USO DA TERRA COMO FATOR DE AMEAÇA A GEODIVERSIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PINDARÉ - MA

Juan Rodrigues Serra[1]

Luiz Carlos Araujo dos Santos[2]

INTRODUÇÃO

A geodiversidade compreende a variedade de elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos que constituem a base do meio físico terrestre, desempenhando um papel fundamental na sustentação dos serviços ecossistêmicos e das atividades humanas (Gray, 2004). No Maranhão, essa diversidade se apresenta de forma elevada por conta da complexa interação entre diferentes unidades geológico-ambientais, incluindo bacias sedimentares, terrenos cristalinos e planícies fluviolacustres (CPRM, 2013). A bacia hidrográfica do rio Pindaré (BHRP), objeto central desta pesquisa, constitui exemplo significativo dessa complexidade, uma vez que nela coexistem áreas de elevada fragilidade ambiental e de intensa pressão antrópica, sendo essencial para a compreensão dos processos de uso e ocupação do solo na região.

As ameaças à geodiversidade no Maranhão estão ligadas diretamente aos padrões de uso da terra, atividades que quando ocorrem de forma desordenada culminam em problemas ambientais, como a retirada da cobertura vegetal nativa, o despejo de esgoto não tratado diretamente nos rios e lagos, e a intensificação de processos erosivos. Estudos anteriores destacam que a ocupação desordenada, a expansão agropecuária e as queimadas tornaram-se elementos-chave na degradação dos recursos geológicos e hídricos do estado (Silva, 2013; CPRM, 2013). A bacia do Pindaré, localizada em uma zona de transição ecológica entre Amazônia e Cerrado, tem seu território progressivamente convertido em pastagens e cultivos temporários, ampliando sua vulnerabilidade a processos como assoreamento, contaminação hídrica e perda de solos.

Desse modo, para analisar essas ameaças de forma sistemática, foi proposta a utilização de técnicas cartográficas de geoprocessamento associadas à validação em campo, de modo a correlacionar os padrões de uso da terra com os elementos da geodiversidade afetados. A abordagem metodológica baseia-se na possibilidade de aproveitar dados multitemporais de cobertura da terra (MapBiomas) e de focos de queimadas (INPE) para identificar vetores de degradação, conforme pesquisa em andamento no ciclo PIBIC 2024/2025. Além disso, a escolha da BHRP como área de estudo justifica-se por sua abrangência (37 municípios) e por concentrar problemas ambientais recorrentes no estado do Maranhão, como o avanço das voçorocas em Buriticupu e a ocupação irregular de Áreas de Preservação Permanente (APP) no município de Pindaré-Mirim.

Ainda, a região da bacia é estratégica do ponto de vista econômico e logístico, pois abriga municípios com forte atividade agropecuária (Santa Inês, Buriticupu) e silvicultura, além de estar inserida na região do MATOPIBA, fronteira agrícola em expansão. Essa dinâmica torna o acesso a dados e a parcerias com instituições locais mais viável, permitindo a realização de trabalho de campo e a coleta de informações primárias sobre os impactos no solo, na água e na paisagem. No Maranhão, há usinas sucroalcooleiras e empreendimento agrícolas de grande porte, cujas atividades geram pressão sobre os recursos naturais, o que torna a BHRP um laboratório vivo para o estudo das ameaças à geodiversidade.

1 Discente em Geografia, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: juanrodrs23@gmail.com

2 Doutor em Geografia, Docente do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: luizsantos@professor.uema.br

Diante desse cenário, este relatório final tem como objetivo analisar as ameaças à geodiversidade da BHRP, com enfoque nos padrões de uso da terra como fatores de risco para a conservação dos elementos naturais da região. Especificamente, busca-se: (i) obter o uso da terra da bacia entre 1994 e 2023; (ii) identificar os elementos associados ao uso da terra que causam ameaças à geodiversidade; e (iii) zonear as áreas com potencial de ameaças. O estudo reforça a necessidade de estratégias de manejo sustentável e políticas de conservação para mitigar os impactos negativos e garantir a preservação da geodiversidade e dos serviços ecossistêmicos da região.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica, utilizando bases de dados como Scielo, Periódicos CAPES e Google Acadêmico, nas quais foram pesquisados e estudados artigos, teses e manuais técnicos com temas relacionados à geodiversidade, uso da terra, geoconservação, processos erosivos e geoprocessamento aplicado a bacias hidrográficas. Essa etapa auxiliou no entendimento dos conceitos fundamentais e na definição dos procedimentos metodológicos adotados. Na Tabela 1 constam as referências dos principais autores consultados e o ano de suas respectivas publicações.

