



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

LEONARDO AZEVEDO SERRA

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO TERMINAL
PORTUÁRIO DO ITAQUI, SÃO LUÍS - MA: estudo de caso acerca dos sistemas hídricos
e das Áreas de Preservação Permanente

São Luís – MA

2024

LEONARDO AZEVEDO SERRA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO TERMINAL
PORTUÁRIO DO ITAQUI, SÃO LUÍS – MA: estudo de caso acerca dos sistemas hídricos
e das Áreas de Preservação Permanente**

Dissertação submetida para à Defesa ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal do Maranhão como requisito para obtenção do grau de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

Coorientador: Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira

São Luís – MA

2024

LEONARDO AZEVEDO SERRA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO TERMINAL
PORTUÁRIO DO ITAQUI, SÃO LUÍS – MA: estudo de caso acerca dos sistemas hídricos
e das Áreas de Preservação Permanente**

Aprovada em 01/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

Departamento de Geografia / UFC

ORIENTADOR

Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira

Departamento de Oceanografia e Limnologia/UFMA

COORIENTADOR

Prof. Dr. Leonardo Silva Soares

Departamento de Oceanografia e Limnologia/UFMA

MEMBRO INTERNO

Prof. Dr. Adilson Matheus Borges Machado

Coordenação do Curso de Engenharia de Pesca Pinheiro/ UFMA

MEMBRO EXTERNO

São Luís, 21 de Fevereiro de 2024

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

Serra, Leonardo Azevedo.

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO
TERMINAL PORTUÁRIO DO ITAQUI, SÃO LUÍS - MA : estudo de
caso acerca dos sistemas hídricos e das Áreas de
Preservação Permanente / Leonardo Serra. - 2024.

89 p.

Coorientador(a): Arkley Marques Bandeira.

Orientador(a): Edson Vicente da Silva.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do
Maranhão, São Luís Ma, 2024.

1. Análise Espaço-Temporal. 2. Desenvolvimento
Portuário. 3. Impacto Ambiental. I. Marques Bandeira,
Arkley. II. Vicente da Silva, Edson. III. Título.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Limites de preservação de margem de rios - Código Florestal.....	16	
Figura 2 - Localização das bacias hidrográficas de São Luís.....	29	
Figura 3- Altimetria das Bacias hidrográficas – bacanga e itaqui.....	30	
Figura 4 - Processo de Mosaico das imagens DHN-1960.....	32	
Figura 5- Processo de corte do Mosaico.....	33	
Figura 6 - Atividade de mineração – imagem de drone	Erro! Indicador não definido.	
Figura 7 - Quantitativo em km ² das classes de uso e cobertura do solo.....	38	
Figura 8- Mapa de uso do solo na bacia do Itaqui.....	40	
Figura 9 - Uso e Ocupação do solo da Bacia do Bacanga.....	41	
Figura 10 - Vista áera da urbanização na bacia do Bacanga	Figura 11 - Vista aérea do porto na bacia do Itaqui	42
Figura 12 - Análise da malha hídrica das Bacias Itaqui e Bacanga 1960 - 2020	43	
Figura 13 - Localização das nascentes	44	
Figura 14 - Nascente – Camboa dos Frades	Figura 15 - imagem aérea da vegetação no entorno.....	45
Figura 16 - Sistema de veredas na Bacia do Itaqui.....	46	
Figura 17 - Nascente Sítio do Físico	Figura 18 - imagem aérea da vegetação no entorno	47
Figura 19 - Nascente rio da Prata	Figura 20 - imagem aérea da vegetação no entorno	48
Figura 21 - Sistema de veredas – Vila Sarney	Figura 22 - imagem aérea do sistema de veredas.....	49
Figura 23 - Evolução da Movimentação no Porto do Itaqui (2003-2012).....	58	
Figura 24 - Localização do Complexo Portuário (DISAL)	60	
Figura 25 - visita de campo na comunidade costeira Cambôa dos Frades	62	
Figura 26- Casas vernaculares na Camboa dos Frades.....	64	
Figura 27 - Imagem áera do complexo portuário itaqui e outros portos	65	
Figura 28 - Área de influência do Porto do Itaqui , São Luís - Ma	66	
Figura 29 - Bairros sob inflência indireta do Porto	68	

