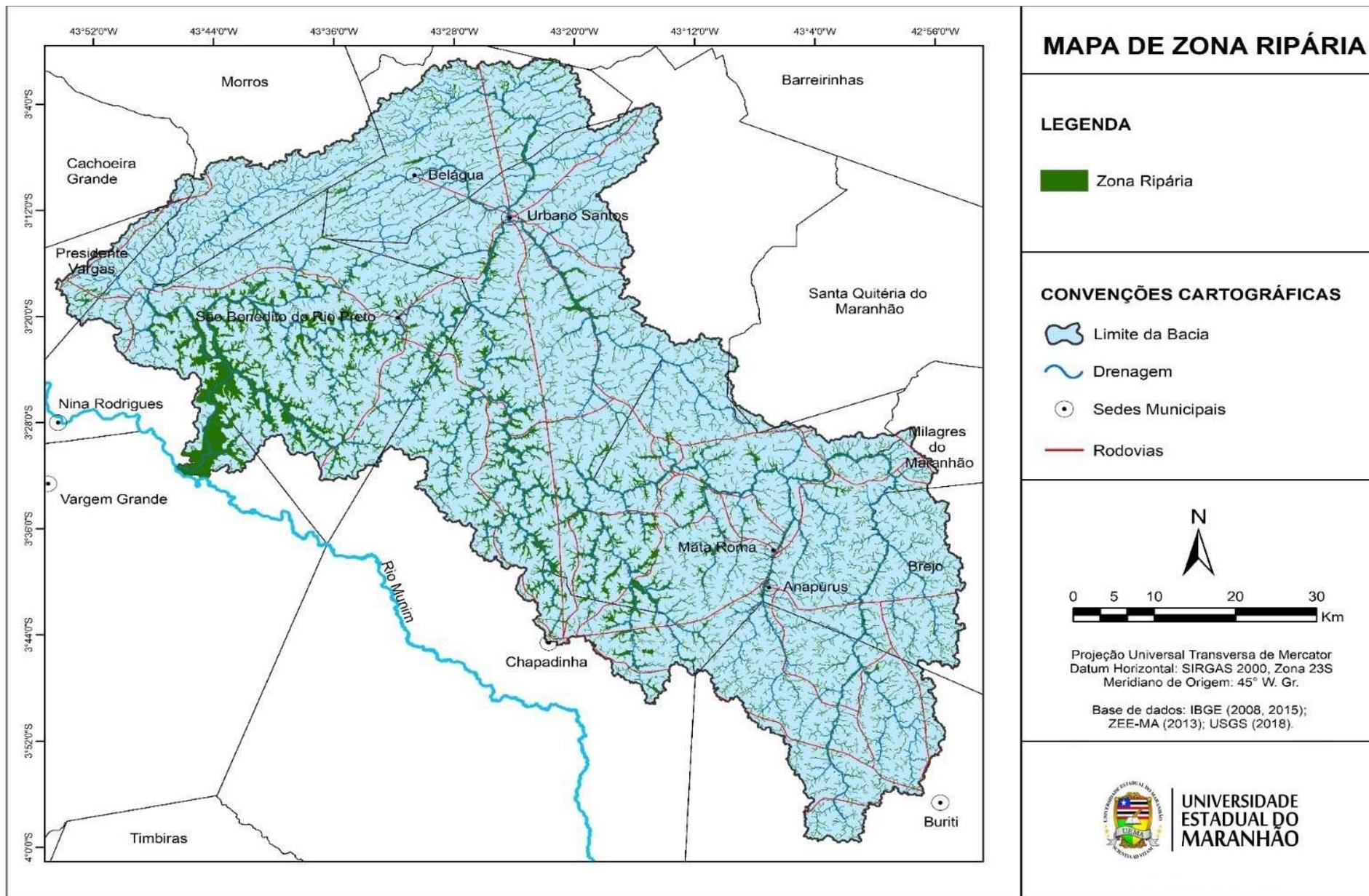
I) Análise da zona riparia da bacia hidrográfica do rio Preto – MA

Os procedimentos metodológicos que considerou as curvas de nível, cobertura vegetal e Apps, permitiu estabelecer as áreas da zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto (Figura 2). A aplicação da técnica permitiu estabelecer uma área de 981.71 km² da zona ripária, com faixa de APP de 400m de acordo com o Código Florestal de 2012 (Lei nº12.651/12).

A maior concentração da zona ripária encontra-se a oeste da bacia nos municípios de Nina Rodrigues e São Benedito do Rio Preto. Estas áreas encontram-se em relevo com predominância de planície, onde predomina a maior parte de vegetação ripária conservada. Na região leste da bacia com ênfase para os municípios de Brejo, Buriti, Anapurus, Mata Roma e Chapadinha, representam as áreas da zona ripária com menor concentração, em vários pontos até mesmo inexistente.

Desta forma, recomenda-se a recuperação das áreas degradadas da zona ripária com a implementação de fiscalização previstas em lei. Para entender melhor a zona ripária, busca-se caracterizar os aspectos geoambientais da bacia hidrográfica do Rio Preto, entre outras informações para análise da área da pesquisa. Sendo assim, a identificação da zona ripária deve ser encarada como requisito básico para manejo e uso racional dos recursos naturais.

Figura 3 – Mapa de Zona Ripária da bacia hidrográfica do rio Preto



Fonte: Barros, 2024.

II) Análise geoambiental da bacia hidrográfica do Rio Preto – MA

Neste item faz-se uma pequena caracterização dos elementos da geografia física: geologia, geomorfologia, solos suas respectivas análises, fundamentais para análise da bacia hidrográfica do rio Preto-MA e consequentemente da sua zona ripária.

Geologia

Os aspectos geológicos são tão importantes quanto os geomorfológicos para a delimitação da zona ripária. A geologia constitui elemento indispensável na análise geoambiental e fundamental parâmetro no processo de gerenciamento do território em bacias hidrográficas. Dessa forma, identificou-se as seguintes unidades litoestratigráficas: Depósitos aluvionares, Depósitos eólicos continentais antigos, Grupo Barreiras, Grupo Itapecuru e Formação Codó (Tabela 3).

Tabela 2- Unidades litoestratigráficas da bacia hidrográfica do rio Preto-MA e suas respectivas concentrações

Unidades litoestratigráficas	Sigla	Área em (km²)	Área em (%)
Depósitos Aluvionares	Q2a	252,27	4,82
Depósitos Eólicos Continentais Antigos	N34e	1.944,86	37,15
Formação Codó	K1c	12,05	0,23
Grupo Barreiras	N12b	1.381,93	26,39
Grupo Itapecuru	K12it	1.644,53	31,41
Total		5.235,64	100,00%

Fonte: CPRM (2012). **Organização:** Barros (2024).

Depósitos Aluvionares (Q2a)

Os Depósitos Aluvionares datados desde o Cenozoico são constituídos por sedimentos arenosos e argilosos transportados e depositados pelos rios e igarapés. Os Depósitos Aluvionares que constituem os sedimentos clásticos inconsolidados, relacionados às planícies aluvionares atuais dos principais cursos d'água são, basicamente, depósitos de planícies de inundação (FERREIRA, 2019).

Os seguintes municípios estão inseridos nessa formação geológica: Anapurus, Nina Rodrigues, São Benedito do Rio Preto, Urbano Santos, Morros, Chapadinha, Mata Roma, Buriti, Milagres do Maranhão e Brejo.

Depósitos Eólicos Continentais Antigos (N34e)

Os Depósitos Eólicos Continentais Antigos, localizados na região nordeste do Maranhão, são caracterizados por campos de dunas fixas constituídos por areias esbranquiçadas, de granulometria de fina a média, bem selecionadas e maduras (FERREIRA, 2019). Datados desde a era Cenozoica, são originados por processos eólicos de tração, saltação e suspensão subaérea; fácies de dunas e interdunas.

Estes Depósitos sobrepõem-se, a sul o Grupo Itapecuru, a leste o Grupo Barreiras e a norte a Bacia de Barreirinhas e estão localizados nas regiões norte e leste da bacia (SOARES, 2018). Os seguintes municípios estão presentes nessa formação geológica: Morros, Cachoeira Grande, Belágua, Presidente Vargas, São Benedito do Rio Preto, Urbano Santos, Anapurus, Santa Quitéria do Maranhão e Milagres do Maranhão.

Formação Codó (K1c)

A Formação Codó (Cretáceo Inferior) é constituída, predominantemente, por folhelhos negros, argilitos calcíferos, pelitos, calcário e arenito com gipso de ambiente lagunar (LOPES; TEIXEIRA, 2013). Conforme IMESC (2021), a Formação Codó constitui-se de arenitos amarelados a bege claro, arenitos finos a médio e areno-siltoso, maciços, estratificação plano-paralela e com mega estratificação cruzada, presença de finíssimas plaquetas de micas, por vezes silicificados e carbonático.

Geralmente propensos à erosão, com extração de calcário, gipsita e argila. Os municípios presentes nessa formação geológica são: Chapadinha, Nina Rodrigues, Presidente Vargas e São Benedito do Rio Preto.

Grupo Barreiras (N12b)

O Grupo Barreiras surge no nordeste do Estado formando tabuleiros isolados nas bacias do Gurupi e Pindaré. São arenitos pouco consolidados, vermelhos, algumas vezes sílticos com intercalação de caulim, constitui uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha

(ARAI, 2006). O Grupo Barreiras (Cretáceo Inferior) é constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha (LOPES; TEIXEIRA, 2013).