Tabela 1 – Relação de Autores Consultados (Continua)

AUTOR	ANO
GRAY, M.	2004
STANLEY, M.	2000
EBERHARD, R.	1997
BRILHA, J.	2005
SILVA, C. R. et al.	2008
XAVIER DA SILVA, J.et al.	2001

Fonte: Autor, 2025

Tabela 2 – Relação de Autores Consultados (Finaliza)

AUTOR	ANO
CPRM	2013
GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B.	2000
GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.	2018
DANTAS, M. E. et al.	2015
BERTRAND, G.	1972
SCHWANZ, V. B. et al.	2023

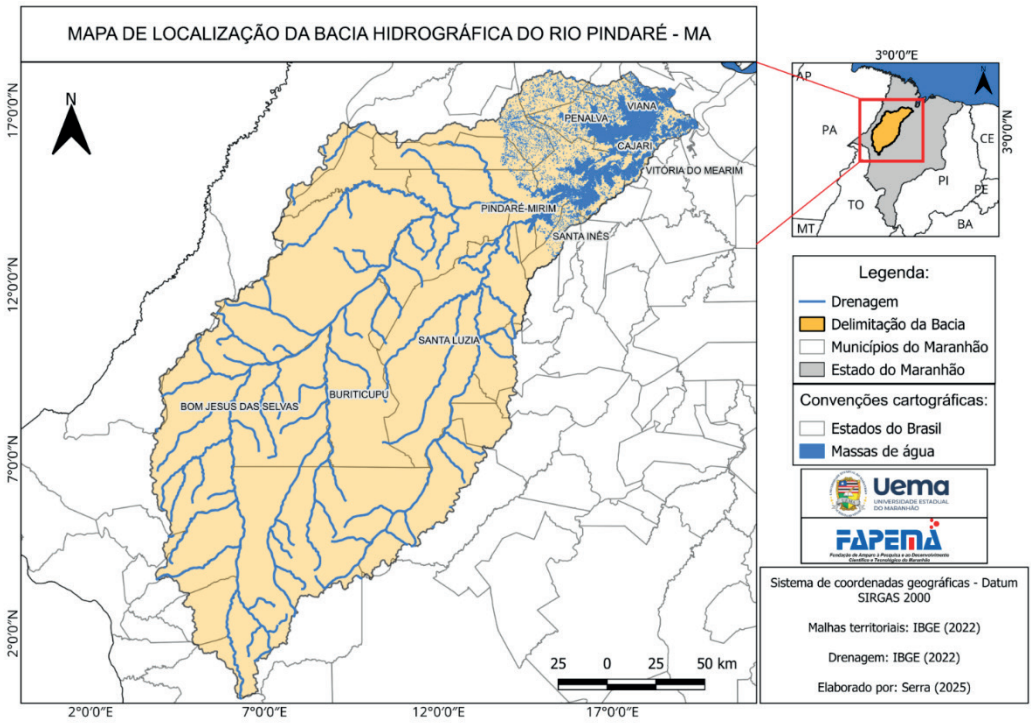
Fonte: Autor, 2025

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida a partir de uma abordagem integrada que combinou procedimentos de gabinete e atividades de campo. A área de estudo abrange a bacia hidrográfica do rio Pindaré (BHRP), localizada no estado do Maranhão, que contempla 37 municípios e apresenta significativa variabilidade geológica, geomorfológica, pedológica e hidrológica, o

que a torna especialmente vulnerável às transformações antrópicas e às pressões ambientais decorrentes do uso inadequado do solo. A Figura 1 apresenta o mapa de localização da BHRP.

