

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

CAMPUS SÃO BENTO-MA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL

OSWALDO JOÃO NETO FERREIRA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DA URBANIZAÇÃO NOS CAMPOS
ALAGADOS EM SÃO BENTO (MA) UTILIZANDO A MATRIZ DE LEOPOLD.**

São Bento - MA

2025

OSWALDO JOÃO NETO FERREIRA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DA URBANIZAÇÃO NOS CAMPOS
ALAGADOS EM SÃO BENTO (MA) UTILIZANDO A MATRIZ DE LEOPOLD.**

Monografia apresentada junto ao Curso
de Tecnologia em Gestão Ambiental da
Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA, para obtenção de grau de
Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Esp. Zaiane de Cássia
Barbosa Sá.

São Bento - MA

2025

Pinheiro, Oswaldo João Neto Ferreira

Avaliação de impacto ambiental da urbanização nos campos alagados em São Bento (MA) utilizando a Matriz de Leopold; / Oswaldo João Neto Ferreira Pinheiro. – São Luis, MA, 2025.

60 f

Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) - Universidade Estadual do Maranhão, 2025.

Orientador: Prof. Esp. Zaiane de Cássia Barbosa Sá.

1.Área de Proteção Ambiental. 2.Ocupação Irregular. 3.Gestão Ambiental. 4.Planejamento Socioambiental. 5.Baixada Maranhense. I.Título.

CDU: 502.13(812.1)

OSWALDO JOÃO NETO FERREIRA PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DA URBANIZAÇÃO NOS CAMPOS
ALAGADOS EM SÃO BENTO (MA) UTILIZANDO A MATRIZ DE LEOPOLD.**

Monografia apresentada junto ao Curso
de Tecnologia em Gestão Ambiental da
Universidade Estadual do Maranhão -
UEMA, para obtenção de grau de
Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ZAIANE DE CASSIA BARBOSA SA**
Data: 20/01/2026 14:48:06-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Esp. Zaiane de Cássia Barbosa Sá
Orientadora - Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Maranhão - IFMA

Documento assinado digitalmente
 **YURI OLIVEIRA FEITOSA**
Data: 20/01/2026 14:51:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Yuri Oliveira Feitosa
1º Membro – Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Campus Pinheiro

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA LOPES ALMEIDA**
Data: 20/01/2026 15:01:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª. Me. Juliana Lopes Almeida
2º Membro – Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Campus São Bento

AGRADECIMENTOS

Agradeço antes de tudo, a Deus por me dar força, coragem e direção em cada etapa desta caminhada. Foi Ele quem sustentou meus passos nos momentos de dúvida e renovou minha esperança quando tudo parecia difícil.

Estendo meus agradecimentos à minha família, em especial à minha mãe, pela compreensão, incentivo e amor incondicional, que sustentaram minha caminhada em momentos decisivos.

Expresso minha sincera gratidão aos amigos de faculdade Jonas Sousa Everton, cuja presença e apoio foram fundamentais, especialmente durante o processo da escrita deste trabalho. Agradeço igualmente ao meu amigo Mateus Ramos, que colaborou de forma decisiva na etapa de visita de campo, contribuindo para o desenvolvimento metodológico desta pesquisa.

Registro meu profundo reconhecimento à minha orientadora, Profa. Zaiane de Cássia Barbosa Sá pela dedicação, paciência e rigor científico que orientaram minhas escolhas e aprimoraram significativamente a qualidade deste trabalho. Agradeço também aos professores que, ao longo da graduação, compartilharam seus conhecimentos e contribuíram para minha formação intelectual e profissional.

Sou especialmente grato à minha colega de trabalho Claudilene Lobato, cujo gesto generoso ao me emprestar recursos financeiros, o que possibilitou a aquisição do notebook assim tornando viável a produção deste TCC. Sua ajuda ultrapassou o apoio material, representando também incentivo e confiança na minha capacidade de concluir esta etapa.

Por fim, deixo registrada minha gratidão à Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), instituição que me acolheu e me proporcionou formação acadêmica, experiências enriquecedoras e oportunidades de crescimento pessoal e profissional.

*“Só quando a última árvore for derrubada, o
último peixe for morto e o último rio for poluído
é que o homem perceberá que não pode comer
dinheiro.”*

Provérbio indígena

RESUMO

Os campos alagados da Baixada Maranhense são ecossistemas de elevada relevância ecológica, porém vêm sofrendo alterações em decorrência da expansão urbana desordenada. No município de São Bento (MA), especialmente ao longo da rodovia MA-310, a ocupação de áreas ecologicamente sensíveis tem provocado impactos ambientais significativos. Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os impactos ambientais decorrentes da urbanização nos campos alagados de São Bento (MA), por meio da aplicação da Matriz de Leopold. A metodologia baseou-se em levantamento bibliográfico, visitas de campo, registros fotográficos e na análise sistemática das interações entre ações antrópicas e os componentes ambientais. Os resultados indicaram a predominância de impactos negativos de baixa a média magnitude, com destaque para os aterros improvisados, a supressão da vegetação nativa, a impermeabilização do solo, o descarte inadequado de resíduos sólidos, o lançamento de efluentes domésticos e a ocorrência de queimadas a céu aberto. Esses impactos comprometeram a dinâmica hidrológica natural, a biodiversidade, a qualidade ambiental e a saúde pública, além de promoverem a descaracterização progressiva da paisagem. Conclui-se que a Matriz de Leopold mostrou-se um instrumento eficaz para a identificação e hierarquização dos impactos ambientais, contribuindo como subsídio ao planejamento ambiental e à proposição de medidas mitigadoras voltadas à conservação dos campos alagados e ao desenvolvimento urbano mais sustentável no município estudado.

Palavras-chave: Área de Proteção Ambiental, Ocupação Irregular, Gestão Ambiental, Planejamento Socioambiental; Baixada Maranhense.

ABSTRACT

The floodplain fields of the Baixada Maranhense are ecosystems of high ecological relevance; however, they have been undergoing changes due to unplanned urban expansion. In the municipality of São Bento, Maranhão, particularly along the MA-310 highway, the occupation of ecologically sensitive areas has caused significant environmental impacts. In this context, this study aimed to assess the environmental impacts resulting from urbanization in the floodplain fields of São Bento (MA) through the application of the Leopold Matrix. The methodology was based on a literature review, field surveys, photographic records, and a systematic analysis of interactions between anthropogenic activities and environmental components. The results indicated a predominance of negative impacts of low to medium magnitude, especially related to improvised landfilling, removal of native vegetation, soil impermeabilization, improper solid waste disposal, discharge of domestic effluents, and open-air burning. These impacts compromised natural hydrological dynamics, biodiversity, environmental quality, and public health, in addition to promoting progressive landscape degradation. It is concluded that the Leopold Matrix proved to be an effective instrument for identifying and ranking environmental impacts, contributing as support for environmental planning and the proposal of mitigation measures aimed at conserving floodplain fields and promoting more sustainable urban development in the studied municipality.

Keywords: Environmental Protection Area (APA); Irregular occupation; Environmental management; Socio-environmental planning; Baixada Maranhense.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Área de Estudo.....	23
Figura 2 - APA da Baixada Maranhense.....	24
Figura 3 - Mapa Geográfico da Área de Estudo.....	25
Quadro 1 - Dados Identificados.....	27
Quadro 2 - Dados de Avaliação de Impactos.....	29
Quadro 3 - Classificação do Impacto Ambiental.....	30
Quadro 4 - Importância do Impacto Ambiental.....	30
Quadro 5 - Magnitude do Impacto Ambiental.....	31
Quadro 6 - Aspectos e Impactos da Urbanização nos Campos Alagados.....	33
Quadro 7 - Matriz de Leopold.....	34
Quadro 8 - Probabilidade de Ocorrência de Impactos Ambientais.....	38
Figura 4 - Supressão da Vegetação Nativa.....	41
Figura 5 - Alteração dos Solos em Área de Campos Alagados.....	43
Figura 6 - Registros fotográficos de impactos identificados.....	45
Figura 7 - Traíras (<i>Hoplias malabaricus</i>) Encontradas sem Vida.....	48
Figura 8 - Registro da jacanã (<i>Jacana jacana</i>) em uma Área de Campo alagado.....	48
Figura 9 - Primeira Ponte na Localização dos Campos.....	50
Figura 10 - Construção de Residência nos Perímetros dos Campos Alagados.....	50

LISTA DE SIGLAS

AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANA	Agência Nacional de Água
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LA	Licenciamento Ambiental
MA	Maranhão
NEPA	National Environmental Policy Act (Lei Nacional de Política Ambiental)
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRA	Programa de Regularização Ambiental
RIMA	Relatório de Impacto ao Meio Ambiente
RL	Reserva Legal
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
STJ	Superior Tribunal da Justiça
USGS	United States Geological Survey (Serviço Geológico dos Estados Unidos)

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Geral.....	13
2.2 Específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
3.1 Urbanização e meio ambiente	14
3.2 Avaliação de impacto ambiental (AIA).....	15
3.3 Ecossistemas de campos alagados	16
3.4 Políticas ambientais e de ocupação	17
3.5 Matriz de Leopold.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	21
4.1 Caracterização do município	22
4.2 Coleta de dados da área de estudo	24
4.3 Características da matriz	26
4.4 Construção e aplicação da matriz de avaliação de impactos ambientais	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
5.1 Aplicação da matriz de Leopold	33
5.2 Redução da vegetação nativa e perda de biodiversidade	40
5.3 Alteração do solo e da dinâmica hidrológica	42
5.4 Contaminação do solo, água e ar	43
5.5 Perturbação da fauna e impactos à saúde pública.....	46
5.6 Transformações paisagísticas e pressão antrópica permanente	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51

1 INTRODUÇÃO

Segundo o Decreto nº 11.900 de 11 de junho de 1991 a região da Baixada Maranhense caracteriza-se por uma complexa interface de ecossistemas que inclui manguezais, campos abertos e inundáveis, bacias lacustres em sistema de “rosário”, estuários, lagunas e matas ciliares. Essa configuração ambiental abriga uma biodiversidade significativa, destacando-se espécies da ictiofauna, avifauna (migratória e permanente) e uma grande variedade de espécies da flora local e regional, alguns desses ecossistemas passaram a ser classificados como Reservas Biológicas, conforme o estabelecido na Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985.

Os ecossistemas de campos alagados são de grande importância ecológica por abrigarem uma rica biodiversidade e por servirem de refúgio e local de reprodução para diversas espécies de aves, peixes e plantas. Também possuem relevância social e econômica, já que muitas comunidades dependem desses ecossistemas principalmente para o seu sustento por meio da pesca e da agricultura.

Conforme observado por Santos Júnior et al. (2020), a expansão demográfica urbana e o consequente crescimento das cidades têm gerado problemas socioambientais, tais como o aumento do consumo de recursos naturais e a degradação ambiental, resultando em desafios para o desenvolvimento sustentável e para a qualidade de vida da população urbana. Essa realidade demanda atenção especial, considerando a complexidade de administrar o uso do solo urbano de forma sustentável.

Segundo Neto, Cardoso e Silveira (2022) no Brasil, assim como em diversos outros países, a ocupação irregular dos centros urbanos, que atinge principalmente as populações mais vulneráveis, resultou no crescimento desordenado de favelas, cortiços, loteamentos clandestinos e construções em áreas de risco, muitas vezes sem qualquer planejamento ou preocupação ambiental. Essa dinâmica torna a conciliação entre o desenvolvimento urbano e a preservação ambiental um desafio constante, exigindo do poder público ações eficazes para proteger áreas sensíveis e desestimular práticas que comprometam o direito ao meio ambiente equilibrado (Neto, Cardoso e Silveira, 2022).

A Constituição Federal de 1988 reconhece a avaliação de impacto ambiental como um dos principais instrumentos de proteção ao meio ambiente. Conforme o artigo 225 no inciso IV, § 10 é obrigação do Poder Público exigir, nos termos da lei, a realização de um estudo prévio de impacto ambiental (EIA) antes da autorização para implantação de obras ou atividades com potencial de causar significativa degradação ambiental. Além disso,

esse estudo deve ser obrigatoriamente disponibilizado ao público por meio do Relatório de Impacto ao Meio Ambiental (RIMA).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1986, o RIMA deve ser elaborado de forma clara e acessível, possibilitando à população compreender as características do empreendimento, seus impactos ambientais, as medidas mitigadoras propostas e as consequências de sua implantação. As informações devem ser apresentadas em linguagem objetiva e ilustradas por recursos visuais, como mapas, gráficos e quadros, de modo a facilitar a compreensão das vantagens e desvantagens do projeto.

Ao longo dos anos a ocupação das áreas próximas aos campos alagados no município de São Bento (MA) ocorreu de forma gradual, em grande parte como resultado das características físicas do território e da falta de alternativas adequadas de habitação e infraestrutura urbana. Essa dinâmica pode ser o que levou parte da população a construir moradias nas margens desses ambientes, o que acabou favorecendo práticas como o descarte irregular de resíduos sólidos, entulhos e efluentes domésticos, além do aterramento e da prática de pequenos focos de queimadas. Tais ações refletem, sobretudo as limitações estruturais e de gestão urbana do município, e não uma ação intencional de degradação ambiental, embora resultem em impactos negativos sobre o solo, a qualidade da água e o bem-estar da população local.

Por si tratar de um ecossistema que vem sofrendo pressões antrópicas o que contribui para a perda de habitat e populações de animais e por estar presente na Área de Proteção Ambiental (APA) da Baixada Maranhense, os campos alagados demandam de uma atenção maior tanto da população quanto do poder público, a fim de garantir sua preservação e o equilíbrio ambiental da região.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar os impactos ambientais decorrentes da ocupação humana nas proximidades dos campos alagados do município de São Bento – MA através da aplicação da Matriz de Leopold, especificamente nas áreas localizadas às margens da rodovia MA-310.