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores associados às APPs	13
Quadro 2 - Categorias de utilização e ocupação do solo	34
Quadro 3 - Bairros sob influência direta do Porto	67

AGRADECIMENTOS

À Deus, principalmente por me ajudar a passar por todos os obstáculos encontrados no decorrer do curso;

Aos meus pais, Ione Azevedo e Elson Serra, por toda dedicação e esforço para me ajudar nessa caminhada.

A minha irmã, Marina Serra, por todas as motivações e apoio a escolha do curso.

Aos meus amigos, Adilson Borges e Luciana Soares, do Laboratório de Oceanografia (LACPLAM), que me apoiaram e estiveram comigo durante as pesquisas de laboratório e trabalho de campo. Obrigado pela grande e importante contribuição!

Aos meus orientadores Leonardo Silva Soares, Arkley Bandeira e Cacau por todo apoio e acolhimento, sempre me motivando para a vida acadêmica e profissional.

Deixo aqui um espaço aos meus Dogs TOM e BILLY pelos momentos de companhia enquanto fazia essa dissertação.

—

—

E todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta.

RESUMO

Este estudo realiza uma análise espaço-temporal das áreas de influência do Terminal Portuário do Itaqui, localizado em São Luís, Maranhão. Focando nos sistemas hídricos e nas Áreas de Preservação Permanente, a pesquisa adota uma abordagem metodológica interdisciplinar, que inclui a análise de imagens de satélite e dados geográficos históricos, abrangendo o período de 1960 a 2020, com base em dados da coleção MAPBIOMAS. A análise revela alterações na configuração da paisagem e no uso do solo, destacando os impactos ambientais da expansão portuária. Esta observação reforça as complexas interações entre o avanço portuário e a ecologia local. A pesquisa também realiza uma análise detalhada da legislação ambiental vigente e sua implementação efetiva na gestão das áreas afetadas pelo porto. Além disso, o estudo propõe recomendações estratégicas para equilibrar o crescimento portuário com a preservação ambiental, enfatizando a importância de estratégias integradas de planejamento e gestão ambiental. Contribuindo significativamente para o planejamento urbano e ambiental, o trabalho estabelece diretrizes para adotar uma gestão integrada e inclusiva, que leve em consideração as dimensões econômica, ambiental e social, é o caminho para que o porto contribua positivamente para o desenvolvimento regional, promovendo simultaneamente a sustentabilidade e o bem-estar das comunidades locais para futuros desenvolvimentos portuários alinhados com a sustentabilidade ambiental.

Palavras-Chave: Desenvolvimento Portuário, Impacto Ambiental, Análise Espaço-Temporal

ABSTRACT

This study conducts a spatio-temporal analysis of the influence areas of the Itaqui Port Terminal in São Luís, Maranhão. Focusing on water systems and permanent preservation areas, it adopts an interdisciplinary methodological approach, including satellite image analysis and historical geographical data from 1960 to 2020, based on MAPBIOMAS collection data. The analysis reveals significant changes in landscape configuration and land use, highlighting the environmental impacts of port expansion. This observation reinforces the complex interactions between port advancement and local ecology. The research also involves a detailed analysis of current environmental legislation and its effective implementation in managing the areas affected by the port. Furthermore, the study suggests strategic recommendations for balancing port growth with environmental preservation, emphasizing the importance of integrated planning and environmental management strategies. Contributing significantly to urban and environmental planning, the work establishes guidelines for future port developments aligned with environmental sustainability.