Figura 1 – Localização da BHRP

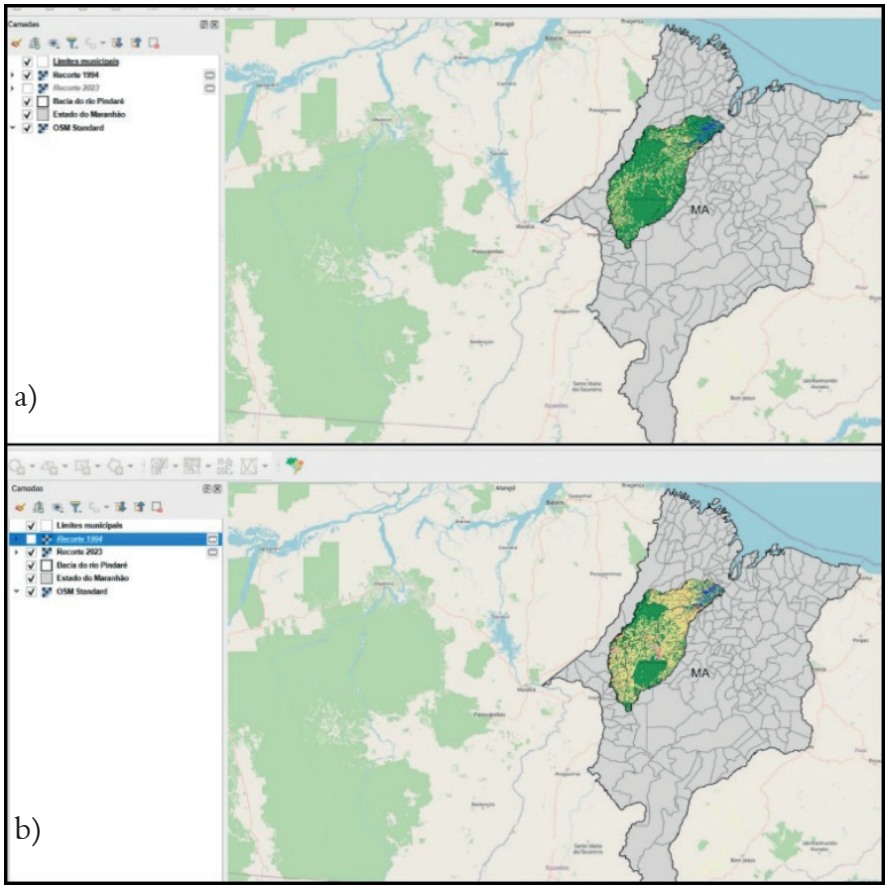


Fonte: Autor, 2025

Procedimentos de geoprocessamento

Para o levantamento dos parâmetros de uso e cobertura da terra, foram elaborados mapas temáticos no software QGIS 3.42.2, dentro de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), com auxílio da ferramenta Grass r. report para o cálculo das áreas modificadas. As bases cartográficas utilizadas estão referenciadas no Datum SIRGAS 2000 – Zona 23 Sul, e as escalas variaram de 1:100.000 a 1:1.000.000, permitindo uma análise condizente com a abrangência da BHRP. Os dados de uso da terra foram obtidos por meio da plataforma MapBiomas, analisando-se os municípios-alvo do trabalho de campo em Cajari, Viana, Vitória do Mearim, Santa Inês, Pindaré-Mirim, Santa Luzia e Buriticupu –, com o objetivo de identificar a cobertura e o uso da terra nas localidades a serem visitadas, permitindo antecipar os cenários ambientais que poderiam ser encontrados. A Figura 2 mostra esta etapa de elaboração das análises temporais.

Figura 2 – Etapa de preparo da análise cartográfica temporal da BHRP do ano de 1994 e 2023



a. Uso e cobertura da terra em 1994 b. Uso e cobertura da terra em 2023

Fonte: Autor, 2025

Após o processamento, foram gerados os mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 1994 e 2023, permitindo a visualização das transformações ocorridas ao longo de três décadas. A quantificação das áreas foi organizada em tabelas comparativas, expressas em km² e em percentual de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica do uso da terra (1994-2023)

A análise da bacia hidrográfica do rio Pindaré entre 1994 e 2023 revelou transformações significativas na paisagem, impulsionadas principalmente pela expansão agropecuária e pela conversão de áreas naturais em usos produtivos. A Tabela 3 apresenta a comparação das áreas ocupadas pelas diferentes classes de uso da terra nos dois anos analisados.