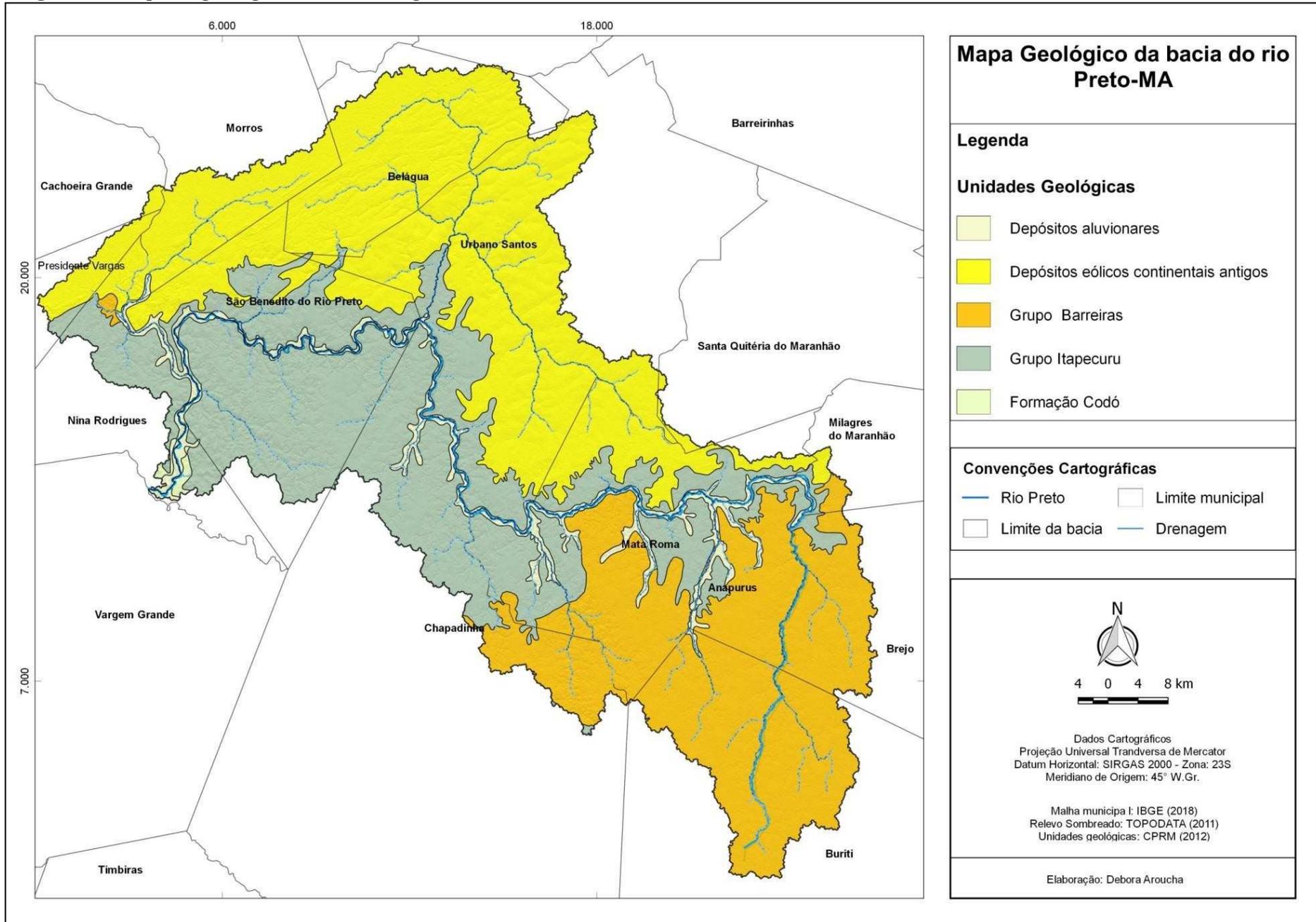
Esse domínio geológico está localizado a leste da bacia do Rio Preto – MA possuindo uma área de 1.381,93 km², predominando nessa área o cultivo de soja e eucalipto (AROUCHA, 2021). A Formação Barreira está presente nos municípios de Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Brejo, Milagres do Maranhão, Nina Rodrigues e Buriti.

Grupo Itapecuru (K12it)

O Grupo Itapecuru é datado desde o período Cretáceo superior é constituída de arenitos finos, silticos, amarelos-acinzentados, argilosos, calcíferos, com restos de plantas; intercalam-se com arenito médio, branco amarelado, friável; arenito fino a grosseiro com estratificação cruzada; superiormente arenito fino, rosa claro com estratificação cruzada e pontos dispersos de matéria orgânica (FERREIRA, 2019).

De acordo com o IMESC (2021), essa classe geológica está propensa à erosão como, por exemplo, voçorocas e ravinas. Os seguintes municípios estão inseridos nessa formação geológica: Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Brejo, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Nina Rodrigues e Presidente Vargas.

Figura 4 - Mapa de geologia da bacia hidrográfica do rio Preto – MA



Geomorfologia

Para Adorea Rebello (2010), o conhecimento geomorfológico é fundamental para o estabelecimento de diagnósticos das condições ambientais, contribuindo efetivamente para a orientar a alocação e o assentamento das atividades humanas.

As principais unidades geomorfológicas (Tabela 4) identificadas na bacia hidrográfica do Rio Preto-MA conforme informações obtidas junto ao Zoneamento Ecológico Econômico -- MA são: Planalto Dissecado do Itapecuru, localizado na porção sudoeste da bacia, constituída por predominante de cobertura vegetal; Tabuleiros dos Lençóis Maranhense, domínio de paleodunas localizada a noroeste da bacia; e Tabuleiros Sub-Litorâneos, região constituída por chapadas usadas no cultivo de soja e eucalipto.

Tabela 3 - Unidades geomorfológicas da bacia hidrográfica do rio Preto – MA e suas respectivas concentrações

Unidades geomorfológicas	Área em (km²)	Área em (%)
Planalto Dissecado do Itapecuru	1466,89	28,02
Lençóis Maranhenses	1129,68	21,58
Tabuleiros de Chapadinha	2639,06	50,41
Total	5235,63	100,00

Fonte: ZEE-MA (2018). **Organização:** Barros (2024)

Planalto Dissecado do Itapecuru

O Planalto Dissecado do Itapecuru está localizado no centro-leste do Estado do Maranhão e trata-se de um conjunto de chapadas e relevos dissecados com a ocorrência de vales pedimentados. O substrato geológico inclui predominantemente arenitos e argilitos cretáceos da Formação Itapecuru. As formas de dissecação apresentam variadas dimensões e são definidas por vales com entalhes fracos a medianos (IBGE, 2023).

Com altitudes entre 140 e 200 m caracteriza-se por colinas e morros onde ocorrem solos Podzólicos Vermelho-Amarelos concrecionários, em siltitos e argilitos com intercalações de arenitos argilosos da Formação Itapecuru. Entre esses relevos observam-se vales pedimentados com Podzólicos Vermelho-Amarelos eutróficos derivados dos folhelhos, siltitos argilosos, calcários e margas da Formação Codó. Em

alguns trechos destacam-se relevos residuais de topo plano e colinas, recobertos por Latossolos Amarelos. [...]. (IBGE, 1997, não paginado).

Na unidade geomorfológica Planalto Dissecado do Itapecuru estão os municípios de Chapadinha, Urbano Santos, Mata Roma, São Benedito do Rio Preto, Nina Rodrigues, Presidente Vargas e Morros.

Lençóis Maranhenses

Os Lençóis Maranhense situam-se na bacia cretácea de Barreirinhas, localizada na porção nordeste do estado entre a Bacia do Tubarão, a oeste; e o Delta do Parnaíba a leste. A unidade geomorfológica é caracterizada pelas faixas litorânea e sublitorânea, constituídas por restingas, campos de deflação e dunas.

A unidade geomorfológica Lençóis Maranhense pode ser subdividida de duas maneiras: dunas móveis e fixas. As dunas móveis ocupam áreas mais restritas junto a linha de costa próximo às localidades de Santo Amaro do Maranhão, Barreirinhas, Paulino Neves e Tutóia (SOARES, 2018). As dunas fixas desenvolvem-se sobre planícies quaternárias ou transitando os tabuleiros costeiros revestidas com vegetação pioneira ou campo-cerrado.

Os planos arenosos dispostos mais para o interior estão recobertos por Areias Quartzosas Marinhas com Formações Pioneiras Marinhas. Em alguns trechos, também mais para o interior, destacam-se dunas de uma geração anterior às do litoral, atualmente já colonizadas pela vegetação. Localmente, próximo a canais de drenagem, ocorrem áreas inundadas com Gleissolos e Areias Quartzosas Marinhas e a planície flúvio-marinha com Solos Indiscriminados de Mangue (IBGE, 1997, não paginado)

Essa unidade consiste, portanto, de vastos campos de dunas móveis e fixas constituídas por sedimentos eólicos inconsolidados de idade holocênica. São terrenos arenosos e bem selecionados, que, quando revestidos de vegetação, geram Neossolos Quartzarênicos órticos e subordinada (CPRM, 2013).