Keywords: Port Development, Environmental Impact, Spatio-Temporal Analysis

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Objetivos	4
1.2	Objetivo geral	4
1.3	Objetivos específicos	4
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
2.1	Relações porto cidade e os objetivos de desenvolvimento sustentável	6
2.2	Sistemas hídricos e Áreas de Preservação Permanente	10
2.2.1	Conceitos e caracterização das Áreas de Preservação Permanente	12
2.2.2	Áreas de Preservação Permanente: características e classificações	15
2.2.3	Classes e tipologias de APPs : Nascentes de rios e córregos	18
2.2.4	Mata ciliar: características e importância.....	19
2.2.5	A importância do ecossistema manguezal na APP	21
2.2.6	Bacias Hidrográficas da região portuária de São Luís	23
3	CAPÍTULO I	26
4	INTRODUÇÃO	27
5	MATERIAL E MÉTODOS	29
5.1	Área de Estudo	29
5.2	Materiais utilizados	31
5.2.1	Equipamentos e ferramentas computacionais (softwares).....	31
5.2.2	Dados cartográficos.....	31
5.2.3	Dados de sensoriamento remoto e de fotogrametria	31
5.3	Procedimentos metodológicos	31
5.3.1	Organização dos dados cartográficos pretéritos.....	31
5.3.2	Mapeamento de uso e ocupação do solo	33
5.3.3	Mapeamento do Sistema de Drenagem.....	34
5.3.4	Integridade e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente.....	35
5.4	Resultados e Discussão	35
5.4.1	Mapeamento de uso e ocupação do solo das Bacias do Bacana e Itaqui ..	35

5.4.2	Mapeamento da malha hídrica	42
5.4.3	Integridades das nascentes	44
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
6	CAPÍTULO II	52
7	INTRODUÇÃO	53
7.1	Conflitos no Entorno do Porto do Itaqui: Dinâmicas Industriais e Impacto nas Comunidades	54
7.2	Impactos econômicos do Porto do Itaqui para as Áreas de Influência em São Luís	56
8	MATERIAL E MÉTODOS	60
8.1	Área de estudo	60
8.2	Procedimentos Metodológicos	61
8.3	Trabalho de campo	62
9	RESULTADOS E DISCUSSÃO	66
9.1	CONSIDERAIS FINAIS	71
9.2	REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

Globalmente, as cidades estão se urbanizando a taxas sem precedentes, resultando em impactos profundos nas paisagens e nos recursos hídricos urbana (MILLER et al. 2014). As mudanças nos padrões de uso do solo trazem muitos benefícios sociais e econômicos. No entanto, eles também têm um custo para o meio ambiente e a sustentabilidade das nações. A urbanização é definida como a concentração de pessoas em assentamentos urbanos e o processo de mudança na ocupação do solo, resultante da conversão de terras rurais em comunidades urbanas, suburbanas e industriais (SAVINI, KAMMERER, 1961; ANTROP, 2004).

A crescente urbanização nas zonas costeiras, um fenômeno observado mundialmente, apresenta desafios e oportunidades únicas, especialmente em áreas portuárias como o Porto do Itaquí em São Luís. Conforme Bai et al. (2015), as cidades litorâneas estão particularmente vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas e elevação do nível do mar, o que ressalta a importância de um planejamento urbano consciente da fragilidade dos ecossistemas costeiros. Este contexto global se reflete de maneira proeminente na realidade de São Luís, onde o equilíbrio e a gestão entre o desenvolvimento urbano e portuário é crucial.

Na análise da vitalidade das zonas costeiras urbanas, observa-se, através do estudo de Yin et al. (2022), a relevância de fatores como a configuração espacial, a organização do tráfego e o uso do solo. Esses elementos são essenciais no planejamento de áreas costeiras urbanas e têm uma importância especial quando aplicados ao contexto do Porto do Itaquí e suas áreas circundantes. Este estudo sugere a necessidade de uma abordagem de planejamento urbano que integre esses aspectos vitais.

Sterzel et al. (2020) aborda as complexidades enfrentadas por zonas urbanas costeiras em um cenário de rápida urbanização. O estudo destaca como essas áreas podem lidar com vulnerabilidades socioecológicas, enfatizando a importância de estratégias de gestão e planejamento urbanos para mitigar desafios relacionados a fatores socioeconômicos e biofísicos.