2.2 Específicos

- ✓ Mapear a área de estudo localizado na MA-310;
- ✓ Classificar os impactos ambientais quanto à sua magnitude, severidade e relevância conforme os critérios da Matriz de Leopold;
- ✓ Listar as principais atividades antrópicas responsáveis pelas alterações ambientais na área estudada;

3 REVISÃO DE LITERATURA

A compreensão das dinâmicas socioambientais que moldam os territórios exige uma análise integrada de fatores históricos, ecológicos, normativos e metodológicos. Nesse sentido, esta revisão de literatura reúne contribuições essenciais para contextualizar a relação entre urbanização, meio ambiente e gestão do espaço, articulando os principais referenciais teóricos que fundamentam a pesquisa. Ao explorar desde os processos de transformação das paisagens naturais até os instrumentos legais e metodológicos de avaliação ambiental, busca-se oferecer uma visão ampla e crítica sobre os elementos que estruturam o debate contemporâneo acerca do uso e da ocupação do solo. Dessa forma, os tópicos a seguir apresentam os pilares conceituais necessários para apoiar a interpretação dos fenômenos investigados.

3.1 Urbanização e meio ambiente

As áreas urbanas se estruturam a partir da modificação e da apropriação dos compartimentos do relevo, dos solos e da estrutura geológica, em decorrência da inserção de elementos artificiais, como edificações, equipamentos urbanos, arruamentos, pavimentação asfáltica e canalização de cursos d'água. Essas intervenções alteram a dinâmica ambiental local, transformando as formas, os materiais e os processos naturais existentes (Silva *et al.*, 2019).

De acordo com Borges et al. (2011), o processo de formação e expansão das cidades está intimamente relacionado à presença dos rios, os quais atuam como importantes meios de comunicação e sustentação de serviços essenciais, como o abastecimento de água potável e o escoamento de efluentes domésticos e industriais. Os autores destacam ainda

que os recursos hídricos, configuram-se como os elementos naturais de maior dependência humana, sendo fundamentais para a manutenção da vida e para o desenvolvimento das atividades econômicas.

Segundo Zazyki *et al.*, (2020) o processo de urbanização é marcado pela transição da população rural para urbana, ou seja, uma mudança que ocorre de maneira distinta em cada sociedade de acordo com suas características e contextos históricos.

Para Aguiar *et al.*, (2023) o processo de urbanização está em constante avanço nos diferentes países, sobretudo naqueles em desenvolvimento e que enfrentam carência de planejamento urbano eficaz, tem se consolidado como o principal agente de transformações na organização social e espacial dessas sociedades. Os autores também afirmam que esse fenômeno desencadeia alterações significativas na forma como o espaço é ocupado e utilizado, ao mesmo tempo em que impõe novos e complexos desafios à busca por um desenvolvimento socioeconômico sustentável, que concilie o crescimento urbano com a preservação ambiental.

Nesse contexto, observa-se que, em grande parte dos países em desenvolvimento, a expansão urbana tem ocorrido de maneira desordenada, resultando em mudanças sucessivas no uso do território e na exploração dos recursos naturais. A ausência de um planejamento urbano adequado intensifica a degradação ambiental e expõe a paisagem natural a transformações cada vez mais drásticas ao longo do tempo (Fadigas, 2020).

A urbanização mantém uma relação direta com o meio ambiente e por concentrar pessoas e atividades econômicas em um espaço limitado, ela acaba provocando inevitavelmente impactos degradantes, com efeitos contínuos e interligados. Embora setores como a agricultura, a pecuária, a mineração e a produção de energia também causem grandes danos ambientais, a urbanização se destaca por concentrar seus impactos em áreas específicas e, ao mesmo tempo, disseminá-los para além dos limites urbanos, o que justifica uma análise diferenciada desse processo (Jatobá, 2011).

3.2 Avaliação de impacto ambiental (AIA)

Impulsionado pelos movimentos ambientalistas, o Congresso dos Estados Unidos promulgou, em 1969, a National Environmental Policy Act - NEPA (Lei Nacional de Política Ambiental) sancionada em janeiro de 1970, a partir da qual surgiu o conceito de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA). Essa legislação foi elaborada diante da necessidade de desenvolver novos métodos de análise de projetos que incorporassem, além dos aspectos econômicos e sociais, a proteção ambiental e o uso sustentável dos

recursos naturais (Andreazzi; Milward-De-Andrade, 1990).

No contexto brasileiro, a AIA tornou-se obrigatória com a instituição da Política Nacional do Meio Ambiente Lei Federal nº 6.938 de 1981, que incluiu entre seus principais instrumentos também o Licenciamento Ambiental (LA), embora inicialmente sem regulamentações detalhadas.

Sua aplicação foi após a implementação da Resolução CONAMA nº 001/1986, a qual define impacto ambiental como: qualquer alteração das características físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente provocada por ações antrópicas, capazes de afetar, de forma direta ou indireta, a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades socioeconômicas, a biota, bem como as condições estéticas, sanitárias e a qualidade ambiental.

Com base nessa definição, a resolução estabeleceu critérios, conceitos, responsabilidades e diretrizes gerais para a operacionalização da AIA, determinando que ela fosse conduzida por meio EIA e de seu respectivo RIMA, ambos exigidos para atividades, empreendimentos ou projetos com potencial de provocar alterações significativas no meio ambiente, integrando o processo de Licenciamento Ambiental.

Conforme Oliveira e Bursztyn (2001), a AIA deve abranger não apenas os efeitos sobre os elementos ambientais, mas também os impactos de natureza social e econômica. Esse instrumento possibilita que os projetos sejam elaborados com base não só em critérios técnicos e financeiros, mas igualmente em princípios de sustentabilidade, diferentemente do que ocorria em décadas passadas, quando as dimensões técnica e econômica predominavam no processo de planejamento.

3.3 Ecossistemas de campos alagados

De acordo com Costa Neto *et al.* (2002), a área de campos e lagos da região da Baixada Maranhense possui uma extensão territorial de aproximadamente 18.000 km², constituindo uma ampla planície sujeita a inundações durante grande parte do ano, em decorrência da influência das bacias dos rios Pindaré, Mearim, Grajaú e Pericumã. A dinâmica hidrológica desses cursos d'água origina inúmeros lagos interligados, configurando um ambiente de elevada complexidade ecológica, tanto em sua estrutura quanto em seu funcionamento.

A Baixada Maranhense possui quatro sistemas lacustres, sendo dois deles na área do território Campos e Lagos, casos do sistema Cajari – Penalva – Viana e de São Bento. Esses sistemas lacustres são constituídos por lagos temporários que ocupam toda a área

dos campos inundáveis no período das chuvas, lagos marginais e sistemas lacustres permanentes. Todas as cidades foram implantadas nas áreas altas e são circundadas por uma vegetação diversificada, que incluem manguezais, matas de galeria, babaquais e resquícios de floresta amazônica (Costa Neto *et al.*, 2002).

Nesse contexto, a microrregião da Baixada Maranhense que dentre as 21 microrregiões do estado, destaca-se por apresentar um mosaico ambiental complexo, resultante da interação entre elementos físicos, biológicos e antrópicos, essa combinação confere à região um caráter singular e elevado valor ecológico, tornando-a estratégica para ações de preservação e manejo ambiental. A área é marcada pela presença de extensas zonas alagadiças, que desempenham papel fundamental na regulação do regime hídrico, na manutenção do equilíbrio climático e na conservação da biodiversidade, configurando-se, portanto, como um importante espaço de suporte ecológico e ambiental para o estado do Maranhão (Mendes *et al.*, 2015).

Esses ambientes sofrem inundações periódicas e são, em sua maioria, formados por águas doces, embora possam apresentar influência de água salobra nas porções mais próximas ao litoral. A variação na salinidade ocorre conforme o regime climático, mantendo-se doce durante o período chuvoso e tornando-se salobra na estação seca (FDBM, 2018).

Segundo Santos e Júnior (2023), as condições ambientais da Baixada Maranhense favoreciam a abundância de recursos pesqueiros, possibilitando a captura de grande quantidade de peixes nos campos naturais durante o período chuvoso, bem como nos rios e lagos. Essa produção era posteriormente comercializada nas feiras dos municípios da região e na capital, São Luís.

Nos últimos anos, esse território tem sido fortemente afetado pela ausência de políticas públicas voltadas à preservação e à conservação ambiental. Essa carência de ações efetivas tem contribuído para a degradação de áreas que, apesar de integrarem uma unidade de conservação desde 1991 e de serem reconhecidas internacionalmente como Sítio Ramsar desde 2000, continuam expostas a diversas pressões antrópicas e à perda gradual de seus recursos naturais.

3.4 Políticas ambientais e de ocupação

A Constituição de 1934 marcou o início da incorporação de instrumentos voltados à proteção e à gestão ambiental no ordenamento jurídico brasileiro, representando um passo importante na consolidação das políticas ambientais do país (Oliveira, 2014). Entre

os primeiros marcos legais destaca-se o Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934, que reconheceu as florestas nacionais como bens de interesse coletivo e sujeitas a restrições definidas pela legislação (BRASIL, 1934). Ainda nesse período, o Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, foi promulgado para atualizar a normativa referente ao uso das águas no Brasil, até então considerada obsoleta. O decreto atribuiu ao poder público o controle e o incentivo ao uso racional dos recursos hídricos, em especial da energia hidráulica, estabelecendo bases para avanços posteriores na legislação ambiental (BRASIL, 1934).

A inclusão de dispositivos ambientais na Constituição e em decretos específicos abriu espaço para o desenvolvimento de uma legislação mais estruturada voltada à conservação dos recursos naturais e ao uso sustentável do território. Nesse contexto, as décadas de 1960 e 1970 foram fundamentais para a consolidação da legislação ambiental brasileira. A promulgação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965—o segundo Código Florestal—ampliou a proteção da vegetação nativa e fortaleceu os mecanismos de preservação da flora (BRASIL, 1965). Em seguida, a Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967, instituiu normas específicas para a proteção da fauna, complementando o arcabouço jurídico ambiental em formação (BRASIL, 1967).

Outro marco decisivo foi a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), em 1973, por meio do Decreto nº 73.030. Como primeiro órgão federal dedicado exclusivamente à gestão e ao planejamento ambiental, a SEMA representou importante avanço institucional ao centralizar ações de controle e proteção dos recursos naturais (BRASIL, 1973).

A consolidação desse processo culminou na promulgação da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). A PNMA estabeleceu princípios, diretrizes e instrumentos fundamentais para a gestão ambiental, além de promover a integração entre governo e sociedade no enfrentamento dos problemas ambientais (BRASIL, 1981). Em continuidade, a criação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), pelo Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983, fortaleceu a estrutura institucional do país ao estabelecer mecanismos de social e de articulação entre as esferas governamentais responsáveis pela execução da PNMA (BRASIL, 1983).

Ao final da década de 1980, a Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, promoveu a reorganização administrativa da política ambiental brasileira, resultando na criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). O

instituto passou a reunir funções de fiscalização, controle e execução das ações ambientais, consolidando um novo modelo institucional (BRASIL, 1989).

Nos anos seguintes, o país avançou no marco regulatório voltado à gestão dos recursos naturais. A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), estabelecendo diretrizes para o uso racional da água e mecanismos de responsabilização por danos ambientais (BRASIL, 1997). Complementarmente, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, definiu os crimes ambientais e suas respectivas sanções, ampliando o rigor jurídico e fortalecendo o aparato fiscalizatório (BRASIL, 1998).

O início do século XXI, o marco regulatório ambiental continuou a se fortalecer com a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), instituída pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. A ANA assumiu papel central na regulação e fiscalização dos recursos hídricos e dos serviços de saneamento básico, ampliando a capacidade de gestão integrada do setor (BRASIL, 2000).

No âmbito estadual, destaca-se a Lei nº 5.405, de 8 de abril de 1992, que instituiu o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão, definindo a estrutura do Sistema Estadual de Meio Ambiente e estabelecendo princípios voltados ao uso racional dos recursos naturais (MARANHÃO, 1992). Em escala municipal, a Lei nº 343/2006 criou o Código Ambiental de São Bento, alinhando a política ambiental local às competências federais e estaduais e estabelecendo diretrizes para a preservação dos ambientes naturais e urbanos (SÃO BENTO, 2006).

No que se refere ao uso e à ocupação do solo, a legislação brasileira remonta ao século XIX, com a promulgação da Lei nº 601/1850, que instituiu a primeira Lei de Terras do país e estabeleceu regras para apropriação, regularização e proteção do território (STJ, 2013). No período contemporâneo, a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, passou a regulamentar o parcelamento do solo urbano, visando ordenar o crescimento das cidades e assegurar condições mínimas de infraestrutura, saneamento e qualidade ambiental (BRASIL, 1979).

Entretanto, conforme destaca Pinto (2003), grande parte da expansão urbana brasileira ocorreu à margem dessas normas, por meio de loteamentos clandestinos e irregulares, frequentemente desprovidos de infraestrutura e implantados sem autorização do poder público. Para enfrentar essa problemática, foi promulgada a Lei nº 10.257, de 2001, o Estatuto da Cidade, que regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição

Federal e estabeleceu diretrizes para um desenvolvimento urbano mais ordenado, justo e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2001).

O Novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) é interpretado na literatura como um marco de flexibilização da proteção ambiental, ao alterar os parâmetros das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e da Reserva Legal (RL) e instituir instrumentos como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), que permitiram a regularização de passivos ambientais consolidados, configurando um enfraquecimento do regime de proteção anteriormente vigente (BRASIL, 2012).

No contexto da ocupação urbana nos limites das estradas de rodagem, mais recentemente a Lei nº 13.913, de 25 de novembro de 2019, introduziu flexibilizações nas faixas não edificáveis ao longo de rodovias, permitindo sua redução de quinze para até cinco metros, desde que regulamentada por legislação municipal específica. Ressalta-se que essa flexibilização não se aplica às margens de ferrovias, rios e córregos, onde se mantém o limite mínimo de quinze metros, salvaguardado o interesse público e o planejamento urbano.

Diante desse panorama, constata-se que o arcabouço jurídico ambiental brasileiro constitui um instrumento fundamental para o ordenamento territorial e o controle das dinâmicas de uso e ocupação do solo. A integração entre normas ambientais e urbanísticas reflete o avanço técnico e institucional do país na busca por um modelo de desenvolvimento sustentável, reforçando a necessidade de planejamento integrado e fiscalização efetiva para conciliar expansão urbana e preservação dos recursos naturais.