As referidas dunas, quando recobertas por vegetação, são classificadas como dunas fixas. Nessa área destacam-se as seguintes entidades morfológicas: praias, lençóis de areia, pontais, cordões e terraços

arenosos, planícies de deflação, inundação e maré, tabuleiro dissecado, rastros de dunas e montes residuais, além das dunas barcanas, parabólicas, oblíquas e das cadeias de barcanas, parabólicas e transversais (IMESC, 2019, p.64)

A unidade geomorfológica Lençóis Maranhense compreende os municípios de Belágua, São Benedito do Rio Preto, Nina Rodrigues, Presidente Vargas, Cachoeira Grande, Morros e Urbano Santos ocupando uma área de 388,44 km² da área total da BHRP.

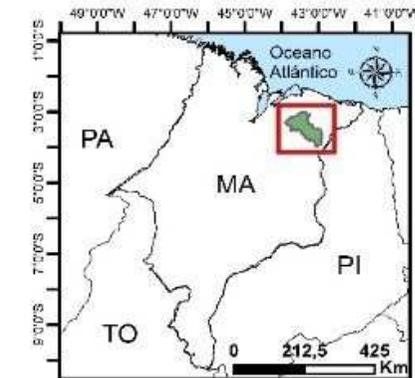
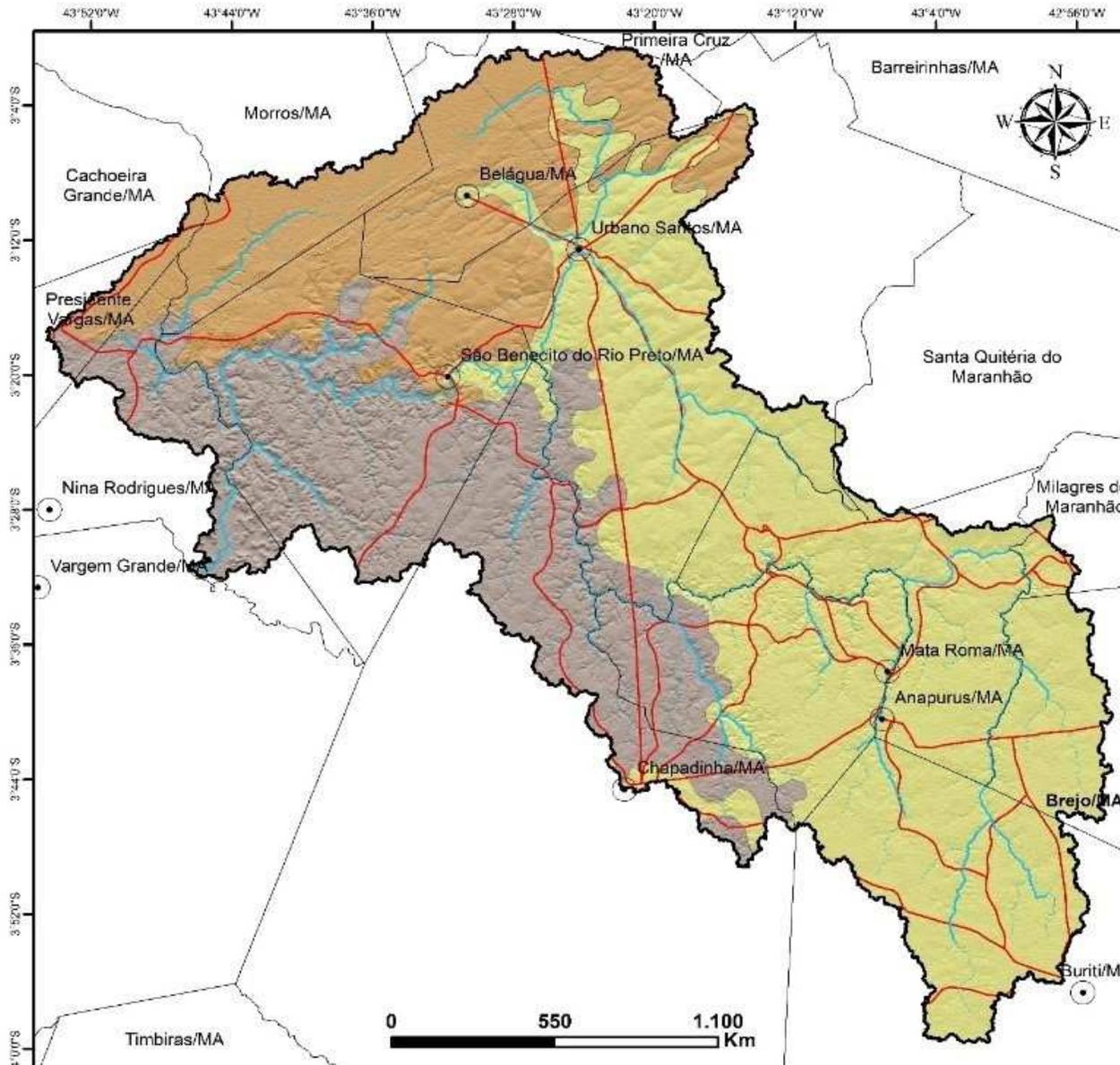
Tabuleiros de Chapadinha

Tabuleiros de Chapadinha está localizado no nordeste do Estado do Maranhão, em sedimentos detritos lateríticos cenozóicos do Grupo Barreiras (IBGE, 2023). Predominam Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Vermelho-Amarelo, de textura média, caracterizados por serem bem drenados, profundos e baixa fertilidade.

Consistem de formas de relevo tabulares, apresentando extensos topos planos, com predomínio de processos de pedogênese e formação de solos espessos e bem drenados, com baixa suscetibilidade à erosão (EMBRAPA, 2013).

A unidade geomorfológica Tabuleiros de Chapadinha consiste na unidade mais abrangente da bacia hidrográfica do Rio Preto – MA, ocupando cerca de 70 da área total da BHRP. Os municípios que fazem parte dessa unidade geomorfológica são: Anapurus, Chapadinha, Mata Roma, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Milagres do Maranhão, Buriti, Brejo e Santa Quitéria do Maranhão.

Figura 5 – Mapa de geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Preto



Unidades geomorfológicas

- Planalto Dissecado do Itapecuru
- Tabuleiros dos Lençóis Maranhenses
- Tabuleiros Sub-Litorâneos

Convenções cartográficas

- Drenagem
- Rodovias
- Limite da bacia
- Sedes municipais



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DO
MARANHÃO**

Projeção Universal Transversa de Mercator
Meridiano Central 45° Gr. 23S
Elaboração e Layout: Idevan Gusmão Soares
Base de dados: Malha municipal,
Unidades da federação (IBGE, 2015)
Sedes municipais (IBGE, 2008);
Unidades geomorfológicas (ZEE, 2018)
Relevo sombreado (TOPODATA, 2018).

Fonte: Soares, 2021.

Solos

De acordo com o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2007), o solo é um material mineral e/ou orgânico inconsolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres.

Os solos podem ser definidos como “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, podem ter sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2013, p. 66).

No decorrer das aulas de campo pode-se perceber que o solo predominante da área da bacia hidrográfica é o solo arenoso, típico das regiões de Cerrado. Além de ser observado a degradação dos solos na área da bacia hidrográfica do rio Preto- MA decorrente das atividades do agronegócio.

Uma das consequências do agronegócio do Leste Maranhense é o ressecamento do solo, tornando-o mais propenso à erosão. Isto porque normalmente as monoculturas necessitam de uma enorme quantidade de água, que acabam ressecando o solo, mudando a sua fertilidade, tornando-o empobrecido.

As principais classes de solos identificadas na área da bacia hidrográfica são: Argissolos Vermelho-Concrecionário, Latossolos Amarelo, Neossolos Quartzarênicos, Plintossolos Argilúvicos e Plintossolos Pétricos (Tabela 5 e Figura 8). Na área de estudo foram identificadas algumas áreas com ocorrência de erosão, principalmente nos municípios de Chapadinha, Buriti, São Benedito de Rio Preto e Urbano Santos.

Sobre os processos erosivos envolvendo os solos, Adorea Rebello (2010) afirma:

A erosão dos solos embora seja um dos fenômenos naturais mais estudados, ainda é pouco compreendida, principalmente no que se refere a sua previsão, tanto no espaço quanto no tempo. Tal entre os diversos fatores condicionantes, os vários mecanismos de ruptura dos solos, as características de transporte, além da intervenção humana, cada vez mais frequente.

Tabela 4- Classes de solos da bacia hidrográfica do rio Preto e suas respectivas concentrações.

Classes de solos		Sigla	Área em (km ²)	Área em (%)
Argissolos Vermelho-Concrecionários	Vermelho-	PVc	1672,05	31,94
Latossolo Amarelos		LA	2755,69	52,63
Neossolos Quartzarênicos		RQ	364,02	6,95
Plintossolos Argilúvicos		FT	440,49	8,41
Plintossolos Pétricos		FF	3,38	0,06
Total			5235,63	100,00

Fonte: ZEE-MA (2018). Organização: Barros (2024).

Argissolos Vermelho-Concrecionários

Os Argissolos Vermelho Concrecionário são solos profundos, bem drenados, com textura de média a argilosa, acidez elevada, cores que variam entre vermelho e amarelo, e apresentam fertilidade variável de acordo com o material de origem, além de serem mais suscetíveis à erosão quanto maior for a declividade do terreno.

Solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa, ou atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixa ou com caráter alumínico (EMBRAPA, 2018).