Tabela 3 - Comparação do uso da terra na BHRP em 1994 e 2023

Classes de Uso da Terra	Área em 1994 (km²)	Área em 2023 (km²)	Variação (km²)	Variação (%)
Formação Florestal	25.404,17	14.742,53	-10.661,65	-41,97
Formação Savânica	535,88	219,68	-316,20	-59,01
Floresta Alagável	1.385,80	226,86	-1.158,94	-83,63
Pastagem	11.464,20	21.984,82	+10.520,62	+91,77
Silvicultura	0,20	282,72	+282,52	+141.260
Soja	0,00	797,36	+797,36	Nova categoria
Área Urbanizada	32,52	106,44	+73,92	+227,30
Mineração	0,71	4,42	+3,71	+522,54

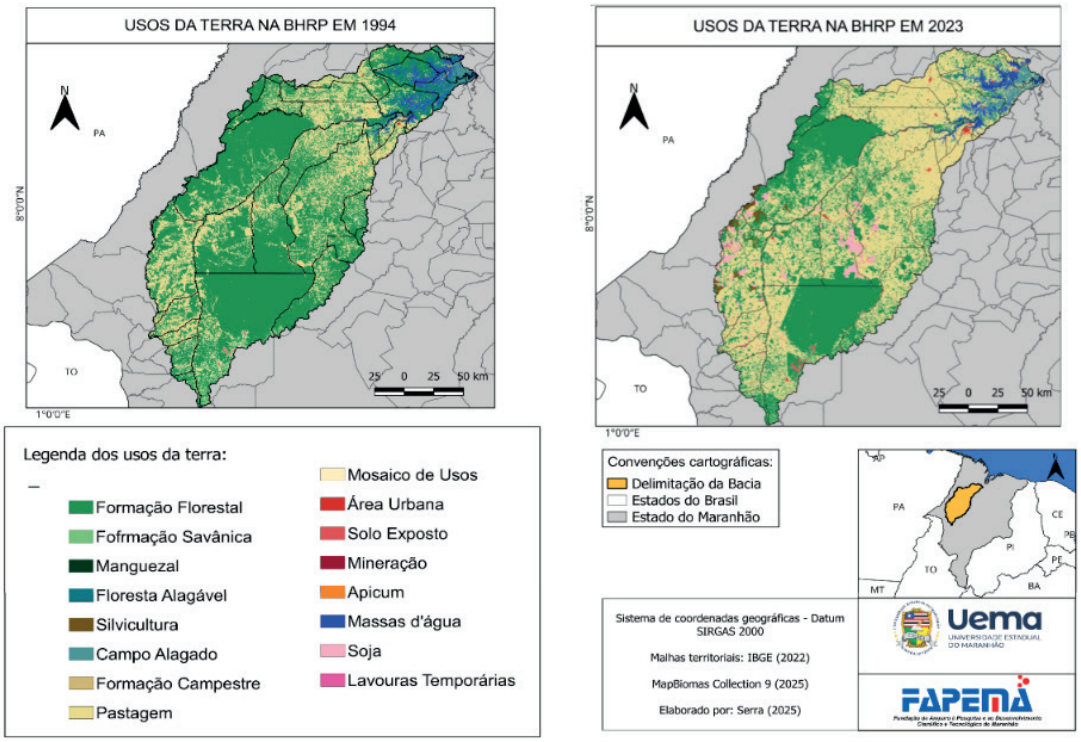
Fonte: Autor, 2025

Os resultados indicam uma redução expressiva das coberturas naturais, com destaque para a floresta alagável (-83,63%) e a formação savânica (-59,01%). A formação florestal, que ocupava mais de 25 mil km² em 1994, foi reduzida para aproximadamente 14,7 mil km² em 2023, uma perda de 41,97%.