3.5 Matriz de Leopold

As matrizes de avaliação surgiram como uma tentativa de superar as limitações apresentadas pelas listagens (check-lists) utilizadas nas análises ambientais iniciais. Entre essas metodologias destaca-se em âmbito nacional e internacional a Matriz de Leopold, desenvolvida por Leopold em 1971, amplamente reconhecida por sua contribuição ao aprimoramento dos processos de avaliação de impacto ambiental (Fogliatti et al., 2004; Mavroulidou et al., 2007).

Para Crespi (2000), a Matriz de Leopold foi o método pioneiro desenvolvido para a AIA. Elaborada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), teve como objetivo inicial analisar os impactos ambientais decorrentes da exploração de uma mina de fosfato. Contudo, mais do que um método de avaliação, a matriz caracteriza-se como

um sistema de identificação e organização de informações ambientais.

Com base na matriz de Leopold, as matrizes contemporâneas configuram-se como instrumentos bidimensionais voltados à identificação dos impactos ambientais, possibilitando a atribuição de valores de magnitude e importância a cada tipo de impacto. Esses impactos, sejam positivos ou negativos, são distribuídos conforme o meio afetado (físico, biótico ou socioeconômico), a fase do empreendimento (implantação e/ou operação) e a área de influência (direta e/ou indireta). Determinados impactos podem ocorrer em mais de uma fase ou área, apresentando variações em seus atributos. Assim, cada impacto é inserido na matriz de acordo com o meio correspondente, sendo avaliado de forma nominal e ordinal conforme suas características (Costa *et al.*, 2005).

Conforme destacado por Ullauri et al. (2018), a aplicação da matriz de Leopold tem como objetivo avaliar os impactos resultantes das intervenções antrópicas no meio ambiente, bem como a gravidade dos danos decorrentes dessas ações. Em situações específicas, essa metodologia prioriza a análise da relação entre a magnitude e a intensidade dos fatores de impacto. Sob o enfoque metodológico, ressalta-se a importância de integrar a avaliação da magnitude e da relevância dos impactos, considerando também os elementos históricos e materiais que constituem a estrutura física do ambiente analisado.

Dessa maneira, a Matriz de Leopold configura-se como uma ferramenta metodológica essencial para a identificação, mensuração e interpretação dos impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas. Por meio da atribuição de valores que expressam a intensidade e a relevância dos efeitos ambientais, o método possibilita uma avaliação integrada e comparativa dos diferentes tipos de impactos, contribuindo para a formulação de estratégias de mitigação e gestão ambiental mais precisas. Nesse sentido, a matriz proposta por Leopold et al. (1971) permanece como uma referência fundamental nos estudos da AIA, por oferecer uma abordagem estruturada e objetiva na análise das relações entre o ambiente e as intervenções humanas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa, delineando a estratégia utilizada para a obtenção, organização e análise dos dados. A abordagem metodológica foi estruturada de modo a garantir a consistência científica do estudo e a adequada avaliação dos impactos

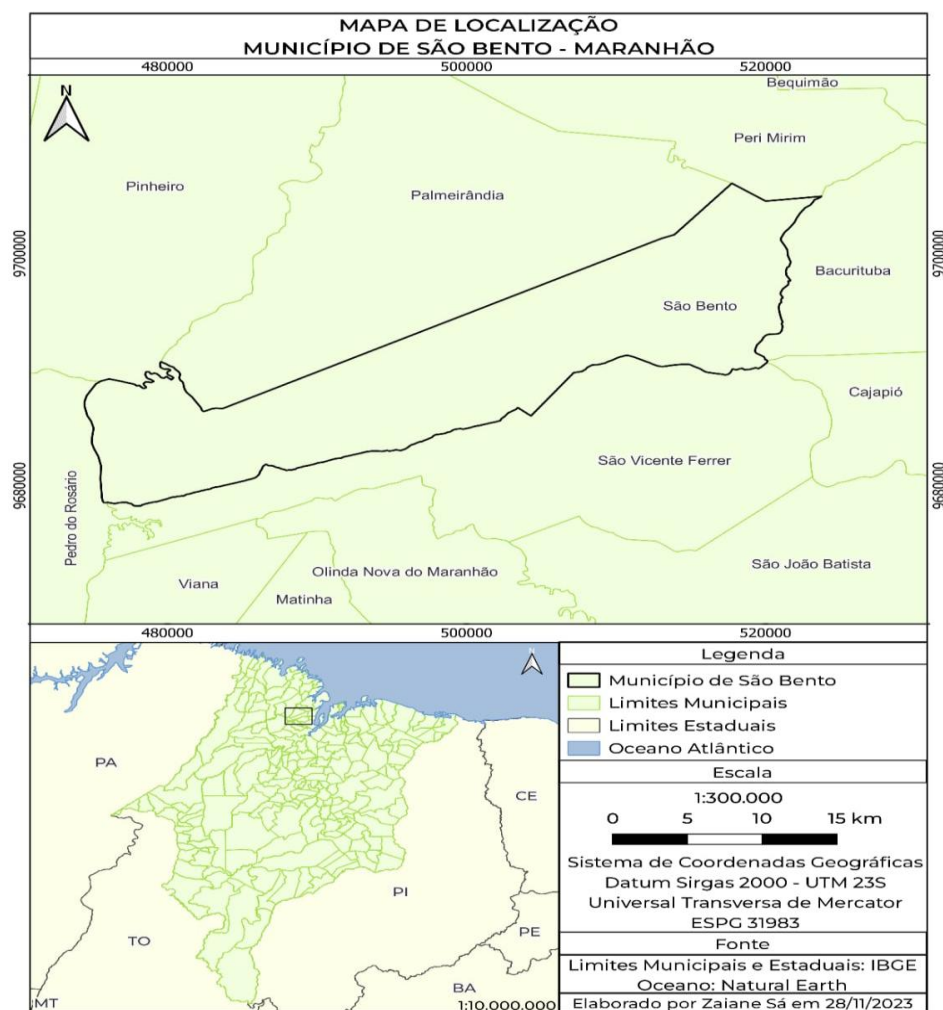
ambientais associados à urbanização nos campos alagados da área investigada. Assim, são descritos, nos subtópicos a seguir, os critérios adotados para a caracterização da área de estudo, os métodos de coleta de dados e a ferramenta analítica empregada para a identificação e interpretação dos impactos ambientais.

4.1 Caracterização do município

O município de São Bento, localizado no Estado do Maranhão, integra a Mesorregião Norte e pertence à Microrregião da Baixada Maranhense. Suas coordenadas geográficas são aproximadamente latitude -2.6961 e longitude -44.8214, situando-se a cerca de 300 quilômetros da capital, São Luís. O território municipal abrange uma área de 459,1 c e possuía, conforme o censo de 2022, uma população de 46.395 habitantes, com estimativa de crescimento para 48.036 habitantes em 2024. A densidade demográfica registrada é de 101,52 habitantes por km² em seu território municipal (IBGE, 2022).

A economia municipal apresenta forte base agrícola, predominantemente de subsistência, com destaque para o cultivo de arroz, milho, feijão e mandioca, além da extração da amêndoa de babaçu. No setor pecuário, sobressaem as criações de bovinos, bubalinos, suínos e caprinos. O município de São Bento também possui um comércio diversificado, que atende não apenas à população local, mas igualmente às cidades vizinhas. No âmbito industrial, destacam-se as cerâmicas voltadas à produção de telhas e tijolos, bem como unidades dedicadas à fabricação de queijo e redes. Soma-se a isso a pesca artesanal, atividade de grande relevância econômica e sociocultural, amplamente praticada nos campos alagados que circundam o município (Atlas Do Maranhão, 2002).

Figura 1 - Área de Estudo.



Fonte: Barbosa Sá (2023).

A Baixada Maranhense, reconhecida por sua rica diversidade faunística, que inclui aves migratórias, mamíferos, anfíbios, répteis, peixes e diversas outras espécies, foi oficialmente designada como APA pelo Decreto-Lei nº 11.900, de 1991 (MARANHÃO, 1991).

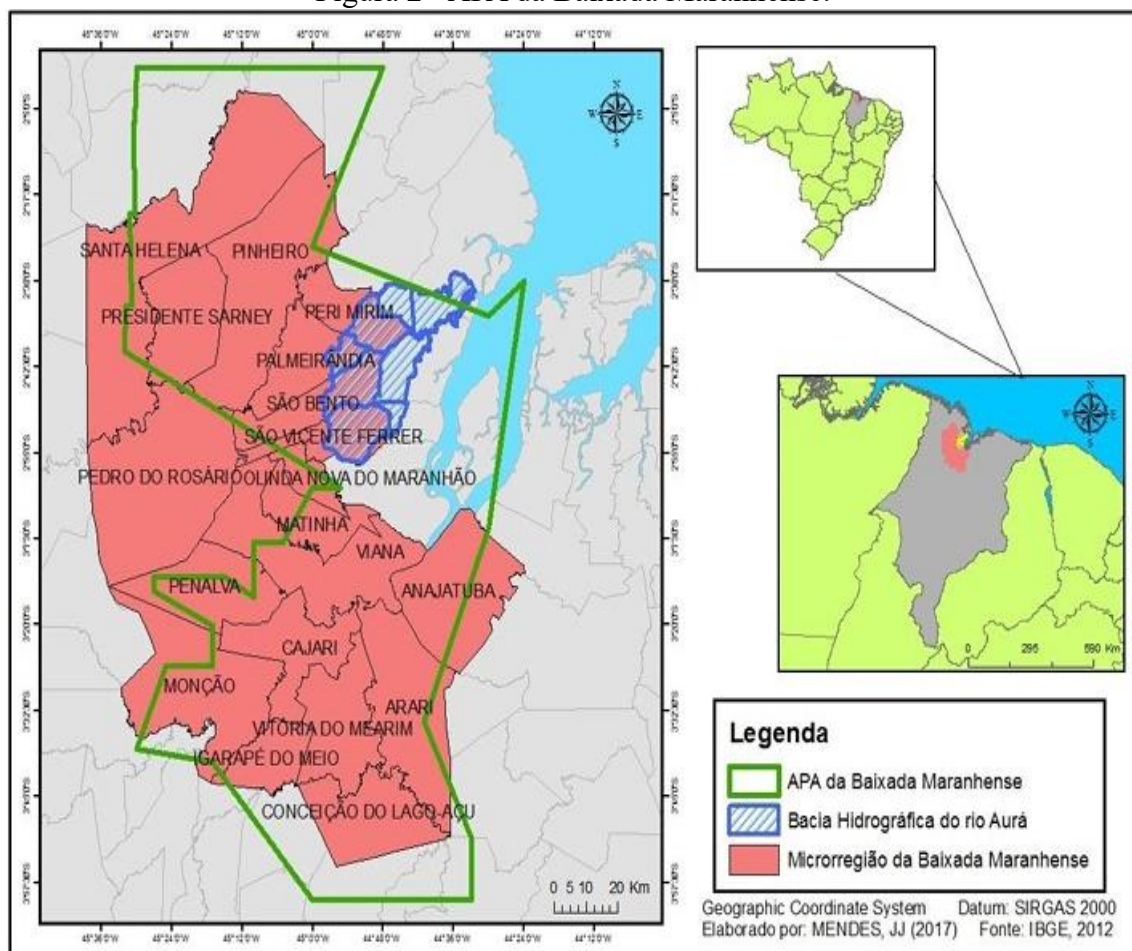
De relevância internacional para a conservação das zonas úmidas do planeta, a Baixada Maranhense figura entre os 11 sítios brasileiros incluídos na Convenção de Ramsar, tratado internacional destinado à proteção e ao uso sustentável de áreas úmidas de importância ecológica mundial (Spinelli; Soares, 2011, p. 6).

O município de São Bento está introduzido no território da APA da baixada maranhense (Figura 2), a qual se caracteriza por apresentar terrenos planos, baixos e sujeitos a inundações. Nessa área predominam ecossistemas como manguezais, campos aluviais e fluviomarinhos, além da presença de matas de galeria. A região destaca-se por abrigar o maior conjunto de lagos do Nordeste, desempenhando papel relevante na

manutenção da atividade pesqueira local (Costa-Neto *et al.*, 2002).

Essa unidade de conservação compreende 21 municípios do estado do Maranhão, entre os quais se encontra o município analisado neste estudo. Sua criação tem como objetivo assegurar a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais, bem como controlar atividades econômicas, a exemplo da pesca, da caça predatória, da criação de bubalinos e bovinos, além da navegação e do turismo.

Figura 2 - APA da Baixada Maranhense.



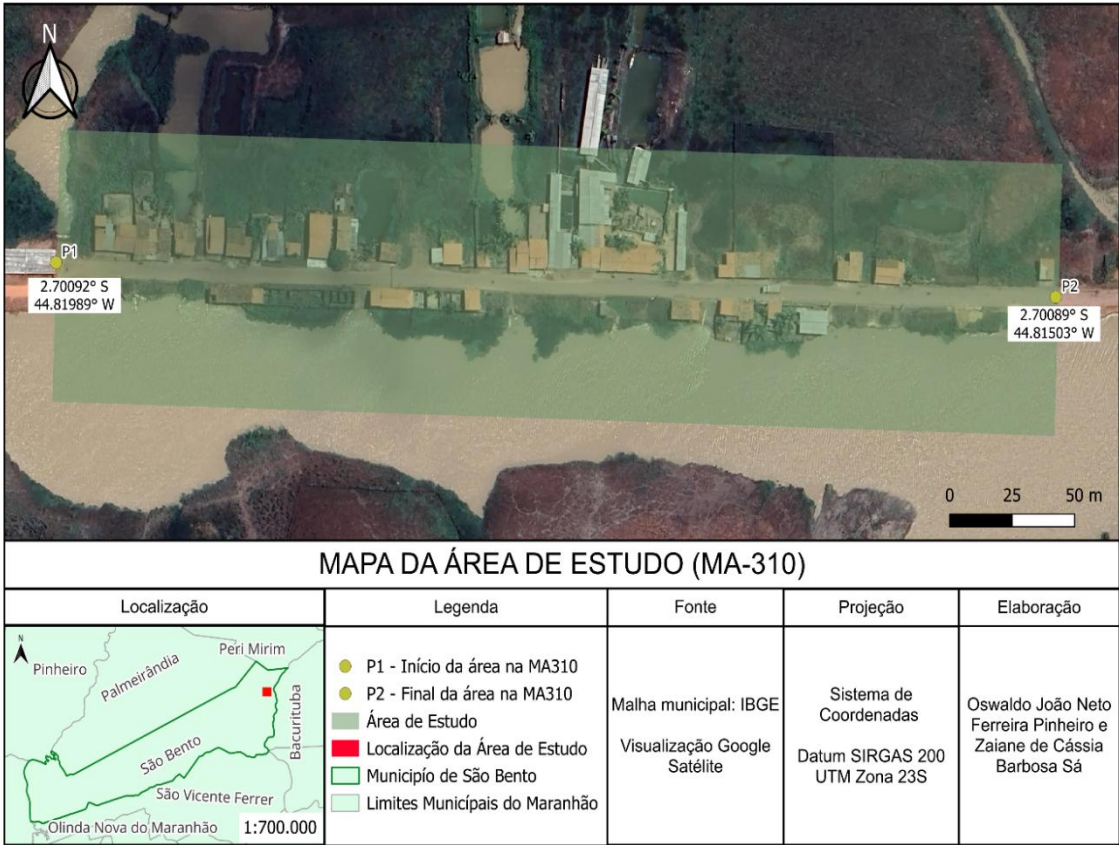
Fonte: Mendes (2018).