No Maranhão, foram encontrados tanto PVs álicos e distróficos quanto PVs eutróficos. Ocorrem em grandes extensões no estado, situando-se principalmente em encostas de colinas ou outeiros, ocupando também áreas de encostas e de topos de chapadas com relevo que varia de plano até forte ondulado. São originados de materiais de várias formações geológicas, principalmente de sedimentos da Formação Itapecuru, mas também podem ter origem em materiais da Formação Pedra de Fogo, sedimentos do Grupo Barreira ou de coberturas argilo-arenosas sobre outras formações geológicas (EMBRAPA, 2013, p. 73)

Quanto ao uso atual, estes solos constituem em um dos principais suportes dos babaçuais nativos; são aproveitados com culturas de subsistência, destacando-se mandioca, milho, feijão arroz, alguma fruticultura (manga, caju, banana etc.) e, se observado uma pecuária em regime extensivo (GEPLAN, 2002). Estão presentes nos municípios de Anapurus, Belágua,

Buriti, Mata Roma, Chapadinha, Urbanos Santos, Morros, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto, Presidente Vargas e Nina Rodrigues.

Latossolo Amarelo Distrófico (LAd)

De acordo com IMESC (2019), os Latossolos Amarelos são solos minerais profundos, bem drenados que apresentam como principal característica o horizonte diagnóstico subsuperficial “B” latossólico. São caracterizados por serem ácidos, porosos, friáveis, possuem cores que variam entre vermelho e amarelo, além de apresentarem baixa fertilidade.

Distribuem-se em áreas de topos de chapadas, ora baixas e dissecadas, a poucos metros acima do nível das várzeas, ora altas e de extensões consideráveis, apresentam relevo plano, com pequenas e suaves ondulações, e têm como material de origem mais comum as coberturas de arenoargilosas a argilosas derivadas ou assentadas sobre materiais de várias formações geológicas, sobretudo sedimentares (EMBRAPA, 2013, p.70).

Tem-se observado nas áreas destes solos uma pecuária em regime extensivo, principalmente com bovino, tendo sido constatadas também plantações de milho, mandioca, arroz, feijão e soja. Embora sendo solos de baixa fertilidade natural, têm, entretanto, ótimo potencial agrícola (GEPLAN, 2002).

Na área dos Latossolos Amarelos encontram-se os municípios de Anapurus, Mata Roma, Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Morros, Buriti, Milagres do Maranhão, Brejo, Santa Quitéria do Maranhão, Cachoeira Grande, Presidente Vargas e Nina Rodrigues.

Neossolos Quartzarênicos

Os Neossolos são solos minerais, profundos, que apresentam classe de textura arenosa, geralmente brancas ou acinzentadas. São solos pouco desenvolvidos, excessivamente drenados em razão à baixa intensidade dos processos de pedogenéticos.

Compreende solos minerais, casualmente orgânicos na superfície, hidromórficos ou não, geralmente profundos, essencialmente quartzosos, com textura de areia ou areia franca até, no mínimo, 2m da superfície. As frações areia grossa e areia fina desses solos são constituídas essencialmente de quartzo, e por conseguinte, ausentes de minerais, primários facilmente intemperizáveis (EMBRAPA, 2013).

São solos minerais derivados de sedimentos areno quartzosos do Grupo Barreiras do período Terciário e sedimentos marinhos do período Holoceno. Essa classe de solos por ser muito arenosa com baixa capacidade de agregação de partículas, condicionada pela baixa quantidade de matéria orgânica e argila são muito suscetíveis à erosão (AROUCHA, 2021).

Quanto ao uso agrícola são pouco aproveitados, tendo em vista a baixa fertilidade natural, textura muito arenosa e acidez elevada, que requer muita adubação orgânica e correção adequada do PH (GEPLAN, 2002). Estão presentes nessa classe de solos os municípios de Belágua, São Benedito do Rio Preto, Cachoeira Grande, Morros e Presidente Vargas.

Plintossolos Argilúvicos

Plintossolos Argilúvicos são solos minerais caracterizados por serem fortemente ácidos, predominam coloração pálida com ou sem mosqueados de cores alaranjada a vermelha. Possuem o horizonte diagnóstico plíntico, que ocupam um volume considerável pela presença de plintita. De acordo com IMESC (2018), a plintita é constituída por uma mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais.

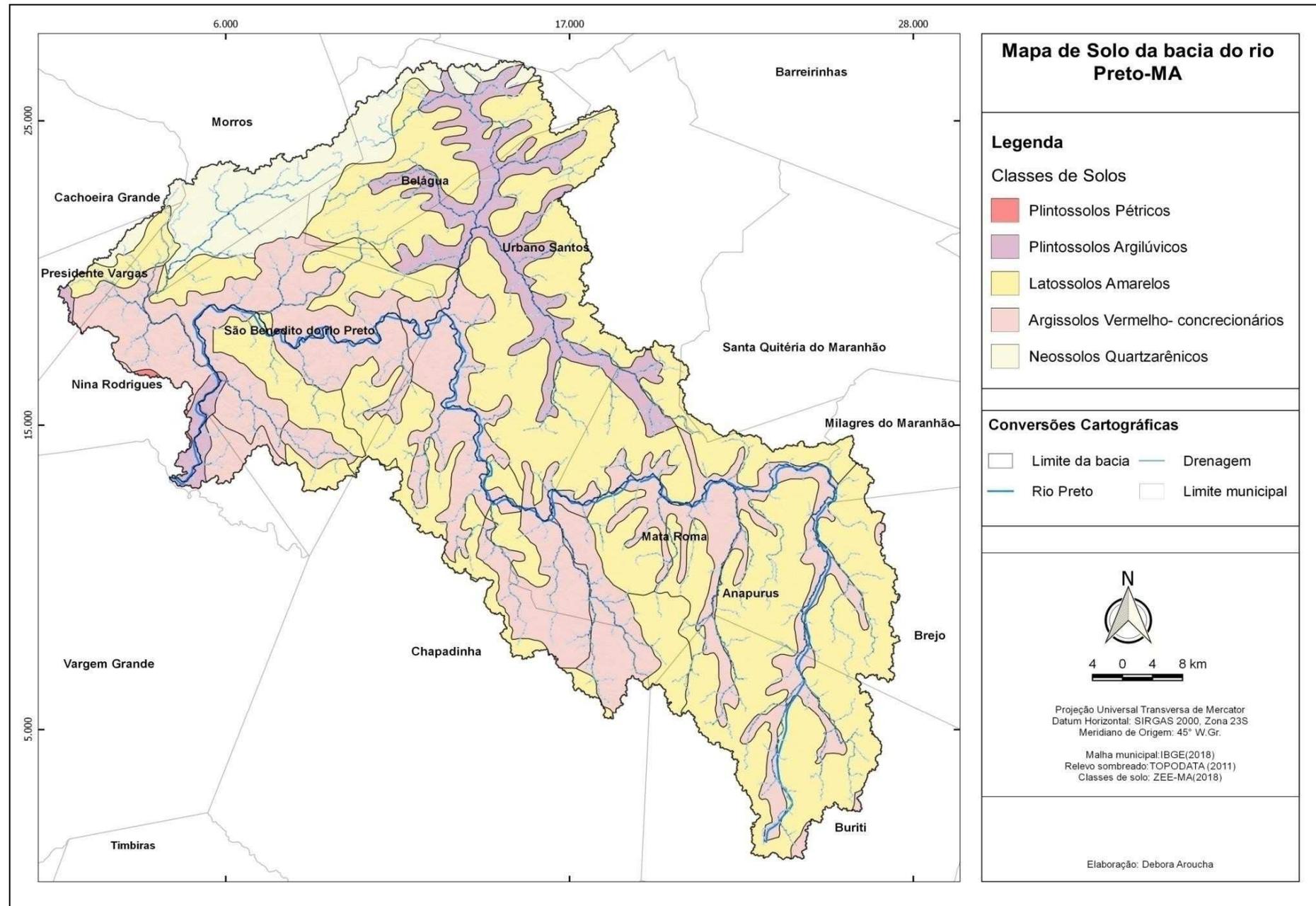
Têm manejo agrícola bastante delicado, que necessita de bom controle de sua dinâmica hídrica interna, já que pode ter como consequência o endurecimento da plintita (IBGE, 2015). Quanto ao uso agrícola, observa-se nestes solos, além do extrativismo do coco babaçu, muita versificação de culturas tais como mandioca, feijão, arroz, milho e fruticultura (GEPLAN, 2002). Estão presentes nos municípios de Belágua, Urbano Santos, Anapurus, Presidente Vargas, São Benedito do Rio Preto e Nina Rodrigues.

Plintossolos Pétricos

Os Plintossolos Pétricos têm sua gênese associada a condições de excesso de umidade ou restrição temporária à percolação d'água, ocorrem, nos tempos atuais, em condições de boa drenagem (EMBRAPA, 2018). Caracterizam-se por serem ácidos, com saturação por bases baixas, e atividade da fração argila baixa.

Segundo EMBRAPA (2013), os Plintossolos ocupam áreas de relevo predominantemente plano ou suave ondulado e poucas vezes ondulado. São originados de materiais de diversas formações geológicas, destacando-se os sedimentos da Formação Itapecuru do Cretáceo.

A área encontrada na classe de solos Plintossolos Pétricos é uma pequena porção do município de Nina Rodrigues. De acordo com o Manual Técnico de Pedologia (IBGE, 2015), Os Plintossolos Pétricos são usados apenas para pastoreio extensivo quando sob vegetação campestre ou de Campo Cerrado, ou com pasto plantado com espécies forrageiras rústicas.



Fonte: Aroucha, 2021.