Em contrapartida, observa-se um crescimento acentuado de atividades antrópicas. A pastagem avançou quase 92%, passando a ocupar mais de 21 mil km² da bacia. A silvicultura, praticamente inexistente em 1994 (0,20 km²), expandiu-se para 282,72 km² em 2023.

A soja, categoria não registrada no início do período, surgiu como cultura expressiva, ocupando 797,36 km². As áreas urbanizadas mais que triplicaram (+227,30%), e a mineração apresentou crescimento superior a 500%.

Figura 3 – Mapa comparativo do uso da terra: 1994 e 2023



Fonte: Autor, 2025

Os dados apontam uma clara tendência de substituição de áreas naturais por pastagens, monoculturas e silvicultura, resultando em fragmentação da paisagem e aumento da pressão sobre os recursos hídricos e o solo. Essa dinâmica está alinhada com os padrões observados por Schwanz et al. (2023) e Bolfe et al. (2017) para a região do MATOPIBA, evidenciando a expansão da fronteira agrícola como principal vetor de transformação da paisagem no Maranhão.

Lixão em Santa Inês

Durante a visita de campo realizada em Santa Inês, constatou-se a manutenção de um lixão a céu aberto, evidenciando uma série de problemas ambientais, sociais e legais. O local apresentava grande acúmulo de chorume, líquido altamente contaminante proveniente da decomposição da fração orgânica dos resíduos sólidos, que escorria em direção a um corpo hídrico próximo, gerando risco direto de poluição das águas superficiais e subterrâneas. Observou-se ainda a presença constante de urubus e cachorros, atraídos pelos resíduos, configurando risco à saúde pública por atuarem como potenciais vetores de doenças (Jacobi, 2006).

No momento da visita, caminhões foram flagrados saindo da área logo após o descarte dos resíduos, evidenciando a rotina de deposição irregular e sem qualquer tratamento prévio. O cenário social também chamou atenção: havia pessoas que dependiam do lixo para sobreviver, retirando materiais recicláveis e até mesmo objetos de uso pessoal em meio aos rejeitos, situação que evidencia a exclusão social e a precariedade da gestão dos resíduos sólidos (Silva, 2011). Outro ponto crítico foi a tentativa de descarte de lixo hospitalar por um agente do município, flagrada durante a inspeção, o que caracteriza crime ambiental e infração sanitária, conforme a Resolução CONAMA nº 358/2005 e a RDC ANVISA nº 222/2018.

Do ponto de vista legal, o cenário de Santa Inês se configura como violação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabeleceu o prazo para a erradicação dos lixões em todo o país. A situação observada enquadra-se também como descumprimento do direito constitucional ao meio ambiente ecologicamente equilibrado (CF/88, art. 225). O lixão de Santa Inês, portanto, não é apenas um problema ambiental, mas também social, político e jurídico, refletindo a ineficácia da gestão pública e o distanciamento em relação às diretrizes nacionais para resíduos sólidos.

Voçorocas em Buriticupu

Buriticupu constitui um exemplo emblemático da problemática da erosão hídrica severa. A combinação de fatores naturais, como geologia de baixa coesão, solos suscetíveis à erosão e alta pluviosidade anual (ANA, 2005), somada às pressões antrópicas como desmatamento e ocupação irregular das margens, criou condições favoráveis à intensificação do processo erosivo.

As voçorocas identificadas na área urbana do município representam o estágio mais grave de erosão, no qual grandes ravinas são abertas no solo expondo horizontes inferiores, podendo atingir o saprólito ou a rocha (Martins, 2010).

Os registros de campo e as imagens aéreas obtidas com drone revelaram cortes profundos e instáveis no terreno, resultantes da ação concentrada do escoamento superficial das águas pluviais, potencializada pela ausência de cobertura vegetal e pelo manejo inadequado do solo.

Além dos condicionantes naturais, a expansão urbana desordenada agrava a situação, ao impermeabilizar o solo e concentrar fluxos hídricos em áreas sem infraestrutura adequada (Guerra & Cunha, 1996). Nesse sentido, o caso de Buriticupu apresenta um problema geotécnico que se converte em problema social, com o abandono de residências, o risco de deslizamentos e o comprometimento da qualidade da água dos rios adjacentes.