4.2 Coleta de dados da área de estudo

A área de estudo está situada ao longo das margens da rodovia estadual MA-310, no município de São Bento, estado do Maranhão. Essa via desempenha um papel relevante na integração regional, funcionando como um importante eixo de ligação entre comunidades locais e municípios vizinhos. Entre os municípios interligados destacam-se Bacurituba, localizado a aproximadamente 11 km de distância, e Cajapió, situado a cerca de 34 km.

O mapeamento da área de estudo foi elaborado a partir de imagens de satélite disponibilizadas pelo Google Earth, sobrepostas à malha municipal fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O sistema de coordenadas utilizado corresponde ao Datum SIRGAS 2000, na projeção UTM, zona 23S, garantindo precisão espacial e compatibilidade com outras bases cartográficas. Os pontos P1 e P2 representam respectivamente, o início e o término do segmento analisado na MA-310 onde se localizam os campos alagados, delimitando a extensão da área estudada (Figura 3).

Figura 3 - Mapa geográfico da área de estudo.



Autores: Pinheiro e Barbosa Sá (2025).

Como instrumentos de pesquisa, foram realizadas visitas de campo ao longo do trecho da rodovia MA-310, no município de São Bento (MA), entre os meses de setembro, outubro e novembro. Nessas atividades, utilizou-se uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos, incluindo observação direta e registro fotográfico das áreas adjacentes aos campos alagados, com o objetivo de identificar as principais características ambientais e os potenciais impactos ambientais existentes no local.

Os dados obtidos foram analisados com embasamento da Matriz de Leopold adaptada, considerando os aspectos físicos, químicos, biológicos e antrópicos da área

estudada. A classificação dos impactos foi realizada a partir da avaliação de suas magnitudes, o que permitiu qualificar e comparar a relevância dos efeitos observados. Em seguida, as informações resultantes da matriz foram interpretadas e discutidas com o apoio de referências de outros trabalhos relacionadas ao tema, contribuindo para uma análise mais ampla dos impactos ambientais na área da MA-310.

4.3 Características da matriz

A metodologia proposta por Cavalcante e Leite (2016) fundamenta-se na aplicação da Matriz de Leopold modificada como instrumento de avaliação de impactos ambientais. Inspirado nessa abordagem, o presente estudo adotou a matriz como ferramenta principal para analisar os efeitos da urbanização sobre os campos alagados situados ao longo da rodovia MA-310, no município de São Bento-MA. O método foi estruturado em etapas que compreenderam o levantamento dos aspectos e impactos ambientais associados à ocupação urbana, a organização das informações em planilhas específicas, a quantificação dos impactos observados e a identificação dos pontos mais críticos, que demandam ações mitigadoras.

Essa metodologia permitiu avaliar de forma objetiva os impactos da urbanização sobre os campos alagados do município, considerando a intensidade, a frequência e a relevância das alterações observadas. A aplicação da Matriz de Leopold possibilitou identificar os principais pontos de interferência antrópica, destacando os efeitos mais significativos sobre os componentes físicos, biológicos e sociais da área estudada.

Usando como referência a abordagem metodológica apresentada por Cavalcante e Leite (2016), que avaliaram os impactos ambientais gerados por processos industriais na fabricação e manutenção de botijões de gás liquefeito de petróleo (GLP), observa-se que os autores empregaram uma matriz que relacionava 27 componentes ambientais a 48 ações potencialmente impactantes, totalizando 1.296 interações avaliadas. No estudo, os impactos foram classificados conforme critérios de severidade, definidos como alta, média ou baixa; e segundo a frequência ou probabilidade de ocorrência.

Os resultados apontados por Cavalcante e Leite (2016) mostram que os efeitos mais críticos estavam vinculados à contaminação do solo e da água, especialmente em função da geração de resíduos perigosos provenientes das etapas de pintura e desengraxe. A pesquisa demonstrou, assim, a eficácia dessa matriz como ferramenta de apoio à gestão ambiental, permitindo identificar com maior precisão os impactos mais relevantes e orientar a formulação de estratégias de mitigação. A experiência relatada pelos autores

evidencia o potencial desse método para aprimorar práticas de gerenciamento ambiental em atividades industriais de natureza semelhante.

A avaliação de impacto ambiental desenvolvida neste trabalho foi conduzida de forma sistemática, buscando identificar e analisar os principais efeitos decorrentes da urbanização sobre os campos alagados do município de São Bento-MA. Em um primeiro momento, realizou-se o levantamento dos impactos potenciais com base em revisão bibliográfica voltada aos efeitos ambientais associados ao uso e à ocupação do solo em áreas úmidas e à gestão inadequada de resíduos urbanos. Essa etapa inicial possibilitou compreender os impactos mais recorrentes observados em contextos semelhantes e serviu de base para orientar a análise dos fatores ambientais locais.

A aplicação dessa metodologia possibilitou não apenas identificar os impactos decorrentes da expansão urbana, mas também classificá-los e organizá-los de acordo com sua relevância e intensidade. Esse processo garantiu uma análise mais precisa das alterações ambientais observadas nos campos alagados da área de estudo, permitindo compreender os principais danos ocasionados pela ocupação desordenada e fornecendo subsídios para a proposição de medidas mitigadoras e estratégias voltadas à gestão ambiental sustentável do local.

As informações utilizadas na elaboração da matriz referem-se à caracterização ambiental da área de estudo, abrangendo os principais elementos físicos, biológicos e antrópicos observados ao longo da rodovia MA-310 e nas proximidades dos campos alagados. Esses dados, organizados de forma sistemática, estão apresentados na Tabela 1, que sintetiza os aspectos essenciais para a compreensão das condições ambientais locais e para a identificação dos impactos decorrentes do processo de urbanização.

Tabela 1 - Dados identificadores.

Identificação	Itens
Componentes	Aspecto ambiental: refere-se aos elementos, processos ou produtos que possuem potencial de interação com o meio ambiente. Impacto ambiental: corresponde a qualquer alteração sendo ela positiva ou negativa — nas condições ambientais, ocasionada total ou parcialmente pelas ações, serviços ou produtos desenvolvidos por uma organização e pela própria sociedade.

Situação do aspecto	Normal (N): Refere-se aos aspectos ambientais decorrentes das atividades cotidianas observadas na área de estudo, resultantes do modo como os moradores utilizam e ocupam o espaço de forma contínua. Incluem-se aqui práticas rotineiras, como o descarte comum de resíduos, o fluxo diário de pessoas e veículos e demais ações que fazem parte da dinâmica regular da comunidade. Anormal (A): Abrange os aspectos ambientais que surgem em situações pontuais, associadas a intervenções específicas realizadas pelos moradores ou pelo poder público. Exemplos incluem pequenas obras, ajustes improvisados na infraestrutura local ou manutenções que alteram temporariamente a condição do ambiente. Emergencial (E): Compreende os aspectos gerados por eventos inesperados e não planejados, que rompem a dinâmica habitual da área. Enquadram-se nesse grupo ocorrências como acúmulo súbito de resíduos, ou qualquer situação que demande resposta imediata por representar risco ambiental ou social.
-----------------------------------	---

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016).

Para a análise específica dos impactos identificados na área de estudo, foram empregados os critérios de severidade e de frequência na Tabela 2. O primeiro permite avaliar o grau de comprometimento ambiental causado pela urbanização, enquanto o segundo indica a regularidade com que esses efeitos se manifestam ao longo do tempo.

Tabela 2 - Dados utilizados na avaliação do impacto ambiental identificado.

Identificação	Itens
Severidade do impacto	Severidade baixa (B): refere-se a impactos de alcance municipal, restritos ao município da área de estudo, cuja magnitude é considerada mínima. Severidade média (M): envolve efeitos em escala regional, atingindo municípios da microrregião da baixada maranhense e apresentando capacidade de alterar de forma perceptível a qualidade ambiental. Severidade alta (A): corresponde a impactos de abrangência estadual, alcançando municípios fora da microrregião da baixada maranhense, inclusive aqueles que não fazem limite direto com a área de estudo, e possuindo potencial para provocar alterações significativas no ambiente.
Frequência/Probabilidade do impacto	Frequência/Probabilidade baixa (B): Ocorre raramente. Frequência/Probabilidade média (M): Ocorre mais de uma vez por mês. Frequência/Probabilidade alta (A): Ocorre diariamente.

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016).

A classificação dos impactos ambientais utilizados neste estudo resulta da combinação entre os critérios de severidade e frequência, conforme apresentado na Tabela 3. Esse cruzamento permite identificar, de forma objetiva, a relevância de cada impacto associado às atividades observadas na área ocupada, especialmente aquelas relacionadas ao manejo inadequado de resíduos, às intervenções nos campos alagados e às alterações no uso e cobertura do solo. A análise concentra-se nos componentes ambientais mais sensíveis à dinâmica local (solo, água e ar) que têm sido diretamente afetados pelo avanço da urbanização.

Na escala adotada presente na Tabela 4, o valor 1 representa impactos de baixa importância, com alterações discretas sobre o componente ambiental analisado. O valor 2 indica impactos de relevância moderada, perceptíveis e que demandam atenção. Já o valor 3 corresponde ao nível mais elevado de significância, aplicado aos impactos que exercem influência direta e potencialmente prejudicial sobre o equilíbrio ambiental da área estudada.

Tabela 3 - Classificação do impacto ambiental.

Impacto	Baixa	Média	Alta
Baixa	Baixa significância	Média significância	Alta significância
Média	Baixa significância	Média significância	Alta significância
Alta	Baixa significância	Média significância	Alta significância

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016).

Tabela 4 - Importância do impacto ambiental.

Índice	Grau	Características
1	Baixo impacto	O impacto ambiental não afeta de forma significativa a fauna e a flora, limitando-se a provocar alterações no meio físico que, em geral apresentam caráter temporário e passível de recuperação.
2	Médio impacto	O impacto ambiental provoca a degradação da fauna e da flora de forma reversível, podendo também ocasionar danos permanentes ao meio físico.
3	Alto impacto	O impacto ambiental resulta na perda irreversível da fauna e da flora, podendo também ocasionar danos permanentes ao meio físico.

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016), Romanini et al. (2005).

A Tabela 5 foi elaborada com o objetivo de sistematizar a avaliação dos efeitos das ações antrópicas sobre os campos alagados da área de estudo, considerando critérios técnicos amplamente consolidados na literatura de Avaliação de Impacto Ambiental. A classificação adotada contempla três níveis de magnitude, sendo baixa (1), média (2) e alta (3), podendo os impactos assumirem caráter positivo ou negativo, e fundamenta-se na análise integrada da extensão espacial dos impactos, de sua duração, do grau de reversibilidade e do potencial de geração de efeitos cumulativos.

Tabela 5 - Magnitude do impacto ambiental.

Indice	Grau	Características
1	Baixa magnitude	Impacto pontual e de curta duração (bairro), restrito a pequenas porções dos campos alagados ou às suas bordas. Não interfere de forma significativa na dinâmica natural de inundação, na vegetação higrófila ou na fauna associada. Apresenta alta reversibilidade, com recuperação natural rápida após a cessação da atividade antrópica. Não gera efeitos cumulativos relevantes nem compromete serviços ecossistêmicos locais.
2	Média magnitude	Impacto de abrangência local (município), afetando áreas contínuas ou setores específicos dos campos alagados. Provoca alterações moderadas na drenagem superficial, na cobertura vegetal típica e no uso do solo, com efeitos persistentes ao médio prazo. Apresenta reversibilidade parcial, demandando medidas de mitigação ou recuperação ambiental. Pode gerar efeitos cumulativos quando associado a outras intervenções antrópicas.
3	Alta magnitude	Impacto de grande extensão espacial (região), atingindo de forma significativa os campos alagados e áreas adjacentes. Provoca alterações intensas e duradouras na dinâmica hidrológica natural, na estrutura da vegetação e na disponibilidade de habitats para a fauna. Apresenta baixa ou inexistente reversibilidade, com comprometimento de serviços ecossistêmicos essenciais, além de efeitos cumulativos e sinérgicos relevantes decorrentes da urbanização permanente.

Fonte: Sánchez (2013) e Ricieri (2006).

A análise dos dados possibilitou identificar os principais impactos decorrentes da expansão urbana sobre os campos alagados, especialmente aqueles relacionados à alteração do regime hídrico, à redução da permeabilidade do solo e à descaracterização das funções ecológicas próprias desses ambientes. Como as moradias já se encontravam estabelecidas antes do desenvolvimento desta pesquisa, as ações recomendadas concentram-se na mitigação dos efeitos já existentes, com ênfase em melhorias no manejo das águas pluviais, na proteção das áreas úmidas e no fortalecimento de práticas educativas voltadas à preservação ambiental.

O processo de coleta de dados foi planejado utilizando procedimentos amplamente validados e adaptados às condições específicas da área de estudo garantindo a obtenção de informações consistentes e representativas, o que permitiu uma avaliação confiável dos impactos e a formulação de maneiras de mitigar compatíveis com a realidade observada.