III) Análise do uso e cobertura da terra na BHRP

A área de estudo da bacia hidrográfica do rio Preto-MA encontra-se no bioma Cerrado Maranhense. Segundo o IMESC (2021), o Bioma Cerrado compreende um mosaico de vários tipos de vegetação, como savanas herbáceo-arbóreas, matas secas, campos, áreas úmidas em veredas e matas de galeria, dentre tantas outras. A possível explicação para essa variedade de fitofisionomias dá-se pela diversidade de solos encontrados em áreas de Cerrado, também por sua topografia e pelas condições climáticas. As intervenções antrópicas têm causado um impacto significativo na dinâmica do uso da terra na BHRP.

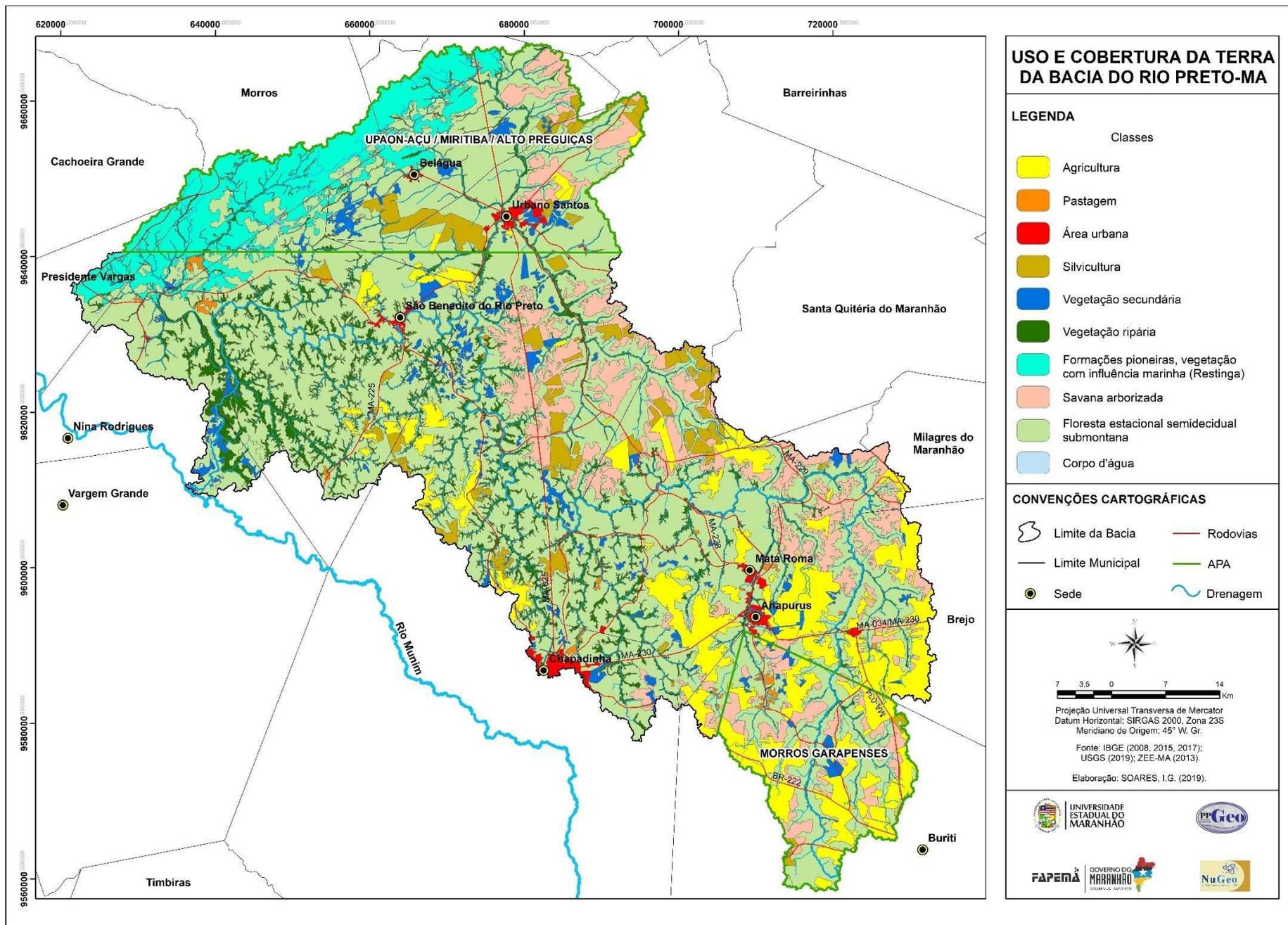
O estudo da totalidade das formas de uso e ocupação do solo é uma importante ferramenta que pode indicar usos mais influentes, pressões antrópicas e incidência de áreas naturais. Temos assim uma primeira perspectiva de como determinada região tem se desenvolvido quanto a sua forma de uso do solo, e como esse desenvolvimento vem impactando os ambientes naturais (IMESC, 2021, p. 160).

A análise do uso e cobertura da bacia do rio Preto permitiu identificar as seguintes classes: Agricultura, Área urbana, Silvicultura, Vegetação Secundária, Formações Pioneiras com Influência Marinha (restinga), Savana Arborizada e Floresta Semidecidual Submontana e Corpo d'água (Tabela 5).

Tabela 5- Classes de uso e cobertura da terra da bacia do rio Preto

Classes	Área (km ²)	%
Agricultura	582,37	11,12
Pastagem	21,44	0,41
Área urbana	48,00	0,92
Silvicultura	193,02	3,69
Vegetação secundária	139,17	2,66
Vegetação ripária	489,18	9,34
Formações pioneiras com influência marinha(restinga)	405,90	7,75
Savana Arborizada	510,87	9,76
Floresta Estacional Semidecidual submontana	2.824,57	53,97
Corpo d'água	21,09	0,40
Total:	5.235,63	100

Fonte: Soares, 2021



A classe Agricultura, é definida IBGE (2013) como área de uso intensivo, estruturada por edificações e sistemas viários, com a predominância de superfícies artificiais não agrícolas. De acordo com Santos e Soares (2020), desde a década de 1980 a área da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA tornou-se uma fronteira agrícola para onde se direcionaram projetos de expansão do agronegócio.

Em relação à expansão do agronegócio, é notável por toda a área da bacia hidrográfica do rio Preto-MA a soja e o eucalipto sendo bastante cultivados. Percebe-se que esse tipo de plantio ocupa um espaço considerável no Cerrado Maranhense, isto porque, além das áreas efetivas do plantio, existem ainda áreas abandonadas com ambas as espécies.

Há algumas décadas essa não era uma atividade habitual no leste maranhense, a produção de soja e eucalipto no Cerrado, pois ambos não se adaptavam aos solos típicos de regiões como essa. No entanto, o cenário atual de áreas ocupadas com esses tipos de monoculturas é bastante ativo no Estado do Maranhão. Um fato preocupante em relação ao plantio de soja e eucalipto é a degradação gerada por esse tipo de monocultura, que influencia desde os solos aos mananciais próximos às áreas de plantio.

Como consequência das atividades do agronegócio há um grande déficit de recursos hídricos, pois esse tipo de plantio necessita de uma grande quantidade de água. Um processo que ocorre drasticamente na área da bacia hidrográfica do rio Preto-MA devido à enorme área plantada de soja e eucalipto resultante da expansão do agronegócio na região do Cerrado Maranhense. Santos e Soares (2020) destacam que a ocupação de soja e eucalipto é responsável por deixar as áreas suscetíveis à aceleração dos processos erosivos.

A monocultura de soja e eucalipto gera um grande desequilíbrio ambiental alterando também a paisagem. De acordo com Luiz Rios (2005), a cultura da soja vem substituindo a paisagem natural do cerrado e a atividade econômica tradicional da pecuária extensiva. Neste contexto, a dinâmica dos monocultivos destacam-se, principalmente, nos municípios que compõem a Microrregião de Chapadinha.

Além do cultivo de soja e eucalipto bastante presente em toda a área da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA, destaca-se o cultivo de arroz, milho, mandioca e feijão pelo campesinato. De acordo com Aroucha (2022), essas áreas de cultivos encontram-se nos municípios de Urbano Santos, Chapadinha, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto, Santa Quitéria do Maranhão, Brejo, Buriti, Anapurus, Mata Roma. Essa classe de uso ocupa 559,49 km² cerca 10,68% da área total da BHRP.

Figura 8 - Cultivo de eucalipto no município de Chapadinha-MA



Fonte: Acervo da pesquisa, 2019.

Os trabalhos de campo permitiram observar a relação das comunidades, da agricultura de subsistência e como esta ocupa a área da bacia hidrográfica do rio Preto. Por exemplo, em Chapadinha foram visitadas casas de farinha, durante o processo de produção da farinha, um produto bastante utilizado e consumido no estado do Maranhão, produzido por pessoas predominantemente de baixa renda (figura 9).

Figura 9 - Produção de farinha no município de Chapadinha.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2019.

A mandioca é um produto que fornece vários subprodutos utilizados na alimentação básica à população e também alternativo para a produção de álcool como, por exemplo, a bebida típica maranhense, Tiquira. A mandioca é considerada típica de atividade de subsistência, cultivada pelo campesinato. Essa cultura é cultivada em todo o estado, com a sua grande maioria consorciada com outros produtos, como: arroz, milho, feijão e etc. Percebe-se que há uma vasta área com o plantio de mandioca, sendo um produto de fácil plantio e colheita.