Gado e pastagem

Durante os deslocamentos entre os municípios da BHRP, especialmente em trechos das rodovias BR-222 e MA-317, observou-se a presença frequente de gado pastando em áreas próximas ou mesmo dentro dos perímetros urbanos consolidados. Essa prática, comum na região, evidencia a ausência de planejamento na gestão do uso da terra, bem como a falta de delimitação clara entre as zonas rural e urbana. A criação de gado em áreas urbanas resulta em múltiplos impactos negativos sobre a geodiversidade local, como a compactação do solo pelo pisoteio animal, o que reduz a capacidade de infiltração da água e aumenta o escoamento superficial, favorecendo processos erosivos.

Além disso, a presença de gado em áreas urbanas contribui para a degradação de Áreas de Preservação Permanente (APP), especialmente nas margens de rios e córregos que cruzam as cidades, onde os animais têm acesso direto à água, causando assoreamento, contaminação por dejetos e destruição da vegetação ciliar. Essa situação reflete a fragilidade da fiscalização ambiental e a necessidade de políticas públicas que promovam a separação entre atividades agropecuárias e zonas urbanas, garantindo a integridade dos recursos naturais e a qualidade de vida da população.

Moradias em Áreas de Preservação Permanente (APP)

Nos municípios da BHRP, com destaque para Pindaré-Mirim, foi observada a presença significativa de moradias construídas em APP, sobretudo às margens do rio Pindaré. Em sua maioria, essas habitações apresentam a tipologia de casas suspensas sobre estacas (palafitas), erguidas em terrenos instáveis e sujeitos a inundações sazonais. De acordo com o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012, art. 4º, inciso I), as margens de cursos d'água naturais devem ser protegidas por faixas mínimas de vegetação nativa, variando entre 30 e 500 metros, a depender da largura do rio.

No entanto, nessas localidades, grande parte da mata ciliar foi suprimida para dar lugar às construções, resultando em degradação ambiental e descumprimento da legislação vigente. Além da ocupação irregular, verificou-se a presença de encanamentos improvisados que lançam esgoto doméstico diretamente no leito do rio. Tal prática compromete os serviços ecossistêmicos e contraria os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que estabelece a preservação da qualidade da água como direito coletivo e condição essencial para o uso múltiplo dos recursos hídricos. Essa situação reflete também uma falha no planejamento urbano, já que o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) preconiza a função social da propriedade e da cidade, coibindo ocupações em áreas de risco.

A Figura 4 sintetiza esses achados, apresentando de forma integrada os pontos críticos e sua distribuição espacial na área de estudo.

Figura 4 – Integração dos quatro problemas como ameaças à geodiversidade



a. Lixão em Santa Inês
b. Voçoroca em Buriticupu
c. Gado e pastagem
d. Moradias em APP em Pindaré-Mirim

Fonte: Autor, 2025

CONCLUSÃO

A partir da articulação entre as análises cartográficas e as verificações realizadas em campo, foi possível confirmar que as formas de ocupação e exploração do território na bacia hidrográfica do rio Pindaré configuram um quadro de crescentes pressões sobre os elementos abióticos que compõem sua geodiversidade. A substituição de coberturas vegetais nativas por pastagens, plantios florestais e culturas temporárias, especialmente a soja, provocou uma redução superior a 10 mil km² das formações florestais entre 1994 e 2023, além do quase desaparecimento (84%) das florestas alagáveis. Essas alterações comprometem diretamente a resiliência dos solos, o regime dos cursos d'água e o equilíbrio dos sistemas naturais da bacia.

Os registros obtidos em campo revelaram quatro situações críticas que materializam as ameaças à geodiversidade regional: a operação de um lixão sem qualquer controle ambiental em Santa Inês, o avanço alarmante das voçorocas na área urbana de Buriticupu, a circulação de gado em zonas urbanizadas e a consolidação de moradias em APP às margens do rio Pindaré, em Pindaré-Mirim. Em Buriticupu, a conjugação entre a fragilidade natural dos solos e a ocupação territorial desordenada produziu o cenário mais dramático, com perda de moradias, riscos de deslizamentos e contaminação dos corpos hídricos uma clara demonstração de como o problema geotécnico se transforma em questão social urgente.