As atividades antrópicas exercidas nas grandes cidades possuem uma série de benefícios em termos de eficiência, os quais resultam em melhorias significativas em produtividade e competitividade. Essas cidades representam os principais centros de conhecimento, inovação e especialização em produção e serviços. Para enfrentar os desafios relacionados ao crescimento das estruturas urbanas, as cidades têm se concentrado em soluções inovadoras, incluindo modelos de governança, parcerias e avanços tecnológicos, especialmente em relação aos sistemas de transporte e logística públicos nas áreas urbanas (NOTTEBOOM et al., 2022).

Na porção oeste da Ilha de São Luís, onde situa-se o Distrito Industrial de São Luís, existe maior concentração de infraestrutura multimodal do Estado do Maranhão, com destaque para o Complexo Portuário de São Luís, composto pelo Porto do Itaqui, os Terminais de Ponta da Madeira, da Vale, o Terminal da Alumar. Este complexo possui relevância estratégica para o Estado, não apenas como um símbolo de progresso e modernização, mas também como um centro para a economia globalizada, com transporte de várias cargas para o Brasil e o mundo.

A relevância econômica do Complexo Portuário de São Luís é extremamente significativa e não deve ser ignorada, atuando como um motor chave para o desenvolvimento local e regional. Contudo, este crescimento traz consigo desafios críticos, especialmente no que se refere à sustentabilidade ambiental. À medida que o porto expande, torna-se imperativo um planejamento urbano e ambiental cuidadoso, que não só suporte o avanço econômico, mas também garanta a preservação dos recursos naturais. Esta intersecção entre desenvolvimento econômico e a responsabilidade ambiental destaca a necessidade de estratégias integradas, que equilibrem o crescimento com a proteção ambiental, assegurando assim um futuro sustentável para a região.

De acordo com o EIA – RIMA da Expansão do Porto do Itaqui (MRS, 2017), o local estratégico onde situa-se o Complexo Portuário de São Luís é conhecido desde o período fundacional do Maranhão, quando os franceses estabeleceram um dos vários portos fixados em São Luís. Já no período republicano, o governo do Estado do Maranhão concedeu por meio do Decreto nº 13.333, de 1918, a construção de um Porto à companhia inglesa *C.H Walker & Co. Limited.*, a iniciativa de concessão internacional não foi exitosa, e, em 1939, o então Departamento Nacional dos Portos e Vias Navegáveis encomendou estudos de viabilidade técnica para construção do Porto do Itaqui. Em 1966, as obras do Porto do Itaqui foram iniciadas, e o cais, que tinha possuía a extensão de 367, foi concluído em 1972 com a adição de mais dois trechos, um de 270 metros e outro de 80 metros. Desde essa data, o Porto do Itaqui tem atuado como maior porto do Estado e o epicentro das atividades portuárias e transporte de diferentes cargas para o Brasil e o Mundo, configurando-se como um terminal portuário global.

Compete à Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP a incumbência de administrar e explorar o Porto Organizado do Itaqui, conforme a Lei Estadual nº 7.225 de 31 de agosto de 1998 e, por meio do Convênio de Delegação nº 016/2000. Desde 2015, conforme ilustra a Agenda Ambiental Institucional do Porto do Itaqui – 2020/2021 (EMAP, 2020a) surgiu a necessidade de manter ativa uma Agenda Ambiental para o Porto do Itaqui, com o intuito de planejar e implementar ações de caráter ambiental e socialmente responsável.

Diante deste cenário, o planejamento urbano de São Luís, bem como a Agenda Ambiental do Porto de Itaqui necessitam considerar o franco desenvolvimento econômico em decorrência das atividades portuárias, e o conseqüente aumento populacional, que se desdobram em diferentes problemáticas, a exemplo da ocupação de áreas protegidas e a pressão sobre o meio ambiente, a exemplo dos recursos hídricos. Atualmente, a ampliação e modernização podem resultar em transformações paisagísticas e de uso e ocupação do solo em São Luís. Portanto, entender a extensão e a natureza das mudanças no uso/cobertura do solo usando imagens de satélite multitemporais é vital para interpretar a dinâmica da paisagem e ajudará no fortalecimento da política de planejamento e gestão ambiental na região do Itaqui-Bacanga em relação ao uso e ocupação do solo e a qualidade ambiental dos recursos hídricos da região.