4.4 Construção e aplicação da matriz de avaliação de impactos ambientais

A construção da matriz de avaliação de impactos ambientais constituiu uma das etapas metodológicas deste estudo. A matriz elaborada (Tabela 8) foi composta por 144 células, resultantes do cruzamento entre as ações antrópicas identificadas na área de estudo e os fatores ambientais considerados na análise. Essa estrutura permitiu a avaliação sistemática e individualizada dos efeitos de cada ação sobre os diferentes componentes ambientais.

Cada célula da matriz foi subdividida em dois campos triangulares, conforme o modelo adaptado da Matriz de Leopold. O triângulo superior correspondeu ao valor atribuído à magnitude do impacto, enquanto o triângulo inferior representou o valor de importância. Ambos os parâmetros foram avaliados em uma escala ordinal de 0 a 3, na qual o valor 0 indicou ausência de interferência perceptível da ação sobre o componente ambiental analisado, e os valores 1, 2 e 3 representaram impactos de intensidade crescente.

A magnitude expressou a intensidade do impacto, sua abrangência espacial, duração e grau de reversibilidade, podendo assumir valores negativos, quando os efeitos foram adversos ao meio ambiente, ou positivos, quando associados a efeitos benéficos. O cálculo da magnitude total de cada ação foi realizado a partir da soma dos valores negativos atribuídos aos diferentes fatores ambientais. Nos casos em que foram identificados valores positivos, estes foram subtraídos do somatório dos valores negativos, resultando em um valor final que representou o balanço global da magnitude do impacto.

A importância, por sua vez, referiu-se à relevância ambiental do impacto, considerando o grau de comprometimento da fauna, da flora e do meio físico, bem como a persistência dos efeitos e a possibilidade de reversibilidade. O cálculo da importância foi efetuado por meio da soma direta dos valores atribuídos a cada ação, independentemente do sinal, uma vez que esse parâmetro teve como objetivo expressar o peso ambiental global da intervenção analisada.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da avaliação dos impactos ambientais associados ao processo de urbanização nos campos alagados da área de estudo. A análise fundamentou-se na integração entre observações de campo, registros fotográficos e na aplicação da Matriz de Leopold, utilizada para organizar e classificar as interações entre as ações antrópicas e os componentes ambientais.

Os resultados são discutidos de forma temática, abordando a redução da vegetação nativa e a perda de biodiversidade, as alterações no solo e na dinâmica hidrológica, a contaminação do solo, da água e do ar, a perturbação da fauna e os reflexos à saúde pública, bem como as transformações paisagísticas decorrentes da pressão antrópica permanente. Essa abordagem possibilita compreender de maneira integrada os efeitos ambientais identificados, relacionando-os aos processos de uso e ocupação do solo e ao embasamento teórico adotado no estudo.

5.1 Aplicação da matriz de Leopold

No contexto deste trabalho a matriz foi adaptada para refletir melhor as condições específicas dos campos alagados estudados, permitindo uma leitura mais fiel das transformações geradas pela urbanização e facilitando a análise das interações que realmente influenciam a área pesquisada.

Após a identificação das atividades ligadas ao processo de urbanização nos campos alagados e a análise cuidadosa de cada uma delas, foi possível reconhecer os aspectos ambientais mais relevantes para o estudo que compõe a base necessária para a construção da matriz de avaliação, permitindo uma leitura mais clara e fundamentada das alterações observadas no local. A Tabela 6 apresenta essa relação de maneira organizada, reunindo as ações registradas em campo e suas respectivas interações ambientais.

Tabela 6 - Aspectos e impactos da urbanização nos campos alagados.

Atividade do Processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental
Remoção da vegetação nativa para ampliação de residências	Remoção de gramíneas, ciperáceas e herbáceas típicas de áreas alagáveis	Redução da biodiversidade; perda de habitat
Aterramento improvisados para elevação dos terrenos	Alteração física do solo e do regime natural de inundação	Compactação, impermeabilização e alteração da dinâmica hidrológica
Implantação de imóveis	Impermeabilização e ocupação do solo	Aumento do escoamento superficial; fragmentação de habitats
Geração de resíduos de construção	Disposição inadequada de entulhos	Contaminação do solo e da água; obstrução de canais de drenagem
Descarte de resíduos sólidos pelos moradores	Disposição inadequada de resíduos domésticos	Contaminação do solo e da água; obstrução de canais de drenagem
Pequenos focos de calor próximos aos campos e à MA-310	Queima de resíduos e liberação de fumaça	Emissão de poluentes atmosféricos; degradação da qualidade do ar; riscos à fauna; incômodo à população; risco de propagação do fogo
Lançamento de efluentes domésticos	Lançamento de efluentes diretamente no solo ou nos corpos d'água	Contaminação hídrica; riscos à saúde; proliferação de vetores
Atividades econômicas locais (comércio, bares e serviços)	Aumento no fluxo de pessoas e no descarte incorreto de resíduos	Acréscimo na renda do local, geração adicional de resíduos; aumento de ruído e trânsito
Convivência comunitária no bairro e as margens dos campos	Ampliação das interações sociais entre moradores	Fortalecimento das relações sociais
Presença de animais domésticos (cães, gatos...)	Introdução de espécies domésticas	Distúrbios na fauna silvestre; competição alimentar
Alterações estéticas do território	Transformação da paisagem natural	Perda de características visuais típicas dos campos alagados
Ocupação humana permanente	Pressão sobre os recursos naturais	Descaracterização da paisagem; aumento da demanda por recursos naturais e serviços

Fonte: Adaptado de Cavalcante e Leite (2016)

A Tabela 6 deixa evidenciado os principais impactos ambientais associados ao avanço da urbanização sobre os campos alagados. As atividades listadas correspondem às intervenções observadas no local, enquanto os aspectos ambientais registram os elementos do meio que são diretas ou indiretamente afetados. Já os impactos refletem as alterações resultantes dessas interações, classificadas conforme os critérios de severidade e frequência adotados no estudo.

Para tornar a compreensão mais simples e permitir uma leitura mais imediata dos resultados, a matriz foi organizada de maneira dividida em partes. Essa forma de

apresentação possibilita analisar cada etapa com maior clareza, acompanhando o preenchimento conforme as observações realizadas na área de estudo. A Tabela 7 mostrada a seguir, ilustra o modelo da matriz utilizada, evidenciando como os componentes ambientais se relacionam com as ações que podem gerar impactos na região dos campos alagados.

Tabela 7 - Matriz de Leopold – Avaliação de impactos ambientais.

MATRIZ DE LEOPOLD - AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS														
Urbanização nos campos alagados	Componentes		Situação			Impacto Ambiental								
Atividades do processo	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental				Severidade			Frequência			Classificação		
			N	A	E	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Remoção da vegetação nativa para ampliação de residências	Remoção de ciperáceas e herbáceas típicas de áreas alagáveis	Redução da biodiversidade; perda de habitat	X			X			X				X	
Aterramento improvisados para elevação dos terrenos	Alteração física do solo e do regime natural de inundação	Impermeabilização e alteração da dinâmica hidrológica	X			X		X					X	
Implantação de imóveis	Impermeabilização e ocupação do solo	Aumento do escoamento superficial; fragmentação de habitats	X		X			X			X			
Geração de resíduos de construção	Disposição inadequada de entulhos	Contaminação do solo e da água; obstrução de canais de drenagem	X			X			X				X	
Descarte de resíduos sólidos pelos moradores	Disposição inadequada de resíduos domésticos	Contaminação do solo e da água; obstrução de canais de drenagem	X			X			X				X	
Pequenos focos de calor próximos aos campos e à MA-310	Queima de resíduos e liberação de fumaça	Degradação da qualidade do ar; riscos à fauna; risco de propagação do fogo...	X		X				X				X	
Lançamentos de efluentes domésticos	Lançamentos de efluentes diretamente no solo e corpos da d'água	Contaminação hídrica; riscos a saúde; proliferação de vetores	X			X					X		X	
Atividades econômicas locais (comércio, bares e serviços)	Aumento no fluxo de pessoas e no descarte incorreto de resíduos	Acréscimo na renda do local, geração adicional de resíduos; aumento de ruído e trânsito	X			X			X				X	
Convivência comunitária no bairro e as margens dos campos	Ampliação das interações sociais entre moradores	Fortalecimento das relações sociais	X			X			X				X	
Presença de animais domésticos (cães, gatos,...)	Introdução de espécies domésticas	Distúrbios na fauna silvestre; competição alimentar	X			X			X				X	
Alterações estéticas do território	Transformação da paisagem natural	Perda de características visuais típicas dos campos alagados	X			X			X				X	
Ocupação humana permanente	Pressão sobre os recursos naturais	Descaracterização da paisagem; aumento da demanda por recursos naturais e serviços	X			X					X			X
Legenda : N - Normal, A - Anormal, E - Emergencial. / B - Baixa, M - Média, A - Alta.														

Fonte: Pinheiro e Ramos (2025)

No contexto da análise dos resultados, a aplicação da Matriz de Leopold permitiu organizar e interpretar, de maneira sistemática, os principais aspectos e impactos ambientais associados à urbanização nos campos alagados da área de estudo. As atividades identificadas abrangem desde a supressão da vegetação nativa e a realização de aterros improvisados até a implantação de edificações e a disposição inadequada de resíduos, evidenciando a diversidade de intervenções antrópicas presentes no local. Os resultados indicam que os impactos mais recorrentes incidem sobre o solo e os recursos hídricos, sobretudo em decorrência da impermeabilização do terreno, da alteração da dinâmica natural de inundação e da contaminação por resíduos sólidos e efluentes

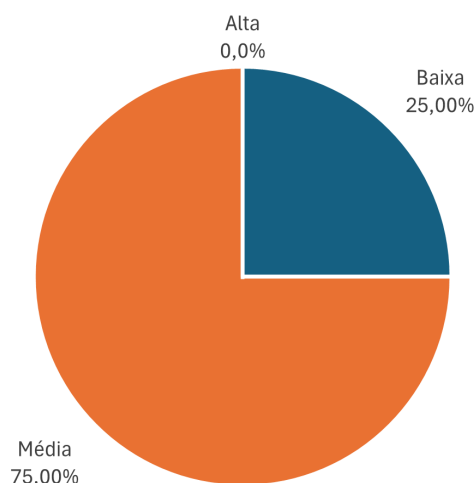
domésticos.

Além disso, foram observados efeitos relevantes sobre o meio biótico, como a redução da biodiversidade e distúrbios à fauna silvestre, bem como alterações na paisagem e na qualidade ambiental do entorno. A classificação dos impactos, fundamentada nos critérios de severidade e frequência, demonstra a predominância de impactos de baixa a média relevância, principalmente aqueles associados à ocupação humana permanente e à pressão contínua sobre os recursos naturais, reforçando a utilidade da matriz como instrumento de apoio à compreensão dos efeitos ambientais decorrentes do processo de urbanização analisado.

Os gráficos apresentados a seguir demonstram a distribuição de probabilidade dos impactos ambientais identificados, considerando os critérios de severidade e de frequência. Essa representação gráfica contribui para uma leitura mais clara dos resultados obtidos a partir da Matriz de Leopold, permitindo compreender de forma objetiva a intensidade e a recorrência dos impactos associados ao processo de urbanização nos campos alagados da área de estudo.

O Gráfico 1 evidencia a predominância de impactos classificados como de severidade média, que correspondem a 75% das ocorrências, indicando efeitos ambientais com abrangência regional e potencial para alterar de forma perceptível a qualidade ambiental. Os impactos de severidade baixa representam 25%, estando restritos à escala municipal, enquanto não foram identificados impactos de severidade alta, o que demonstra a ausência de efeitos de alcance estadual no contexto analisado.

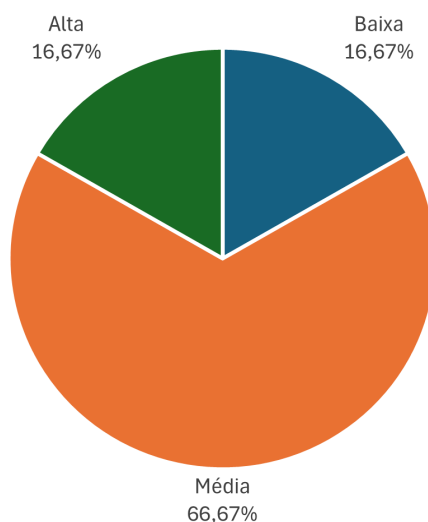
Gráfico 1 - Distribuição de probabilidade dos impactos ambientais quanto à severidade.



Fonte: Própria Autoria (2025)

O Gráfico 2 apresenta a distribuição da ocorrência dos impactos quanto à frequência ou probabilidade, evidenciando a predominância da média frequência, que concentra 66,67% dos registros. Esse resultado indica que a maior parte dos impactos ocorre de forma recorrente, associada às atividades humanas contínuas nos campos alagados. As classes de baixa e alta frequência apresentam percentuais iguais, ambos com 16,67%, correspondendo, respectivamente a eventos esporádicos e a ocorrências mais intensas, porém menos representativas no conjunto analisado.

Gráfico 2 - Distribuição de probabilidade dos impactos ambientais quanto à frequência.



Fonte: Própria Autoria (2025).

Tabela 8 - Distribuição de probabilidade dos impactos ambientais quanto à magnitude e frequência.