Diante desse panorama, fica evidente que reverter ou ao menos mitigar os impactos identificados na BHRP exige uma estratégia de gestão territorial que integre diferentes esferas do poder público, mecanismos efetivos de controle e engajamento das comunidades locais. Entre as ações prioritárias, destacam-se: a instalação e o fortalecimento do Comitê da Bacia hidrográfica

do rio Pindaré, a substituição dos lixões por aterros sanitários adequados, a recuperação das faixas de APP ocupadas irregularmente e a promoção de técnicas de manejo agrícola menos agressivas ao solo e à água. A proteção da geodiversidade não pode ser tratada como um tema secundário ela é condição fundamental para a manutenção dos recursos hídricos, o bem-estar das populações ribeirinhas e a viabilidade econômica de longo prazo de toda a região.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de concluir esta etapa da graduação e por ter me dado forças para seguir em frente diante dos desafios encontrados ao longo da pesquisa.

Aos meus pais, por terem contribuído fundamentalmente para minha formação e por me proporcionarem a melhor educação possível ao longo da minha vida, apoiando-me incondicionalmente em cada passo desta jornada.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pelo ambiente acadêmico e pela estrutura oferecida para o desenvolvimento da pesquisa, e à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo fomento concedido por meio da bolsa de Iniciação Científica, sem a qual este trabalho não seria viável.

Ao meu professor, orientador e amigo, Prof. Dr. Luiz Carlos Araújo dos Santos, pela oportunidade de participar do desenvolvimento deste trabalho, pela confiança depositada em meu potencial e por toda a orientação ao longo desta trajetória.

Aos colegas de equipe que participaram das atividades de campo, pelo apoio e companheirismo nos deslocamentos e registros.

REFERÊNCIAS

BANDEIRA, I. C. N. (Org.). Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. Disponível em: <www.cprm.gov.br>. Acesso em: 03/09/2024.

BEUCHLE, René; GRECCHI, Rosana; SHIMABUKURO, Yosio; SELIGER, Roman; EVA, Hugh; SANO, Edson; ACHARD, Frédéric. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. *Applied Geography*, v. 58, 2015. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.01.017.

BOLFE, Édson L.; VICTÓRIA, Daniel de C.; CONTINI, Elisio; BAYMA-SILVA, Gustavo; SPINELLI-ARAUJO, Luciana; GOMES, Daniel. Matopiba em crescimento agrícola: aspectos territoriais e socioeconômicos. *Revista de Política Agrícola*, v. 25, n. 4, p. 38–62, 2017. Disponível em: https://rpa.sede.embrapa.br/RPA/article/view/1202. Acesso em: 9 ago. 2025.

BRAGA, Eduarda Vaz; FONSECA, Nívea Sousa; FERNANDES, Helen Giovanna Pereira; CARVALHO, Isolda Cordeiro; SANTOS, Bárbara Vieira dos; NETO, Antonio Queres da Silva; SILVA, Ivanilde Lima; RODRIGUES, Taíssa Caroline Silva. Análise das mudanças de uso e cobertura da terra na Região Metropolitana do Sudoeste Maranhense: um estudo na interface de transição entre Cerrado e Amazônia. *Revista Tocantinense de Geografia*, v. 13, n. 30, p. 134–150, 2024. DOI: 10.70860/rtg.v13i30.19176. Disponível em: https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/19176. Acesso em: 18 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (...). Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 9 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, 2002b. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=299. Acesso em: 9 ago. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 369, de 29 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais (...). Brasília, 2006. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489. Acesso em: 9 ago. 2025.