A região do Itaqui-Bacanga é marcada por sua rica paisagem e suas bacias hidrográficas, elementos vitais para a sustentabilidade ambiental da área. No entanto, a urbanização acelerada e o crescimento da infraestrutura portuária têm provocado alterações significativas nessa paisagem, com possíveis implicações para a qualidade da água. De acordo com Castro (2017) destaca que a industrialização e a ocupação desorganizada da terra na bacia hidrográfica de Itaqui, São Luís, resultaram em perdas significativas de recursos hídricos e conflitos com atividades econômicas tradicionais. Além disso, a expropriação de terras e a realocação de comunidades causaram impactos sociais negativos. Há necessidade de medidas para garantir o desenvolvimento socioeconômico e a proteção ambiental.

As bacias hidrográficas, Bacanga e Itaqui, desempenham um papel crucial na gestão dos recursos hídricos, fornecendo água para uso humano e industrial e funcionando como escoadouros naturais para a água da chuva e resíduos urbanos. Dada a pressão da urbanização e o crescimento da infraestrutura portuária, a proteção eficaz dessas bacias é fundamental para garantir a sustentabilidade a longo prazo da região do Itaqui.

Essas bacias, além de contribuírem para a diversidade da paisagem, fornecem recursos hídricos essenciais para as comunidades locais e a infraestrutura portuária em expansão. No entanto, a rápida urbanização e o desenvolvimento da infraestrutura portuária têm alterado a paisagem.

Este trabalho procura explorar a dinâmica urbana em São Luís, focando na influência do Complexo Portuário de São Luís no planejamento urbano da cidade e na gestão ambiental, particularmente em relação à qualidade dos recursos hídricos da região das duas bacias hidrográficas do Itaqui e Bacanga. A escolha deste tema deriva da importância crítica que o porto tem para a economia do Maranhão e para a sustentabilidade ambiental da região. A

influência do Complexo Portuário na paisagem urbana, bem como a sua interação com as bacias hidrográficas circundantes, são questões que necessitam de maior atenção e são o foco desta pesquisa.

Serão utilizadas técnicas de análises de dados geoespaciais para verificar as transformações na paisagem e no uso da terra das duas bacias foco desse estudo. Os resultados podem oferecer perspectivas importantes para a gestão eficiente dos recursos hídricos e a preservação da paisagem na região, diante dos desafios apresentados pela rápida urbanização e expansão da infraestrutura portuária.

Em resumo, este trabalho tem como objetivo explorar a dinâmica entre o Porto e suas áreas de influências na área oeste urbano de São Luís, o desenvolvimento do Complexo Portuário e a gestão dos recursos hídricos na região do Itaqui-Bacanga. Esta pesquisa contribuirá para uma melhor compreensão de como promover o desenvolvimento urbano e portuário de forma sustentável, respeitando o ambiente natural e preservando a qualidade dos recursos hídricos para as gerações futuras.

1.1 **Objetivos**

1.2 **Objetivo geral**

Analisar a dinâmica da paisagem e mapear a rede hidrográfica com vistas à construção de indicadores que possam contribuir com a qualidade e a sustentabilidade das atividades portuárias na área de influência do Porto do Itaqui em um intervalo de 60 anos.