As áreas de pastagem se configuram como cultura agrícola onde o pasto é o alimento quase que exclusivo usado na pecuária. Apesar da inegável importância das pastagens nos sistemas pecuários brasileiros, levantamentos citam que 80% das pastagens cultivadas se encontram em algum estado de degradação (Barcellos e Vilela, 2001) ou em áreas com solos degradado.

Área urbana dos municípios localizados na bacia hidrográfica do rio Preto, caracterizadas por manchas urbanas edificadas com predominância de construções, até pequenos distritos, lugarejos, vilas com pouca estrutura urbanística com concentração populacional diferenciada da área rural. Os municípios inseridos na bacia apresentam baixa infraestrutura, sem tratamento de esgoto, descarte irregular de resíduos sólidos, esgoto a céu aberto, dentre outros problemas.

Apesar de estarem presentes as sedes municipais de Chapadinha, Anapurus, Mata Roma, Belágua, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos, a área urbana da BHRP é predominantemente rural, com extensas áreas de cultivos e apresentam problemas relacionados à desmatamento, erosão do solo, assoreamentos, poluição dos mananciais.

Essa classe ocupa 30,0 km², o que corresponde a 0,57% da área da BHRP, estão inseridas nessa classe os municípios de Chapadinha, Mata Roma, Belágua, Urbano Santos, Anapurus e São Benedito do Rio Preto.

Figura 10 – Descarte irregular de resíduos sólidos no município de Chapadinha.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2019.

A classe Silvicultura configura a extração florestal substituindo a vegetação nativa, dando espaços a outras espécies que são utilizadas para atividades que atendam as demandas do mercado. Segundo o IMESC (2021), a classe de uso Silvicultura corresponde às áreas atreladas às atividades econômicas que apresentam o manejo silvicultural de espécies vegetais plantadas na sua forma homogênea de espécies.

A homogeneidade da vegetação em silvicultura proporciona grandes e inegáveis aumentos de produtividade e ganhos econômicos imediatos, porém tem provocado preocupante redução do sub-bosque destas florestas, reduzindo a biodiversidade no interior dos talhões e, conseqüentemente, o desaparecimento da fauna silvestre em áreas silviculturais (Vogel et al., 2009, p. 27)

O eucalipto e pinus têm predominância nos municípios de Urbano Santos, Santa Quitéria do Maranhão, Chapadinha, Mata Roma, Anapurus e Belágua, destinados à produção de papel e celulose. Conforme Aroucha (2022), a classe Silvicultura ocupa 170,56 km² da área de estudo cobrindo 3,25% do território da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA.

A vegetação secundária, de acordo com a Embrapa (2013), inclui os diversos estágios da sucessão natural em áreas onde houve intervenção humana para o uso da terra, seja com finalidade mineradora, agrícola ou pecuária, descaracterizando a vegetação primária.

As espécies como jatobá, murici, pau de rato, cajuí, maçaranduba, lixeira, janaúba, sabiá, babaçu, inajá, tucum, guajeru, fava de bolota, fava d'anta, jurema, fedegoso, entre outros, ocorrem em áreas de vegetação secundária, têm funções de proporcionar locais de alimentação e abrigo da fauna silvestre, cobertura para o solo, permitindo redução de processos erosivos, abastecimento de lençol freático, atividade de extrativismo por comunidade do entorno, dinâmica da prática da agricultura itinerante, entre outros benefícios (IMESC, 2021, p. 435)

As áreas de vegetação secundária se caracterizam também por ser uma vegetação em processo de recuperação, na área de estudo estão associadas ao plantio de soja e eucalipto que foram abandonadas por seus proprietários. Conforme o Manual Técnico de Vegetação Brasileira (2012), essas áreas, quando abandonadas, reagem diferentemente de acordo com o tempo e a forma de uso da terra. Porém, a Vegetação Secundária que surge reflete sempre, e de maneira bastante uniforme, os parâmetros ecológicos do ambiente.

De acordo com o IBGE (1997), a atividade extrativa do babaçu, embora economicamente não seja uma atividade lucrativa, apresenta-se com elevada importância social porque se constitui numa renda alternativa para a população de baixa renda de todo o Estado, já que esta cultura se desenvolve em toda a área de predomínio de vegetação secundária existente.

Na área da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA essa classe de vegetação está associada ao plantio de soja e eucalipto. Essas áreas encontram-se nos municípios de Urbano Santos, Belágua, Chapadinha, Buriti, Anapurus, São Benedito do Rio Preto e Milagres do Maranhão.

As Formações Pioneiras com influência marinha (Restinga) referem-se à vegetação que se desenvolvem em sedimentos arenosos com influência do litoral. Conforme a EMBRAPA (2013, p. 116) expõe:

Ao longo do litoral, bem como nas planícies fluviais e mesmo ao redor das depressões aluviais (pântanos, lagoas e lagoas), há frequentemente terrenos instáveis cobertos por uma vegetação, em constante sucessão, de terófitos, criptófitos (geófitos e/ou hidrófitos), hemiptófitos, caméfitos e nanofanerófitos. Essa vegetação, pertencente ao “complexo vegetacional edáfico de primeira ocupação”, ou Formações Pioneiras, ocupa terrenos rejuvenescidos pelas seguidas deposições de areias marinhas nas praias e restingas, aluviões fluviomarinhas nas embocaduras dos rios e solos ribeirinhos aluviais e lacustres.

Na área de estudo a classe Formações Pioneiras estão associadas às paleodunas, que estão presentes na região norte da bacia, mais especificamente, nos municípios de Morros, Cachoeira Grande, Belágua e Presidente Vargas ocupando 405,90 km², sendo 7,75% da área total da BHRP. Em relação aos aspectos geomorfológicos, estão inseridos na classe dos Lençóis Maranhenses, embora ocorram pequenos fragmentos no Planalto Dissecado do Itapecuru e

Tabuleiros de Chapadinha. Quanto aos aspectos geológicos está inserida na classe Depósitos Eólicos Continentais Antigos, e possuem os Neossolos Quartzarênicos como a classe de solos que predomina.

Figura 11 - Área de restinga no município de Belágua - MA



Fonte: Ferreira, 2019

O vento, sendo um dos principais agentes exógenos modeladores do relevo, age sobre a areia dos campos de dunas movimentando-as por saltação ou arraste, neste contexto evidencia-se processos de deflação. Essa dinâmica natural nas áreas de paleodunas é um dos fatores que somados a outros influenciam na dispersão da areia gerando um aumento da área de abrangência das paleodunas na BHRP verificado nas últimas três décadas.

A classe Savana Arborizada, sinônimo de Campo Cerrado, Cerrado Ralo, Cerrado Típico e Cerrado Denso, é um subgrupo de formação natural ou antropizado, que se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeita ao fogo anual (EMBRAPA, 2013).

Segundo o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012), a composição florística da Savana Arborizada, apesar de semelhante à da Savana Florestada, possui espécies dominantes que caracterizam os ambientes de acordo com o espaço geográfico ocupado.

As áreas em que ocorre a Savana Arborizada encontram-se em relevos planos a suave ondulados, como nos Tabuleiros de Chapadinha e Planalto Dissecado do Itapecuru. Em relação à sua pedologia, estão presentes as classes de solos Latossolos Amarelos Distróficos, Plintossolos Argilúvicos Distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelo Concrecioário.

Figura 12 – Savana Arborizada na zona rural de Chapadinha



Fonte: Soares, 2021.

De acordo com a Embrapa (2013), a Floresta Estacional Semidecidual ocorre também na borda sul amazônica, no contato da Floresta Ombrófila com a Savana (Cerrado), revestindo, inclusive, terrenos terciários.

A classe Floresta Estacional Semidecidual submontana é representada pela Mata de Cocais (é um ecossistema onde pode-se encontrar babaçu, carnaúba, oiticica e buriti etc.) a qual tem como família a Arecaceae entre elas o domínio da *Attalea speciosa* (Babaçu), *Copernicia prunifera* (Carnaúba), *Bactris setosa* (Tucum) e *Syagrus botryophora* (Pati).

Segundo Aroucha (2022), a Floresta Estacional Semidecidual Submontana é a classe de maior cobertura na bacia com 3.809,59 km², abrangendo 53,57% da área total da BHRP. Esse tipo de cobertura vegetal encontra-se em todos os municípios da bacia em áreas de relevo plano a suave ondulado. Essa vegetação vem sendo suprimida em decorrência da expansão da soja e do eucalipto.

Nas áreas de meia encosta e nas planícies fluviais da bacia, a cobertura vegetal predominante são as palmáceas de babaçu e de carnaúbas (Figura 12), plantas nativas das regiões Norte e Nordeste. Além de serem importantes para a vegetação da área, têm função econômica para a comunidade como a extração do óleo de coco babaçu, uma atividade bastante comum nos municípios do Maranhão. O fruto da palmeira de babaçu, pode-se extrair da semente (amêndoa) pelo menos 68 subprodutos, com o auxílio de um machado, geralmente pelas mulheres conhecidas como Quebradeiras de Coco.

Figura 13 - Área de Palmáceas no município de Buriti-MA



Fonte: Acervo da pesquisa, 2019.

Figura 14 – Cultivo de soja e eucalipto.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2019.

Adorea Rebello (2010) expõe que o manejo das bacias hidrográficas procura identificar as modificações ambientais nos cursos de água, principalmente àqueles derivados de processos erosivos, uma vez que estes são responsáveis, na maioria das vezes, pelo assoreamento dos canais.