CASTANHEL, Del; DE ANDRADE, Luciana Rosa. A urbanização das áreas de preservação permanente de rios e seus reflexos jurídicos. 2022. Disponível em: http://repositorio.unesc.net/handle/1/9111. Acesso em: 18 jul. 2025.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Proposta de criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré. Maranhão, 2021. Acesso em: 29/01/2025.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; SILVA, C. R.; SHINZATO, E. Geodiversidade e análise da paisagem: uma abordagem teórico-metodológica. *Terra e Didática*, v. 11, n. 1, p. 04-13, 2015. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/. Acesso em: 15/09/2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 10/09/2024.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

LIMA, Eduardo Bastos Moreira. Dificuldades de aplicação dos conceitos de áreas de preservação permanente em áreas urbanas consolidadas. 2025. Monografia (Curso de Geografia) – Udesc, 2014. Disponível em: https://repositorio.udesc.br/handle/UDESC/13474. Acesso em: 9 ago. 2025.

LISBOA, José Herbert Luna. O desenvolvimento do direito à moradia e ao meio ambiente equilibrado e a (in)existência de primazia entre direitos fundamentais. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, v. 13, n. 2, p. e977, 2024. DOI: 10.23900/2359-1552v13n2-211-2024. Disponível em: https://journalppc.com/RPPC/article/view/977. Acesso em: 9 ago. 2025.

MARQUES, M. H. S. Análise dos índices de degradação em áreas de pastagem na bacia hidrográfica do rio Mearim no estado do Maranhão. 2025. Disponível em: https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/9496?mode=full. Acesso em: 18 jul. 2025.

MARTINS, Sebastião Venâncio. Recuperação de áreas degradadas: ações de preservação permanente, voçorocas, taludes, rodoviários e de mineração. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Imagens de Satélites para Estudos Ambientais. Brasília: MMA, 2013. Acesso em: 03/09/2024.

OLIVEIRA, V. E. S.; SCHWANZ, V. B.; SIMON, A. L. H. Dinâmica das coberturas e usos da terra em áreas com elevado índice de geodiversidade no município de São Lourenço do Sul, RS. Universidade Federal de Pelotas, 2020. Acesso em: 10/09/2024.

PEREIRA, Patricia Barbosa; NUNES, Hikaro Kayo de Brito; ARAÚJO, Francisco de Assis da Silva. Análise multitemporal de uso, ocupação e cobertura da terra na zona Leste da cidade de Caxias/Maranhão/Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 3, p. 1415–1428, 2021.

DOI: 10.26848/rbgf.v14.3.p1415-1428. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/244598. Acesso em: 9 ago. 2025.

SCHWANZ, V. B.; OLIVEIRA, V. E. S.; SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G. A dinâmica das coberturas e usos da terra e as ameaças à geodiversidade no município de São Lourenço do Sul (Brasil). *Physis Terrae*, v. 5, n. 2-3, p. 305-316, 2023. DOI: https://doi.org/10.21814/physisterrae.5574. Acesso em: 03/09/2024.

SILVA, C. R. (Org.). Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro. Rio de Janeiro: CPRM, 2008. Disponível em: www.cprm.gov.br. Acesso em: 03/09/2024.

SILVA, F. S. da. Sensoriamento remoto para detecção de queimadas no Cerrado Maranhense: uma aplicação no Parque Estadual do Mirador. *Revista Geográfica Acadêmica*, v. 13, n. 2, p. 90–105, 2020. Disponível em: https://revista.ufrr.br/rga/article/view/5759. Acesso em: 18 jul. 2025.

SILVA, M. L. N. Geodiversidade da cidade de Natal (RN): valores, classificações e ameaças. 2016. 170 f. Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Natal, 2016. Acesso em: 03/09/2024.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A. L. Panorama geral sobre a geoconservação em Natal (RN): ameaças à geodiversidade *in situ* e *ex situ*. *HOLOS*, v. 32, n. 7, p. 3-14, 2016. DOI: https://doi.org/10.15628/holos.2016.4743. Acesso em: 03/09/2024.

SILVA JUNIOR, Celso Henrique Leite; ANDERSON, Liana Oighenstein; ARAGÃO, Luiz Eduardo Oliveira e Cruz de; RODRIGUES, Bruno Durão. Dinâmica das queimadas no Cerrado do Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 35, p. 1–14, 2018. DOI: 10.11606/rdg.v35i0.142407. Disponível em: https://revistas.usp.br/rdg/article/view/142407. Acesso em: 18 jul. 2025.