1.3 **Objetivos específicos**

1. Organizar um banco de informações cartográficas das bacias hidrográficas na área de influência do Porto do Itaqui no intervalo temporal de 60 anos (1960 a 2020);
2. Analisar os tipos de uso e ocupação do solo nas Áreas de Preservação Permanente da área de influência do Porto do Itaqui;
3. Quantificar as nascentes que ainda estão presentes nas bacias hidrográficas da área de influência direta do Porto do Itaqui e as suas modificações no intervalo de 20 anos;
4. Classificar as nascentes quanto ao estado de conservação (preservada, perturbada e degradada);

O trabalho foi estruturado a partir das considerações iniciais, através das quais são detalhadas as revistas de submissão dos artigos elaborados. Dentro dessas considerações, estão compreendidos os objetivos: principal e específicos. Sequencialmente, foi realizada uma fundamentação teórica levantando informações bibliográficas sobre os Porto-cidade, desenvolvimento sustentável, além de informações as Áreas de Preservação Permanente e suas

e características das bacias hidrográficas Itaqui e Bacanga. Para complementar a pesquisa, houve a busca de artigos científicos que abordam a temática da dinâmica territorial do Porto do Itaqui. Posteriormente, analisa-se, através de mapas temáticos, as mudanças na malha hídrica e também do solo nas duas bacias estudadas a partir da década de 60 até 2020, aliada à percepção socioeconômica da região. Por fim vêm as considerações finais e as referências bibliográficas consultadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Relações porto cidade e os objetivos de desenvolvimento sustentável

Este subcapítulo aborda aspectos conceituais dos portos, cidades e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU para o período de 2020 a 2030. O conceito de portos é objeto de análise em diversos campos do conhecimento, a exemplo da história, economia, engenharia e comércio internacional. Compreender o conceito de portos por uma lente interdisciplinar é fundamental importância para entender a função desses grandes equipamentos de infraestrutura na história do desenvolvimento das cidades e o urbanismo daí decorrente, como também como vetor econômico no processo de globalização e expansão do capitalismo mundial.

Segundo Clark et al (2004), os portos são extremamente importantes para o comércio global, pois operam como ponto de conexão entre o transporte por água e por terra, permitindo a entrada e saída de mercadorias de um continente, país ou região. Neste contexto, os portos atuam em uma interface crucial para as exportações e importações. Em outras palavras, os portos são o ponto de encontro entre o transporte terrestre e o transporte marítimo, permitindo que as cargas sejam movimentadas de forma eficiente e segura.

À medida que o desenvolvimento econômico global continua a crescer, os portos costeiros em países em desenvolvimento, como o Brasil, estão adquirindo uma importância cada vez maior no transporte internacional de bens industriais. Nesse contexto, o número de portos no Brasil está em constante crescimento, e o sistema portuário está se expandindo em escala, permitindo a formação gradual de um sistema urbano portuário semelhante ao sistema urbano convencional.

Além de sua importância logística, os portos também podem ser fonte de vantagem competitiva para empresas que gerenciam suas operações portuárias de maneira eficiente. Para Barros e Barros (2013), o setor portuário movimenta aproximadamente 700 milhões de toneladas de diferentes naturezas, sendo responsável por mais de 90% das exportações, o que destaca a importância estratégica que o sistema portuário possui para a economia.

Entretanto, é importante lembrar que a gestão de portos é uma tarefa complexa, que envolve diversos agentes e atividades. Collyer (2008) ressalta que o porto é uma fronteira nacional aberta e um centro aquecido de mercadorias, onde são realizadas diversas atividades, tais como aduaneiras, alfandegárias, comerciais, sanitárias, tributárias, migratórias, entre outras. São sistemas complexos, que envolvem desde o transporte de cargas até a prestação de serviços

e o controle aduaneiro. Para garantir a eficiência e a competitividade dos portos, é necessário coordenar diversas atividades e agentes envolvidos, como empresas de navegação, agentes portuários, operadores de terminais e autoridades portuárias.

Por fim, é importante destacar que os portos não são apenas infraestruturas logísticas, mas também espaços privilegiados de interação entre a terra e o mar, que podem ter um impacto significativo no desenvolvimento urbano e regional. Cruz e Silva (2018) afirmam que os portos são grandes projetos de investimento (GPI) e podem ser catalisadores do desenvolvimento econômico e social das regiões em que estão inseridos, garantidos para a criação de empregos, a geração de receitas e a melhoria da qualidade de vida das comunidades locais. Ou seja, são projetos que movimentam intensamente recursos como capital, energia, força de trabalho, território e recursos naturais.