		MATRIZ DE LEOPOLD																														
		Área de Estudo - Campos alagados do município de São Bento - MA																														
		Elementos Naturais e Humanos																														
Fatores Ambientais		Características Físicas e Químicas										Condições Biológicas				Fatores Culturais			Cálculo		Média											
		Terra		Água		Atmosfera		Processos				Flora		Fauna		Interesses Humanos			Totalizador Magnitude	Totalizador Importância	Relação Magnitude / Importância											
		Solo	Superficial	Qualidade	Emissão de Gases de efeito estufa	Qualidade do Ar	Erosão	Enchentes	Impermeabilização e compactação	Plantas aquáticas	Microflora	Peixes	Aves	Impactos à saúde Humana	Caça e Pesca	Residencial																
Ações nos Campos Alagados	Remoção da vegetação nativa para ampliação de residências	-3	2	-2	1	-2	2	0	0	0	0	-2	3	-2	3	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	2	2	-23	26	-0,88				
	Aterramento improvisados para elevação dos terrenos	-2	3	-3	3	-2	2	0	0	-1	3	-2	3	-2	3	-2	3	-2	3	-2	3	-1	1	-3	3	-2	1	-29	37	-0,78		
	Implantação de imóveis	-3	3	-2	2	-2	2	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	2	3	-16	22	-0,73		
	Geração de resíduos de construção	-2	2	-1	1	-1	1	0	0	-1	1	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	-2	1	-12	11	-1,09		
	Descarte de resíduos sólidos pelos moradores	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-1	1	0	0	-2	2	0	0	-2	2	-2	3	-2	2	-2	3	-2	2	-1	1	-23	25	-0,92
	Pequenos focos de calor próximos aos campos e à MA-310	-2	2	0	0	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	0	0	-1	1	-1	1	0	0	-2	1	-2	2	-1	2	-2	2	-19	19	-1,00
	Lançamento de efluentes domésticos	-2	2	-1	1	-3	2	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	0	-2	2	-2	3	-2	3	-2	2	-2	2	-1	1	-20	21	-0,95
	Atividades econômicas locais (comércio, bares e serviços)	-2	2	-2	2	-3	2	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	0	0	-1	1	-19	18	-1,06
	Convivência comunitária no bairro e as margens dos campos	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	2	-1	2	-1	2	2	2	-1	1	2	1	-5	16	-0,31
	Presença de animais domésticos (cães, gatos...)	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0	0	-8	8	-1,00
	Alterações estéticas do território	-2	2	-2	2	-1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	-11	11	-1,00
	Ocupação humana permanente	-2	2	-2	3	-2	2	-1	2	0	0	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-2	2	-1	1	-2	3	3	1	-21	27	-0,78		

Autores: Pinheiro e Barbosa Sá (2025).

Quanto à magnitude dos impactos, os resultados da matriz indicam que os “Aterramentos improvisados para elevação dos terrenos” apresentaram o maior valor total (-29), resultado associado a intervenções que atuam em escala espacial ampliada, ultrapassando o limite pontual do bairro e afetando de forma contínua os campos alagados. Esse comportamento reflete impactos caracterizados por alterações persistentes na drenagem superficial e na estrutura do solo, com potencial de comprometer a dinâmica natural de inundação e gerar efeitos cumulativos ao longo do tempo. Em contraste, a “Convivência comunitária no bairro e às margens dos campos” obteve o menor valor de magnitude (-5), evidenciando uma ação de baixa intensidade, com interferências localizadas e de curta duração, restritas à escala do bairro e com maior possibilidade de assimilação pelo ambiente, conforme os critérios adotados na matriz.

Em relação à importância, os “Aterramentos improvisados para elevação dos terrenos” também se destacaram com a maior pontuação (37), indicando elevado grau de comprometimento ambiental, especialmente por envolver impactos relevantes sobre a fauna, a flora e o meio físico, com possibilidade de perdas de caráter permanente. Esse resultado evidencia que a ação incide sobre componentes ambientais considerados prioritários na avaliação. Por outro lado, a “Presença de animais domésticos” apresentou a menor pontuação de importância (8), o que indica que, embora existam interferências associadas a essa ação, seus efeitos tendem a ser mais pontuais e reversíveis, com menor comprometimento dos componentes ambientais avaliados, conforme a classificação estabelecida.

A relação entre magnitude e importância foi obtida por meio da divisão do valor total da magnitude pelo valor total da importância, conforme exemplificado pela fração $-23/26$, resultando em um valor decimal aproximado de -0,88. Dessa forma, o sinal negativo do índice final indica a predominância de impactos adversos, ao passo que o valor absoluto expressa a intensidade relativa desses impactos em relação à sua relevância ambiental, permitindo a comparação e a hierarquização das ações avaliadas na matriz.

De modo geral, a matriz de avaliação possibilitou uma visão integrada dos impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas analisadas, permitindo distinguir aquelas com maior potencial de interferência daqueles cujos efeitos se mostram mais limitados. A articulação entre magnitude e importância contribuiu para uma compreensão mais clara da intensidade e da relevância dos impactos, oferecendo uma base consistente para a interpretação dos resultados e para o apoio às decisões relacionadas ao planejamento e à gestão ambiental da área de estudo.

5.2 Redução da vegetação nativa e perda de biodiversidade

Atualmente, observa-se que praticamente todas as formações vegetais apresentam algum nível de alteração decorrente das atividades humanas, conforme destaca Nascimento *et al.* (2018). No contexto da área de estudo, essa influência é especialmente perceptível nas planícies alagáveis, onde as mudanças no uso do solo têm redefinido a composição e a dinâmica da vegetação local.

Os processos de desmatamento e de degradação ambiental estão diretamente relacionados às transformações nos ecossistemas resultantes do avanço desordenado das áreas urbanas e, sobretudo, da rápida transição de uma sociedade tradicionalmente rural para um modelo urbano, conforme apontam Stanganini e Lollo (2018). Essa dinâmica, comum em países cujo desenvolvimento ocorreu de forma tardia, também se verifica na área de estudo, onde a expansão antrópica tem intensificado as pressões sobre os ambientes naturais.

Nesse sentido, a ampliação do uso e da ocupação do solo, impulsionada pelas ações humanas, tem promovido alterações contínuas na dinâmica e na configuração da paisagem. Áreas anteriormente cobertas por extensas faixas de vegetação remanescente foram progressivamente reduzidas e transformadas em pequenos fragmentos (Pires *et al.*, 2016).

Como reflexo desse processo de fragmentação e da crescente pressão sobre os ambientes naturais, a vegetação situada ao longo dos cursos d'água, em encostas, restingas, nas margens de lagos e lagoas, bem como nos arredores de rodovias e ferrovias, configura áreas típicas de APP's, conforme definição dos arts. 3º e 4º da Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012). Essas áreas se destacam por sua relevância ecológica—associada ao equilíbrio dos ecossistemas—e ambiental, sobretudo no que se refere às interações entre o meio natural e as atividades humanas.

Esse cenário de alterações ambientais se relaciona diretamente com a perda de biodiversidade. Barbieri (2012) enfatiza que a extinção de espécies acompanha toda a história da vida na Terra e, inicialmente, ocorria por fatores essencialmente naturais. Com o tempo, entretanto, a variabilidade genética possibilitou que muitos organismos se adaptassem às mudanças ambientais, originando novas espécies cujos descendentes compõem a biodiversidade atual. Contudo, o ritmo acelerado de extinções observado nas últimas décadas reduz a capacidade adaptativa das espécies, produzindo efeitos incertos, porém potencialmente graves para a biodiversidade e para a própria espécie humana.

As projeções relacionadas à perda de espécies tornam esse cenário ainda mais preocupante. Entre 1500 e 1850, estima-se que uma espécie tenha sido extinta a cada década; entre 1850 e 1950, esse número aumentou para uma espécie por ano. Em 2010, registrou-se o desaparecimento de onze espécies por dia, e as estimativas indicam que, por volta de 2020, uma espécie poderia estar sendo extinta a cada hora. Esse ritmo tem se intensificado gradualmente. Entre 1975 e 2010, aproximadamente 29% de todas as espécies conhecidas deixaram de existir (Barbieri, 2012).

Com o objetivo de ilustrar as alterações discutidas neste subitem, a Figura 4 apresenta um registro fotográfico da área de estudo que evidenciam a supressão da vegetação nativa em planícies alagáveis, a presença de solo exposto e a fragmentação da cobertura vegetal anteriormente contínua. Observa-se a substituição da vegetação típica por áreas degradadas, resultantes do uso e da ocupação antrópica desordenada, refletindo processos associados ao desmatamento e à pressão crescente sobre ecossistemas sensíveis.

Figura 4 - Supressão da vegetação nativa.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

5.3 Alteração do solo e da dinâmica hidrológica

Conforme Fontes e Barbassa (2003), o processo de urbanização promove alterações significativas no uso do solo, resultando em impactos duradouros sobre o comportamento hidrológico das áreas urbanizadas. Entre os efeitos mais evidentes estão o aumento do escoamento superficial e a redução da capacidade de infiltração, fatores que contribuem diretamente para a intensificação de inundações em ambientes urbanos.

As áreas alagadas, por sua vez, constituem ecossistemas que abrigam elevada diversidade biológica e desempenham importantes serviços ambientais. No entanto, muitos desses ambientes têm sido aterrados para dar lugar a novas construções, processo que acarreta impactos ambientais expressivos, embora nem sempre perceptíveis. Entre eles, destaca-se o aumento da frequência e da intensidade das inundações, resultante da intervenção humana, o que tende a agravar as perturbações no cotidiano social e ambiental (Lourenço; Cruz, 2019).

Considerando que áreas alagadas integram, de forma essencial, as bacias hidrográficas, torna-se evidente que a alteração de sua dinâmica interfere diretamente no equilíbrio desses sistemas. As bacias constituem unidades complexas e dinâmicas, nas quais os processos hidrológicos se articulam com as atividades humanas, a biodiversidade e as variações climáticas, influenciando de maneira direta a qualidade e a disponibilidade da água (Cezar; Targa; Catelani, 2019).

Diante dessas interações, torna-se imprescindível adotar práticas de gestão capazes de conciliar desenvolvimento urbano e sustentabilidade, especialmente frente aos efeitos do uso e da ocupação do solo. Nesse contexto, as pesquisas em hidrologia ambiental desempenham papel fundamental ao fornecer subsídios técnicos para o enfrentamento desses desafios, contribuindo para políticas públicas orientadas à preservação dos recursos naturais e à manutenção do equilíbrio ecológico (Costa; Chaves; Oliveira, 2024).

A Figura 5 apresenta uma parte da área de estudo, onde são visíveis as modificações no solo resultantes do processo de ocupação urbana. A imagem registrada no próprio local de estudo, evidencia a retirada da cobertura vegetal e o aterramento do terreno, intervenções que alteram a capacidade de infiltração da água e comprometem a dinâmica natural de alagamento. Essas transformações refletem mudanças significativas no funcionamento hidrológico do ambiente, reforçando os efeitos da urbanização sobre áreas naturalmente sensíveis.

Figura 5 - Alteração do solo em área de campos alagados.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

5.4 Contaminação do solo, água e ar

O descarte inadequado de resíduos sólidos, provenientes tanto da população quanto do setor industrial, tem provocado impactos ambientais significativos em diferentes escalas. Esse manejo incorreto compromete a qualidade da água, do solo e do ar, gerando diversos transtornos e repercutindo diretamente na saúde humana, sobretudo por meio de doenças de origem respiratória e do consumo de água e alimentos contaminados (Alencar et al., 2013).

O resíduo sólido urbano é composto por diversos materiais com potencial inflamável, oxidante ou tóxico, além de incluir metais pesados, como cromo, cobre, chumbo, mercúrio e zinco, substâncias capazes de provocar contaminação ambiental. O volume de resíduos gerados pelas atividades humanas tende a acompanhar o crescimento populacional e a expansão industrial, intensificando os processos de poluição e contribuindo para a diminuição da qualidade de vida (Jardim, 1995).

No contexto rural, a problemática relacionada aos resíduos sólidos assume características distintas. Em razão da ausência ou irregularidade dos serviços de coleta, os moradores recorrem a práticas próprias de destinação, como a queima durante o período seco e o enterramento durante o período chuvoso, procedimentos que favorecem a contaminação do solo e da atmosfera (Alencar; Sousa, 2019).

Outro vetor relevante de contaminação está associado à construção civil, setor que utiliza ampla variedade de materiais ao longo de suas etapas, como concreto, tintas, resinas, madeira, vidro e plásticos. O descarte inadequado desses insumos, quando deixam de ter utilidade, pode gerar impactos expressivos, sobretudo a contaminação do solo (Leal, 2021). De acordo com Paz et al. (2018), tais resíduos podem acarretar riscos à saúde humana, poluição hídrica e atmosférica, além de prejuízos estéticos e paisagísticos.

Com o intuito de minimizar esses efeitos, a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002) estabelece diretrizes para o gerenciamento dos resíduos da construção civil, determinando que tais materiais não devem ser dispostos em aterros de resíduos urbanos, áreas de bota-fora, encostas, corpos d'água, terrenos desocupados ou áreas protegidas. Dessa forma, cabe ao gerador assegurar a gestão adequada dos RCC, contemplando coleta, transporte e destinação final ambientalmente correta.

Entre os fatores que mais comprometem a qualidade dos corpos hídricos destaca-se o descarte inadequado de efluentes. Conforme Beltrame *et al.* (2016), o aporte contínuo de esgotos de diferentes origens altera as condições naturais dos ambientes aquáticos e intensifica os processos de degradação. Os efluentes domésticos, oriundos de residências e estabelecimentos comerciais e de serviços, são constituídos por águas residuárias contaminadas por fezes, restos de alimentos e compostos derivados de sabões e detergentes (Archela et al., 2010).

Esses efluentes geram dois principais tipos de poluição hídrica: a contaminação bacteriológica, predominantemente por coliformes fecais, que são responsáveis por infecções e distúrbios gastrointestinais, e a poluição por compostos orgânicos de difícil degradação, como detergentes sulfônicos, que prejudicam os microrganismos responsáveis pela oxidação biológica da matéria orgânica e reduzem a capacidade de autodepuração dos corpos d'água (Archela et al., 2010).

Segundo dados divulgados pelo Senado Notícias em 2025, apenas 33,8% do esgoto gerado na região Nordeste recebe tratamento adequado, isso significa que 66,2% do volume produzido ainda é lançado sem a devida gestão, evidenciando um cenário crítico de insuficiência nos serviços de saneamento básico na região. O lançamento de esgoto doméstico sem tratamento configura-se, portanto, como uma das principais fontes de contaminação dos mananciais superficiais (Carreira et al., 2001), comprometendo o abastecimento humano e outros usos da água (Ribas; Fortes Neto, 2008).

Em áreas rurais e regiões de difícil acesso, práticas como a queima doméstica de

resíduos persistem devido à ausência de serviços estruturados de coleta. Costa *et al.*, (2022) identificaram essa realidade na comunidade rural São José, em Breves (PA), onde 93,3% dos moradores realizam a queima do lixo no próprio local. Essa conduta deve ser analisada também sob a ótica socioeconômica, considerando fatores como limitações logísticas e custos elevados de transporte, que tornam essa prática uma alternativa provisória e economicamente mais viável diante da falta de soluções adequadas de gestão de resíduos.