Vegetação Ripária

De acordo com Santos e Soares (2020), a vegetação da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA está relacionada a áreas com padrão de cobertura da terra compatíveis com diferentes fisionomias que compõem o Bioma Cerrado, ainda que apresentem algum nível de alteração em relação à paisagem original, em função da presença de atividades produtivas pouco intensivas ou de subsistência, como as paisagens naturais.

A vegetação da área de estudo é fonte de um grande número de produtos úteis à população local, tais como: alimento, material de construção, fibras, remédios, entre outros. Há uma forte relação entre os recursos hídricos e a vegetação (FERREIRA, 2019). Segundo Terezinha Rêgo (2008), na região do Cerrado Maranhense foram catalogadas na vegetação 58 espécies utilizadas na medicina popular. Estes são usados em forma de chá, xarope, infusão entre outras formas utilizadas pela comunidade local.

A vegetação ripária ocupa uma das áreas mais dinâmicas da paisagem exercendo uma influência significativa sobre a geomorfologia fluvial. Sendo assim, a retirada dessa vegetação

em torno dos rios implica em inundações frequentes, erosão do solo, interfere no habitat das espécies, além da mudança na paisagem.

A demanda crescente pelo uso dos Bioma Cerrado para o estabelecimento de empreendimentos agrícolas - em situação de conflito com a agricultura tradicional, agropecuários - ultra-extensivo e florestais – florestas com espécies exóticas, tem contribuído para a redução de área florestal, bem como pela mudança da cobertura vegetal ao longo do processo de ocupação do Maranhão (IMESC, 2021, p.440)

As classes de vegetação de acordo com a classificação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira do IBGE (2012) e do Relatório final do Macrozoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão da EMBRAPA (2013). As classes encontradas na área da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA são: Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Ombrófila Densa, Savana Arborizada (Cerrado), Vegetação Secundária, Vegetação ripária e Formações Pioneiras com Influência Marinha (Restinga). Levando em consideração a paisagem da área de estudo, percebe-se o quão modificada está a paisagem da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA, bem como sua zona ripária, devido às atividades agropecuárias e o processo de urbanização, descaracterizando solos, rios e vegetação do Cerrado Maranhense.

Quadro 3 - Características da vegetação dos municípios da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA

Municípios	Características da vegetação
Anapurus	A vegetação predominante é do tipo Cerrado constituída por árvores e arbustos com altura que variam de 3 a 8 m, estruturada em dois estratos: um arbóreo/arbustivo com árvores esparsas e retorcidas e outro herbáceo/gramíneo. As espécies mais comuns são: Araticum, Sucupira preta, Murici, Pequi, Faveira e Ipê. As palmáceas presentes nos municípios são a Carnaúba, Buriti e Babaçu.
Brejo	
Buriti	
Chapadinha	
Belágua	A vegetação é formada pela Floresta Estacional com formações com influência marinha e flúvio-marinha (IMESC, 2008).
Mata Roma	A vegetação é composta por Floresta Estacional com encaves de mata dos cocais (IMESC, 2008)
Milagres do Maranhão	
Morros	A vegetação é composta pela Floresta Decidual com encaves de Floresta Ombrófila (IMESC, 2008).
Cachoeira Grande	
Nina Rodrigues	A vegetação é composta por encaves da Floresta Ombrófila e pela Floresta Estacional Decidual (IMESC, 2008).
Presidente Vargas	A vegetação é composta pelos Biomas Amazônia e Cerrado com a presença de árvores espaçadas (IMESC, 2008)
São Benedito do Rio Preto	A vegetação é composta por Floresta Ombrófila e Floresta Estacional (IMESC, 2008).
Santa Quitéria do Maranhão	A cobertura vegetal caracteriza-se pelo contato de

Urbano Santos	diversas fitofisionomias, destacando se: a floresta estacional semi-decidual e a vegetação de cerrado (PINHEIRO; SOUSA; MENEZES, 2005, p.2535).
---------------	---

Fonte: Soares, 2018.

Quanto a cobertura vegetal da área-objeto, representada pelas diferentes fisionomias do Cerrado. Em 2019 a cobertura vegetal corresponde a 3991,68 km². Destaca-se ainda que a ocorrência de queimadas na área de estudo constitui um dos problemas ambientais e pode contribuir na redução das áreas de cobertura vegetal nativa e secundária da zona ripária. No próximo tópico, discorre-se sobre a interferências antrópicas em relação à cobertura vegetal nativa e suas características.

Nota-se que o corpo d'água presente na bacia hidrográfica do rio Preto – MA em algumas partes está tornando-se escasso decorrente das atividades do agronegócio e dos processos de urbanização que afeta os recursos hídricos da bacia hidrográfica. Alguns mananciais estão se tornando inoperantes como, por exemplo, o reservatório Itamaoca, que abastece grande parte do município de Chapadinha.

Dessa forma, nota-se a relação que a comunidade presente com a bacia hidrográfica do Rio Preto – MA, utilizando-a inclusive para atividades domésticas e de lazer. Essa classe envolve uma área de 6,69 Km², alguns desses espaços são açudes para armazenar água para o gado beber, outros são para criar peixe etc.

IV) Relação da zona Ripária com o uso e cobertura da bacia rio Preto

A zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto encontra-se constituída por uma área de 981.71 km² e está ameaçada pelo uso indevido de seus recursos naturais. Verificou-se que as atividades econômicas desenvolvidas na bacia têm contribuído significativamente para as modificações que ocorrem na zona ripária, sendo a classe de uso e cobertura Agricultura a principal responsável pela extinção da zona ripária. Isso implica dizer que as áreas de zona ripária mais ameaçadas correspondem principalmente às monoculturas de soja e eucalipto.

Segundo o IBGE (2013)

O levantamento sobre a cobertura e o uso da terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013. p. 37).

A região Leste Maranhense desde o início dos anos de 1980 tornou-se a nova fronteira agrícola para onde se dirigiam diversos projetos de expansão do agronegócio, a exemplo do eucalipto. Desde então o uso e cobertura da terra tem sido modificado constantemente. As condições do relevo com áreas tabulares e o seu solo são características favoráveis à expansão da monocultura de soja, assim como do eucalipto e de outros monocultivos. Sendo assim, essas áreas apresentam grandes vantagens locais para o agronegócio. Assim tem-se uma área de cultivo de soja correspondente a 335,72 km² e de eucalipto de 106,99 km².

Os problemas advindos dessa relação da zona ripária com o uso e cobertura são ocasionados pelo uso indevido dos elementos que compõem a zona ripária: solo, rio e vegetação. Segundo Kobiyama (2003), os impactos ambientais que surgem em virtude das ações antrópicas, num certo percurso ou área dentro de uma bacia hidrográfica se propagarão neste ambiente e terão influência direta com o que acontece dentro do seu sistema fluvial.

As principais implicações ocasionadas pelos plantios homogêneos de eucalipto quanto à substituição de florestas nativas pelo eucalipto podem levar a extinção da flora e fauna. Vale ressaltar que a mesorregião Leste Maranhense é servida por um rico bioma, todavia, esse cerrado com sua grande biodiversidade sofre com o desmatamento desenfreado para ceder lugar à implantação dos bosques de eucalipto para atender a demanda, porém a forma como é transformado o bioma em terreno propício para tal finalidade é melancólica. Botelho et al. (2012, p.90-91)

Figura 15 – Zona Ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA

Fonte: Acervo da pesquisa, 2019

Diante da necessidade da utilização dos recursos naturais ressalta-se que o uso e cobertura influenciam diretamente na saúde e manutenção da bacia hidrográfica e zona ripária. Com base nisto, o intuito desta análise é detalhar a relação como o uso e cobertura (Quadro), e evidenciar os impactos causados por suas classes.

Quadro 4- Relação da zona ripária com o uso e cobertura da terra

Classes de uso e cobertura	Relação com a zona ripária
Agricultura	São áreas com menor concentração de zona ripária ou até mesmo inexistente em alguns pontos da bacia hidrográfica do rio Preto-MA. Tendo como principal responsável por essa mudança os monocultivos de soja e eucalipto.
Pastagem	A área de pastagem mapeada na bacia totaliza 21,47 km ² identificando-se a pastagem plantada e a natural, sendo que a primeira é predominante e localiza-se próxima ao rio Preto e seus afluentes, já a última ocorre geralmente nas chapadas (Soares, 2021).
Área urbana	As principais sedes municipais que passam ao longo da zona ripária são: Urbano Santos, Belágua, São Benedito do Rio Preto, Chapadinha e Mata Roma. Apresentam problemas relacionados ao descarte irregular de resíduos sólidos, contaminando solos e lençol freático.
Silvicultura	Extração florestal substituindo a vegetação nativa e os demais tipos de vegetação ao longo da zona ripária. Prática de manejo silvicultural

	de espécies vegetais plantadas na sua forma homogênea de espécies, como o eucalipto, que causa a desertificação dos solos.
Vegetação ripária	Destaca-se o desmatamento indiscriminado das vegetações ripárias que revestem as planícies fluviais, ocasionando a diminuição da biodiversidade local; o manejo inadequado dos solos e recursos hídricos resultando na aceleração dos processos erosivos e a intensificação do assoreamento dos rios e demais corpos hídricos (Ferreira, 2019).
Vegetação secundária	A cobertura vegetal situada nessas áreas, diz respeito às áreas que anteriormente foram utilizadas pela agricultura ou pastagem e encontra-se em processo de regeneração natural (Aroucha, 2021).
Savana Arborizada	
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	
Formações pioneiras com influência marinha (Restinga)	Sofrem alterações devido ação do homem e avanço das lavouras temporárias e permanentes, além da ocupação do homem em áreas de nascente, sendo quase inexistente a zona ripária.
Corpo d'água	Em relação aos corpos d'água, os mesmos, estendem-se por 20,69 km ² na bacia. É importante destacar que na área-objeto essa classe está representada pelas lagoas, lagos, riachos, açudes e o próprio rio Preto (Soares, 2021). Os corpos d'água compõem parte fundamental da zona ripária, sendo ameaçada pelas formas inadequadas de uso.

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa realizada foi possível constatar que a zona ripária da bacia do rio Preto é composta por uma área de 981.71 km² e desenvolve papel importante para a conservação dos rios e seu ecossistema. Sendo assim, ao longo da pesquisa, verificou-se que a zona ripária está sendo afetada pela erosão dos rios causadas pela ação antrópica.

Verificou-se que 35,78% da zona ripária da bacia hidrográfica do rio Preto - MA passa por processos de transformação da paisagem devido a implementação das monoculturas de soja e eucalipto, além de outras atividades econômicas que contribuem na degradação da bacia alterando os recursos hídricos e ocasionando problemas ambientais.

A região Oeste da bacia apresenta maior ocorrência da zona ripária e mais protegida, já a Leste apresenta maiores problemas ambientais, sendo usada no cultivo da soja e eucalipto. Ressalta-se também que os trabalhos de campo permitiram identificar algumas áreas da bacia hidrográfica sendo usada pelo campesinato.

A delimitação da zona ripária consiste em uma importante etapa para o planejamento das práticas de manejo integrado em bacias hidrográficas. Dessa maneira, a delimitação da zona ripária é um passo importante para a recuperação da bacia hidrográfica. A pesquisa aspira contribuir para fomentar um comitê para a BHRP e melhor aproveitamento do espaço geográfico, indicando potencialidades e as áreas mais vulneráveis, contribuindo para a implementação de políticas públicas cujo foco seja a preservação e recuperação das zonas ripárias.

O presente trabalho aborda o conceito de zona ripária e oferece informações para respaldar e agregar planos de manejo integrado de bacias hidrográficas de acordo com seu uso e cobertura. A legislação ambiental indica que a largura das faixas marginais aos cursos d'água é determinada pela Lei Federal nº 12.655, e deve ser apropriada para sua proteção, mas não é o suficiente sem a fiscalização devida para preservar áreas mais vulneráveis da bacia hidrográfica. Assim como preservação do Cerrado Maranhense, seus recursos naturais e espécies nativas.

Este trabalho buscou caracterizar a zona ripária da bacia hidrográfica do Rio Preto-MA através dos aspectos geoambientais, foram identificadas classes de uso e cobertura. A caracterização da zona ripária possibilita a análise integrada dos aspectos geoambientais da BHRP, podendo mostrar alternativas sustentáveis, que se aproximem desse conceito a partir dos princípios de suas potencialidades e limitações, prevendo, conseqüentemente, os cenários tendenciais e desejáveis.

A zona ripária deve ser incluída em planos de manejo de bacia hidrográficas cujo objetivo é a saúde da bacia hidrográfica, conservação dos recursos naturais e a melhoria da qualidade de vida para a sociedade. Nesta perspectiva, considera-se que a pesquisa apresentou uma proposta construída com conceitos relevantes, que permite ligar a teoria sobre zonas ripárias à prática de planejamento ambiental com base no Código Florestal.

REFERÊNCIAS

- ALVES, J. C. de F.; **Hidromorfismo como parâmetro para delimitação da zona ripária de nascentes no município de Viçosa, MG.** 2016.
- ANSCHAU, S. A.; NERES, J. C. I.; CARVALHO, A. V.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, L. L. G. F.; CERQUEIRA, F. B. **Vegetação ripária e métodos de estudo.** Natural Resources, v.7, n.1, p.19-32, set. 2017. Disponível em: <http://doi.org/10.6008/SPC2237-9290>. 2017. 001.0003. Acesso em: 7 jun. 2024.
- AROUCHA, D. S. **Caracterização geoambiental da bacia hidrográfica do rio Preto – MA como subsídios ao planejamento e gestão ambiental** / Debora Serra Aroucha. – São Luís, 2021. 85f Monografia (Graduação) – Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.
- ATTANASIO, C. M. et al. **A importância das áreas ripárias para a sustentabilidade hidrológica do uso da terra em microbacias hidrográficas.** Bragantia, Campinas. v 71, n4, p 493-501, 2012.
- ATTANASIO, C. M. et al. **Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP).** Scientia Forestalis, 2006.
- ARAI, M. **A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras.** Geol. USP Sér. Cient., São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, out. 2006.
- AUGUSTO, R. C. et al. **Delimitação de zona ripária em planícies através do índice normalizado de diferença da água (NDWI) e série multitemporal Landsat.** Revista Brasileira de Geografia Física v.15, n.01. 2022
- BARCELLOS, A. de O.; VILELA, L. **Restabelecimento da capacidade produtiva de pastagens por meio da introdução de Stylosantes guianensis cv. Mineirão.** Comunicado técnico 65, Embrapa: Planaltina, 2001. 4p.
- BARROS, C. M; LIMA, Walter de Paula; ZAKIA, M.J.B; LACLAU, J. P. **A delimitação da zona ripária pelo monitoramento do lençol freático.** São Paulo, 2015.
- 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.
- BRASIL. **Constituição (1988).** Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, 1988.
- BRASIL. **Decreto Federal nº 23.793,** de 23 de janeiro de 1934. Decreta o Código Florestal. Brasília, 1934.

BRASIL. **Decreto Federal nº 24.643**, de julho de 1934. Decreta o Código de Águas.

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771**, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Brasília, 1965.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, 1997.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção de vegetação nativa. Brasília, 2012.

BRASIL. **Medida Provisória nº 2.166/67**, de 24 de agosto de 2001. Institui o Código Florestal. Brasília, 2001.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 1.876**, de 10 de outubro de 1999. Dispõe sobre Áreas de Preservação Permanente, Reserva Legal, exploração florestal e dá outras providências. Brasília, 1999.

COELHO, R. C. T. P; BUFFON, I; GUERRA, T. **Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária**. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, vol. 6, núm. 1, p. 104-117 Universidade de Taubaté Taubaté, Brasil, 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA, nº 369**, 28 de março de 2006. Brasília, 2006.

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. G. de. (org.) - Brasília: CPRM, 2000.

Atlas do Maranhão/ Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico, Laboratório de Geoprocessamento-UEMA. São Luís; GEPLAN, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 171p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONOMICOS CARTOGRÁFICOS/IMESC. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA): meio físico-biótico – etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro**. 2. ed. v.1 / Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias... [et al.] (Orgs). São Luís: IMESC, 2021. 441p.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS – IMESC. **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão (ZEE-MA): meio socioeconômico, arranjos jurídicos-institucionais, dinâmicas de sobreposições e usos e cobertura da terra – Etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro**. 2. ed., v.2 / Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias... [et al.] (Orgs). São Luís: IMESC, 2021. 287 p.

KOBYAMA, M. **Conceitos de Zona Ripária e seus aspectos geobiohidrológicos**. I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias – Alfredo Wagner/SC, 2003.

LEAL, A.C. **Gestão das Águas no Pontal do Paranapanema** – São Paulo. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, UNICAMP, Campinas, 2000.

LIMA, W. P. ZAKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: RODRIGUES, R. R; LEITÃO FILHO, H. F. (orgs). Mata ciliares: conservação e recuperação. 2. Ed. São Paulo, EDUSP, 2000.

LOPES, E. C. S; TEIXEIRA, S. G. Contexto Geológico. In: BANDEIRA, I. C. N. (org.). Geodiversidade do estado do Maranhão.

FERREIRA, G. B. **Análise integrada da paisagem da sub-bacia hidrográfica do Rio Preto – Maranhão** – Brasil. 2019. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

MARANHÃO. **Lei Estadual nº 8.149**, de 15 de junho de 2004. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, e dá outras providências. 2004

MARANHÃO. **Lei Estadual nº 5.405**, de 08 de abril de 1992. Institui o Código de Proteção do Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do Estado do Maranhão. São Luís: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. Maranhão, 1992.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA – MMA. **Cerrado**. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/cerrado>. Acessado em: 20/04/24

PINHEIRO, C. U. B. **Matas ciliares: recuperação e conservação em áreas úmidas no Maranhão**/ Claudio Urbano Pinheiro. São Luís: Gráfica e Editora Aquarela, 2013.

REBELLO, Adorea. **Contribuições teórico-metodológicas de Geografia Física**. Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010.

RÊGO, Terezinha de Jesus Almeida S. **Fitogeografia das plantas medicinais do Maranhão**. 3ª edição, EDUFMA. São Luís – MA, 2008.

SANTOS, L. C. A. dos; SOARES, I. G. **Caracterização da vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Preto, Maranhão - Brasil**. Geografia, Londrina/PR, v. 29, n. 1, p. 85-105, 2020.

SANTOS, L. C. A. dos. **Gestão das águas da sub-bacia hidrográfica do Rio Cacaú – Maranhão**. 2012. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2012.

SOARES, I. G. **A dinâmica do uso da terra na bacia hidrográfica do rio Preto-MA**. 2018. 136 f. Monografia (Graduação em Geografia Bacharelado) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018.

ZAKIA, Maria José Brito. **Identificação e caracterização da zona ripária em microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de florestas**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo. São Carlos, 1998.