Segundo Nascimento *et al.*, (2021), tanto em áreas urbanas quanto rurais, a ausência de práticas adequadas de gestão dos resíduos, especialmente quando não há separação e quando são queimados ou dispostos diretamente sobre o solo, o que acaba contribuindo para a contaminação ambiental e para a perda de nutrientes do solo, além de representar riscos à saúde humana.

Na área de estudo, as fotografias apresentadas nas Figuras 6 mostra situações recorrentes de degradação ambiental nos campos alagados. É possível observar o descarte de resíduos sólidos nas margens e no interior dos corpos hídricos, a presença de cinzas provenientes da queima de resíduos domésticos, o acúmulo de restos de materiais de construção e a existência de encanamentos utilizados para o lançamento de efluentes domésticos. Esses registros indicam a interferência direta das atividades humanas sobre o solo e a água, favorecendo processos de contaminação e comprometendo o equilíbrio ambiental da área.

Figura 6 - Registros fotográficos de impactos identificados.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

5.5 Perturbação da fauna e impactos à saúde pública

A intensificação do uso do solo e a conversão de ambientes naturais em áreas urbanas, agrícolas e de infraestrutura são reconhecidas como os principais vetores da degradação da fauna silvestre no Brasil. A perda e a fragmentação dos habitats reduzem de forma significativa a capacidade de sobrevivência das espécies, comprometendo processos ecológicos essenciais e conduzindo a um declínio populacional acelerado. Em muitos casos, esses impactos resultam em episódios recorrentes de mortalidade e no aumento do número de espécies enquadradas em categorias de ameaça, sobretudo em paisagens altamente antropizadas (Vieira et al., 2008).

A fragmentação dos habitats impõe isolamento às populações animais, reduzindo o fluxo gênico e aumentando sua vulnerabilidade a doenças, eventos climáticos extremos e diferentes formas de estresse ambiental. Espécies com menor capacidade de adaptação a ambientes antropizados tendem a ser as mais afetadas, apresentando reduções expressivas em suas populações. Estudos indicam que a perda de biodiversidade associada à degradação ambiental nem sempre ocorre de forma gradual, manifestando-se, muitas vezes, por colapsos populacionais abruptos, especialmente em áreas submetidas a pressões antrópicas contínuas (ICMBio, 2018).

Nesse contexto, a perturbação da fauna no Brasil decorre, em grande parte, da rápida modificação de habitats causada pela urbanização, desmatamento, expansão agropecuária, obras de infraestrutura e outras intervenções antrópicas. Essas alterações reduzem a disponibilidade de recursos e deslocam populações de animais, favorecendo o contato entre espécies silvestres, animais domésticos e seres humanos o que potencializa a emergência e a reemergência de zoonoses. Estudos de síntese sobre zoonoses destacam que a perda de integridade dos ecossistemas e a maior convivência nas bordas entre áreas naturais e ambientes antropizados elevam o risco de transmissão de agentes patogênicos. (Zanella, 2016; Alho, 2012).

Segundo Zanella (2016), esse processo manifesta-se de modos variados: aumento da presença de sinantrópicos (roedores, pombos, mosquitos urbanos), expansão de espécies adaptáveis a ambientes perturbados e aproximação de animais silvestres a áreas habitadas. Animais domésticos que circulam livremente nas bordas de fragmentos naturais também atuam como ponte para patógenos entre fauna silvestre e pessoas, contribuindo para ciclos de transmissão complexos. Consequentemente, doenças históricas e emergentes, como leptospirose, leishmanioses, hantavirose e arboviroses,

podem ter sua dinâmica alterada pela transformação ambiental, exigindo respostas intersetoriais que articulem saúde e ambiente (Alho, 2012).

A ocorrência de acidentes envolvendo animais peçonhentos é outro indicador relevante da interface entre perturbação da fauna e saúde pública no país. O perfil geo-epidemiológico de incidentes com animais venenosos no Brasil evidencia que tanto populações indígenas quanto não indígenas enfrenta riscos significativos, com variações regionais na incidência de casos e na demanda por assistência médica. Esses acontecimentos refletem a complexa relação entre alterações ambientais, fragmentação de habitats e exposição humana a espécies de potencial nocivo à saúde (Polidoro et al., 2024).

Análises recentes de séries temporais e de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN) mostram concentração geográfica e variações por grupo populacional, evidenciando a necessidade de vigilância diferenciada e ações preventivas locais (Polidoro et al., 2024).

Diante desse cenário, a resposta a esse quadro passa pela integração de abordagens ecológicas e sanitárias, refletida no conceito “Saúde Única” (One Health): vigilância participativa, coordenação entre órgãos ambientais e serviços de saúde, educação ambiental e manejo responsável de animais domésticos e sinantrópicos. A literatura brasileira aponta para a eficácia de sistemas de vigilância que combinem dados epidemiológicos humanos e animais, monitoramento ambiental (sensoriamento remoto e observações locais) e participação comunitária para detecção precoce e contenção de surtos (Scuarcialupi, 2025; Oliveira, 2024).

As Figuras 7 e 8 apresentam evidências diretas das alterações ambientais verificadas na área de estudo, permitindo relacionar os impactos discutidos ao longo deste subitem com a realidade observada em campo. O registro do corpo hídrico evidencia água com elevada turbidez, acúmulo de sedimentos e resíduos sólidos nas margens, além da ocorrência de traíra (*Hoplias malabaricus*), espécie de peixe comum nos campos alagados do município, encontrados sem vida, indicando o comprometimento da qualidade ambiental e das condições ecológicas do ambiente aquático.

De forma complementar, a presença da jacanã (*Jacana jacana*), ave característica desses ecossistemas, ressalta a importância ecológica dos campos alagados e, simultaneamente, sua vulnerabilidade frente à supressão da vegetação, à ocupação irregular do entorno e à intensificação das pressões antrópicas. Em conjunto, os registros fotográficos reforçam os resultados obtidos na pesquisa, demonstrando que as

transformações paisagísticas e a degradação ambiental observadas na área de estudo afetam diretamente a fauna associada e comprometem a manutenção da biodiversidade local.

Figura 7 - Traíras (*Hoplias malabaricus*) encontradas sem vida.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Figura 8 - Registro da jaçanã (*Jacana jacana*) em uma área de campo alagado.



Fonte: Esteves (2021).

5.6 Transformações paisagísticas e pressão antrópica permanente

As áreas alagáveis desempenham função essencial na dinâmica ecológica brasileira, atuando como reguladoras naturais dos regimes hidrológicos, armazenando água, favorecendo a ciclagem de nutrientes e sustentando elevada biodiversidade. Contudo, em razão de sua alta sensibilidade às alterações no uso e cobertura do solo, esses ambientes vêm sofrendo transformações significativas decorrentes de processos antrópicos contínuos, que resultam em modificações profundas na paisagem (Junk et al., 2024).

Entre os principais fatores que impulsionam essas transformações permanentes destacam-se a expansão urbana sobre planícies de inundação, a drenagem e o aterro de áreas úmidas para implantação de infraestrutura, o avanço das atividades agropecuárias, além do descarte inadequado de resíduos sólidos e do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Tais ações alteram a dinâmica hidrológica natural, reduzindo a capacidade

de retenção hídrica, modificando o fluxo superficial e intensificando processos erosivos e de assoreamento (Vikou et al., 2023). Esses efeitos, por sua vez, repercutem diretamente na redução da qualidade ambiental e no comprometimento dos serviços ecossistêmicos essenciais.

Do ponto de vista visual e cultural, a substituição da paisagem natural, caracterizada por vegetação herbácea e áreas sazonalmente inundadas, por construções, aterros e pontos de descarte modifica a identidade territorial e reduz o valor paisagístico desses ambientes. Estudos realizados em campos alagados da Amazônia e de outras regiões brasileiras demonstram que a perda de elementos estruturantes da paisagem gera a diminuição dos usos tradicionais e altera as relações socioculturais associadas ao território, provocando conflitos entre práticas sociais e ações de conservação (Montag et al., 2009; Piedade et al., 2014).

A pressão antrópica permanente manifesta-se, adicionalmente, por limitações institucionais e lacunas no planejamento territorial. A ausência de políticas públicas específicas para o manejo de áreas alagáveis, somada à precariedade dos serviços de saneamento e coleta de resíduos e à fragilidade da regulação fundiária, favorece a consolidação de ocupações informais nesses ambientes. Relatórios nacionais sobre drenagem e manejo de águas pluviais indicam que, em grande parte dos municípios brasileiros, a integração entre planejamento urbano, gestão ambiental e saneamento é insuficiente, contribuindo para a ocupação recorrente de áreas de risco e para a degradação crescente do mosaico paisagístico original (Trata Brasil, 2025).

Em ecossistemas costeiros brasileiros, pesquisas evidenciam que a urbanização sem planejamento ambiental adequado provoca a remoção da vegetação típica de manguezais e a fragmentação das áreas alagáveis, comprometendo serviços ecossistêmicos como proteção costeira, filtragem de nutrientes e suporte à pesca artesanal (Morancy; A. Cunha; Cunha, 2024). Além disso, a perda de conectividade ecológica reduz a resiliência das comunidades biológicas frente a eventos extremos, como variações pluviométricas e elevação do nível do mar (Simões; Fiore; Silva, 2022).

Diante desse contexto, a literatura científica nacional enfatiza a necessidade de estratégias integradas de gestão ambiental. Entre as ações prioritárias destacam-se: a restauração da vegetação ripária e de manguezais; o fortalecimento de instrumentos de planejamento urbano que considerem áreas de inundação como zonas de proteção permanente; a implementação de sistemas de monitoramento por sensoriamento remoto para acompanhar as mudanças espaciais; e a adoção de práticas agrícolas sustentáveis nas

áreas de entorno (Junk et al., 2024; Simões; Fiore; Silva, 2022). Tais medidas são fundamentais para reduzir a pressão antrópica e promover maior resiliência nesses ecossistemas.

Em síntese, as transformações paisagísticas que afetam as áreas alagáveis brasileiras resultam da interação entre processos antrópicos persistentes, cuja continuidade tende a intensificar a perda de biodiversidade, a degradação ambiental e a vulnerabilidade socioambiental. Com o intuito de exemplificar as transformações paisagísticas e a pressão antrópica permanente discutidas neste subitem, as Figuras 9 e 10 apresentam registros fotográficos da área de estudo ao longo da MA-310. As imagens evidenciam a presença de infraestrutura viária, representada pela ponte que atravessa os campos alagados, bem como a implantação de residências em seus perímetros imediatos, sendo a da fotografia 10 uma das mais recentes a ser introduzida durante as visitas no local. Observa-se que, atrás dessas construções, estendem-se as áreas alagáveis, atualmente submetidas a processos contínuos de ocupação e modificação do uso do solo. Esse cenário ilustra a proximidade entre os espaços habitados e os ambientes naturais sensíveis, reforçando a pressão constante exercida pelas atividades humanas sobre a paisagem original e a dinâmica ecológica dos campos alagados.

Figura 9 - Primeira ponte na localização dos campos.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

Figura 10 - Construção de residência nos perímetros dos campos alagados.



Fonte: Arquivo pessoal (2025).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos impactos ambientais decorrentes da urbanização nos campos alagados localizados ao longo da rodovia MA-310, no município de São Bento (MA), evidenciou alterações ambientais significativas associadas à ocupação desordenada de um ecossistema ecologicamente sensível e legalmente protegido. A aplicação da Matriz de Leopold, adaptada às condições locais, mostrou-se adequada para identificar, classificar e interpretar as principais interações entre as ações antrópicas e os componentes ambientais analisados.

Os resultados indicaram que os impactos de maior magnitude e importância estão relacionados, sobretudo, aos aterramentos improvisados para elevação dos terrenos, responsáveis por alterações persistentes na dinâmica hidrológica natural dos campos alagados, com redução da infiltração, intensificação do escoamento superficial e comprometimento do regime de inundação sazonal. Essas modificações afetam diretamente a funcionalidade ecológica do ambiente, repercutindo sobre a vegetação típica, a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos associados.

A expansão urbana e a permanência de moradores em áreas ecologicamente sensíveis têm provocado perturbações relevantes na fauna silvestre e ampliado os riscos à saúde pública. A remoção da vegetação nativa, aliada ao descarte inadequado de resíduos sólidos, ao lançamento de efluentes domésticos sem tratamento e às queimadas a céu aberto, configura os principais vetores de degradação ambiental identificados no estudo. Essas práticas contribuem para a contaminação do solo, da água e do ar, favorecem a proliferação de vetores de doenças e intensificam conflitos entre a fauna e a população local.

Observou-se ainda a descaracterização progressiva da paisagem natural, especialmente nas margens da MA-310, onde a ocupação humana consolidada promove a fragmentação dos campos alagados e a substituição de áreas naturais por superfícies impermeabilizadas. Embora algumas atividades apresentem benefícios sociais pontuais, os resultados da matriz demonstram que tais efeitos não compensam a pressão antrópica contínua exercida sobre os recursos naturais.

Diante desse cenário, conclui-se que a situação observada reflete a ausência de planejamento urbano integrado às diretrizes ambientais, evidenciando a necessidade de ações voltadas à mitigação dos impactos já existentes. Medidas como o controle dos aterros, a recuperação de áreas degradadas, a proteção dos campos alagados, a ampliação

do saneamento básico e o fortalecimento da educação ambiental mostram-se fundamentais para minimizar os danos identificados.

Por fim, o estudo reforça a relevância da Matriz de Leopold como instrumento de apoio à gestão ambiental em áreas úmidas submetidas à urbanização, contribuindo para o planejamento ambiental do município de São Bento (MA) e para a formulação de estratégias que conciliem as demandas sociais com a conservação dos campos alagados da Baixada Maranhense.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. Saneamento avança com marco legal, mas investimentos ainda são insuficientes. **Senado Notícias**, 04 set. 2025. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2025/09/04/saneamento-avanca-com-marco-legal-mas-investimentos-ainda-sao-insuficientes>. Acesso em: 10 dez. 2025.

AGUIRRE ULLAURI, María del Cisne et al. Evaluación del impacto ambiental en la arquitectura patrimonial a través de la aplicación de la Matriz de Leopold como un posible sistema de Monitoreo Interdisciplinar. ASRI: Arte y Sociedad. **Revista de investigación**, n. 14, p. 17-34, 2018.

ALENCAR, A. P. M.; MOREIRA, A. M.; MENDONÇA, M. S. & PADILHA, I. S. (2013). Impactos ambientais causados pelo beneficiamento do pescado da indústria pesqueira de Bragança-PA. **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Salvador/BA – 25 a 28/- 11/2013, p. 1-5.

ALENCAR, Ana Paula Monteiro; DE SOUSA, Laís Victória Ferreira. Proteção ambiental e o descarte irregular de resíduos sólidos em unidade de conservação-bragança, Pará. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales (RCCS)**, n. 4, p. 24, 2019.

ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma revisão. **Estudos Avançados**, 2012.

ANDREAZZI, M. A. R.; MILWARD-DE-ANDRADE, R. **Impactos das grandes barragens na saúde da população - uma proposta de abordagem metodológica para a Amazônia**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ESTUDOS AMBIENTAIS DE FLORESTAS TROPICAIS ÚMIDAS, 1990, Manaus. Anais... Rio de Janeiro: Biosfera, 1992. p.370-383.

ATLAS DO MARANHÃO. Laboratório de geoprocessamento – UEMA. São Luís: GEPLAN, p.44, 2002.

BARBIERI, Edison. A redução da biodiversidade. **Textos Técnicos do Instituto de Pesca de São Paulo**, p. 116, 2012.

BELTRAME, Thiago Favarini et al. Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: Uma discussão sobre o tema. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 283-294, 2016.

BORGES, Igo Marinho Serafim et al. O processo de urbanização e seus impactos ambientais na cidade de Fagundes, Paraíba: recortes históricos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e345985196-e345985196, 2020.

BORGES, Luís Antônio Coimbra et al. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1202-1210, 2011.

BRASIL Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. **Diário da União**, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984compilado.htm . Acesso em: 13 maio 2023.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o código florestal que com esta baixa. [S. l.]: **Diário da União**, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm . Acesso em: 05/11/2025.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Diário da União**, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm . Acesso em: 05/11/2025.

BRASIL. Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências. **Diário da União**, 1973. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto73030-30-outubro-1973-421650-publicacaooriginal-1-pe.html> . Acesso em: 29/10/2025.

BRASIL. Decreto nº 88.351, de 1 de junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, e dá outras providências. **Diário da União**, 1973. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-88351-1-junho-1983-438446-publicacaooriginal-1-pe.html> . Acesso em: 29/10/2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário da União**, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16766.htm . Acesso em: 30/10/2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 25 de novembro de 2019. Altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, para assegurar o direito de permanência de edificações na faixa não edificável contígua às faixas de domínio público de rodovias e para possibilitar a redução da extensão dessa faixa não edificável por lei municipal ou distrital. **Diário da União**, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/113913.htm . Acesso em: 06/11/2025.

BRASIL. Lei nº 12 651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: <https://search.app/UvMMfqkHjCkYUSG76> . Acesso em: 21/10/2025.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário da União**, 1965. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/14771.htm . Acesso em: 31/10/2025.

BRASIL. Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. **Diário da União**, 1967. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15197.htm . Acesso em: 25/10/2025.

BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário da União**, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm . Acesso em: 05/11/2025.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui a Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm . Acesso em: 31/10/2025.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui o Novo Código Florestal. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm . Acesso em: 15/09/2025.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário da União**, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm . Acesso em: 30/10/2025.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário da União**, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm . Acesso em: 30/10/2025.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2002.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 de fevereiro de 1986. Seção 1, p.2548-2549.

CARREIRA, R.; WAGENER, A. de L. R.; FILEMAN, T.; READMAN, J. W. Distribuição de coprostanol (5 β (H)-COLESTAN-3 β -OL) em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: Indicador da poluição recente por esgoto doméstico. **Quim. Nova**, v.24, n.1, p. 37-42, 2001.

CAVALCANTE, Leonardo Gondim; LEITE, Adriana de Oliveira Sousa. **Aplicação da Matriz de Leopold como ferramenta de avaliação dos aspectos e impactos ambientais em uma fábrica de botijões**. Revista Tecnologia, Fortaleza, v. 37, n. 1/2, p. 111- 124, set. 2016.

CEZAR, Vicente Rodolfo Santos; TARGA, Marcelo dos Santos; CATELANI, Celso de Souza. Morphometric analysis of an Aerial Watershed in Taubaté, SP, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, 2019.

COSTA, Denilda Silva; BARREIROS, Heibe; COSTA, Andréia Silva. Análise da percepção ambiental dos moradores da Comunidade Rural São José, Breves (PA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 17, n. 5, p. 292-311, 2022.

COSTA, Marcos Vasconcelos; CHAVES, Paulo Sérgio Viana; OLIVEIRA, FC de. Uso das técnicas de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. In: **XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Anais... Rio de Janeiro**. 2005.

COSTA-NETO et al. 2001/2002. **Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense**. Boletim Laboratório Hidrobiologia, 14/15: 19-38. Acesso em: 19/10/2025.

CREMONEZ, Filipe Eliazar et al. Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3821-3830, 2014.

CRESPI, Josep Verd. Recursos para las CTMA: La matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 8, n. 3, p. 239-246, 2000.

DA COSTA, Luan Alves et al. IMPACTOS DO USO DO SOLO NA DINÂMICA HIDROLÓGICA DA SUB-BACIA DO BAIXO E MÉDIO UNA, TAUBATÉ, SP. **Revista Técnica Ciências Ambientais**, v. 1, n. 8, p. 1-12, 2024.

DA SILVA, Rhafic Concolato. Urbanização e exploração turística do litoral brasileiro: relações e implicações. **Múltiplos Acessos**, v. 6, n. 2, p. 167-177, 2021.

DE AGUIAR, Paulo César Bahia et al. Urbanização e desenvolvimento sustentável: um panorama dos estados brasileiros. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 27, p. e73970-e73970, 2023.

DE OLIVEIRAA, Aparecida Antônia; BURSZTYNB, Marcel. Avaliação de impacto ambiental de políticas públicas. **Interações (Campo Grande)**, 2001.

FDBM, Fórum Da Baixada Maranhense, MARANHÃO. **Conhecendo a Baixada Maranhense**. [S. l.], 28 maio 2018. Disponível em: <http://fdbm.org.br/conhecendo-baixadamaranhense-2/>. Acesso em: 19/09/2025.

FOGLIATTI, M. C.; FILIPPO, S.; GOUDARD, B. **Avaliação de impactos ambientais: aplicação aos sistemas de transporte**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

FONTES; A. R. M.; BARBASSA, A. P. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbana. RBRH –**Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 8, n.2, abr/jun 2003.p. 137 –142.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama da cidade de São Bento**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-bento/panorama/>. Acesso em 17/10/2025.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília: ICMBio, 2018.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Estudo sobre o setor de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil. São Paulo: **Instituto Trata Brasil**, 2025. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Estudo-Estudo-sobre-o-setor-de-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2025.

JARDIM, Nilza Silva. **O lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: instituto de pesquisas tecnológicas do estado de São Paulo, 1995.275p.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses Silva. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. 2011.

JUNK, W. J. et al. **Inventário das áreas úmidas brasileiras: distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento**. Brasília: INAU, 2024. Disponível em: https://inau.org.br/site/images/ebook/c_c_inventario_das_areas_umidas_brasileiras_ina_u_e-book.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.

LEAL, Ailton Pires. Resíduos da construção civil: uma revisão sobre as possibilidades de aplicação. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 6, p. 459-483, 2021.

LEOPOLD, L. B.; CLARKE, F. E.; HANSHAW, B. B.; BALSLEY, J. R. **A procedure for evaluating environmental Impact**. Geological Survey: Washington, 1971.

LOURENÇO, Lara Lima; CRUZ, Maria Lucia Brito da. Os Impactos causados pelo aterramento da lagoa da Tamatanduba, no município de Eusébio-CE. **Cadernos de Ensino, Ciências & Tecnologia**, v. 1, n. Especial, p. 102-118, 2019.

MARANHÃO. Lei nº 5.405, de 8 de abril de 1992. Institui o Código de Proteção de Meio Ambiente e dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e o uso adequado dos recursos naturais do **Estado do Maranhão**. [S. l.], 1992. Disponível em: <https://legislacao.sema.ma.gov.br/arquivos/1550005020.pdf>. Acesso em: 19/10/2025.

MARANHÃO. Unidade de conservação no Brasil. **Área de Proteção Ambiental Baixada Maranhense**. Maranhão, 1991. Disponível em: <https://uc.sociambiental.org/pt-br/arp/785>. Acesso em: 17/10/2025.

MAVROULIDOU, Maria; HUGHES, Susan J.; HELLAWELL, Emma E. Developing the interaction matrix technique as a tool assessing the impact of traffic on air quality. **Journal of Environmental Management**, v. 84, n. 4, p. 513-522, 2007.

MENDES, Jonas Jansen et al. Geotecnologias aplicadas no mapeamento de áreas inundáveis na Baixada Maranhense. **Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa. Anais... João Pessoa: INPE**, 2015.

MONTAG, L. F. A et al. Ictiofauna de campos alagados da Ilha do Marajó, Estado do Pará, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 9, n. 3, p. 1–10, 2009.

MORANCY, J; ALBUQUERQUE-CUNHA, H. F; DA CUNHA, A. C. Efeitos da dinâmica antrópica na degradação dos manguezais e áreas de transição litorânea. **Ambiente & Sociedade**, 2024.

NASCIMENTO, E.K.A.; CAMACHO, R.G.V.; SOUZA, D.N.N. Análise da Percepção Ambiental na Comunidade De Cacimba Funda (CE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. São Paulo. v. 16, Nº 4. p.10-17, 2021.

NASCIMENTO, M. R.; & SILVA, D. N. S. Meio ambiente e educação ambiental: reflexões a partir da expansão urbana em porto de galinhas – PE - Brasil. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, v. 1, n. 1, p. 89-100, 2018.

NETO, Ronan Cardoso Naves; CARDOSO, Marina Araújo Campos; DA SILVEIRA, Sebastião Sérgio. "A Ocupação das Cidades e a Proteção ao Meio Ambiente." Anais do Congresso Brasileiro de Processo Coletivo e Cidadania. Vol. 10. No. 10. 2022.

OLIVEIRA, Daniel Araújo. “Evolução Da Legislação Ambiental Brasileira Do Império a República.” Jusbrasil, 2014, disponível em: www.jusbrasil.com.br/artigos/evolucao-dalegislacao-ambiental-brasileira/114762320. Acesso em: 20/10/2025.

OLIVEIRA, Jessica Andrade de et al. Vigilância participativa: caminhos para a Saúde Única no Pantanal e na fronteira oeste. **Saúde em Debate**, v. 48, p. e8759, 2024.

PAZ, Diogo et al. Riscos de impactos ambientais proveniente da deposição irregular de Resíduos da Construção Civil em bacias hidrográficas da Região Metropolitana do Recife. **Águas Subterrâneas**, v. 32, n. 3, p. 325-336, 2018.

PIEDADE, M. T. F. et al. Organismos aquáticos e de áreas úmidas na Amazônia: implicações para conservação. **Ciência & Cultura**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 1–12, 2014.

PINTO, Victor Carvalho. Ocupação irregular do solo urbano: o papel da legislação federal. **Jus Navigandi**, 2003.

PIRES, V. R. O, GARCIA, M. A., MARTINES, M. R., TOPPA, R. H Landscape structure analysis for the establishment of conservation strategies in Atlantic Forest patches. **Ambiência**, v. 12, p. 765–774, 2016. DOI:10.5935/ambiencia.2016.Especial.0.

POLIDORO, Maurício et al. Perfil Geopidemiológico dos Acidentes por Animais Peçonhentos em Populações Indígenas e Não-Indígenas no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 37, n. 1, 2024.

RIBAS, T. B. C.; FORTES NETO, P. Disposição no solo de efluentes de esgoto tratado visando a redução de coliformes termotolerantes. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, n. 3, p. 81-94, 2008.

ROMANINI, Anicoli et al. **APLICAÇÃO DO MÉTODO DE LEOPOLD NA AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL**, 2005.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2013.

SANTOS, Itaan Pastor; DA TRINDADE JÚNIOR, Saint-Clair Cordeiro. A juventude rural do território campos e lagos no estado do Maranhão: os processos de migração e as mudanças sociais. **Novos Cadernos NAEA**, v. 26, n. 3.

SÃO BENTO. Lei nº 343, de 2006. INSTITUI O CÓDIGO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO BENTO E DISPÕE SOBRE O SISTEMA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE. [S. l.], 2006. Disponível em: https://transparencia.saobento.ma.gov.br/uploads/legislacao/lei_343-06.pdf . Acesso em: 01/11/2025.

SCUARCIALUPI, Ligia Neves et al. Vigilância epidemiológica de doenças tropicais negligenciadas em áreas silenciosas: o caso da esporotricose zoonótica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 30, p. e10572023, 2025.

SIMÕES, G. S; FIORE, F. A; SILVA, L. C. Mapeamento dos serviços ecossistêmicos fornecidos por áreas úmidas costeiras: exemplo da bacia Paraíba do Sul. **Ambiente & Sociedade**, 2022.

STANGANINI, F. N.; & LOLLO, J. A. O crescimento da área urbana da cidade de São Carlos/ SP entre os anos de 2010 e 2015: o avanço da degradação ambiental. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 10, p. 118-128, 2018.

Superior Tribunal de Justiça. “Linha Do Tempo: Um Breve Resumo Da Evolução Da Legislação Ambiental No Brasil.” Jusbrasil, 2013, disponível em: www.jusbrasil.com.br/noticias/linha-do-tempo-um-breve-resumo-da-evolucao-da-legislacaoambiental-no-brasil/2219914 . Acesso em: 18/10/2025.

VIKOU, S. V. P. et al. Análise da pressão antrópica sobre manguezais urbanos: subsídios à proteção ambiental e ao ordenamento territorial. **Sociedade & Natureza**, v. 35, e67515, 2023.

ZANELLA, J. R. C. Zoonoses emergentes e reemergentes e sua importância para a saúde pública no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.5, p.510-519, 2016.

ZAZYKI, Marco Aurelio; MARIN, Solange; DE MOURA, Gilnei Luiz. Impactos da urbanização brasileira e o direito de propriedade. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 17, n. 3, p. 34-55, 2020.