Em resumo, os conceitos de portos apresentados por Clark et al (2004), Barros e Barros (2013), Collyer (2008) e Cruz e Silva (2018), ajudam a compreender a complexidade e a importância dessas infraestruturas para a economia global, bem como para o desenvolvimento urbano e regional. Uma gestão portuária eficiente pode contribuir para o sucesso das cadeias de suprimentos internacionais e para o desenvolvimento socioeconômico das regiões portuárias.

Para discutir mais sobre as relações de porto, deve-se ter em mente o conceito de cidade e cidade portuária. As relações entre portos e cidades são complexas e divergentes de acordo com o contexto local. Para Ronilk (1995), a cidade é um fenômeno complexo, sendo simultaneamente um local de poder e controle, um espaço de organização social e política, um campo de luta pela apropriação do espaço urbano, um ambiente de vida coletiva e um registro histórico. Ela enfatiza que a cidade é um fenômeno multifacetado que não pode ser facilmente reduzido a uma única definição.

De acordo com Castells (1996), a cidade é um espaço urbano complexo e animado que se caracteriza por uma concentração de atividades culturais e políticas, bem como por uma densidade de multidão e diversidade social e cultural. Uma cidade portuária é uma cidade localizada nas proximidades de um porto, que desempenha um papel importante na economia local, regional e nacional. Essas cidades geralmente têm uma forte relação com o comércio internacional e a indústria naval. No âmbito portuário, para Glaeser (2011), uma cidade portuária tem um importante ponto de acesso à economia global e o seu desenvolvimento tem fortes relações com a existência dos portos.

Considerando as perspectivas de Rolnik (1995), Castells (1996) e Glaeser (2011), a cidade é entendida como um espaço multifacetado de interações sociais, políticas e econômicas.

Ela é vista como um local de poder e controle, onde a luta pela apropriação do espaço urbano é uma constante. A cidade é também um ambiente de vida coletiva, marcado pela diversidade social e cultural, e um registro histórico de sua própria evolução.

A importância das cidades, em particular das cidades portuárias, na economia global é destacada. As cidades portuárias são pontos de acesso à economia global e seu desenvolvimento está fortemente ligado à existência de portos. Essas cidades são centros de comércio internacional e indústria naval, contribuindo significativamente para a economia local, regional e nacional. Portanto, a cidade é entendida como um espaço dinâmico e complexo que não pode ser facilmente reduzido a uma única definição. Ela é um local de interação e interdependência, onde diversas forças sociais, políticas e econômicas se encontram e interagem.

A relação entre porto e cidade nem sempre é harmoniosa. Em uma perspectiva diacrônica, é possível observar que muitos portos foram construídos em áreas urbanas densamente povoadas, causando conflitos entre as atividades portuárias e as atividades cotidianas da população. De acordo com Querol et al. (2011), o gás carbônico antropogênico gerado pelas emissões dos navios em áreas urbanas próximas aos principais portos e rotas de aviação é um dos aspectos menos compreendidos e quase não é noticiado.

Nesse contexto, é importante que as relações entre porto e cidade sejam pensadas de forma sustentável, pois é fundamental que essas ações estejam localizadas nos ODS, de forma a contribuir para o alcance das metas protegidas pela ONU. Algumas das metas mais relevantes para as relações entre porto e cidade incluem a promoção da inovação e infraestrutura resiliente e sustentável, a redução da desigualdade econômica e social, e a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas marinhos (UNICEF, 2023).

Localizado na Baía do Itaquí, o Porto do Itaquí, é um dos portos mais significativos do Brasil. Este porto, juntamente com as comunidades circundantes, enfrenta desafios e oportunidades únicos no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU para 2020-2030.

O Porto do Itaquí, como um centro crucial de comércio e transporte, tem um papel fundamental no ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura. Este objetivo enfatiza o desenvolvimento de infraestrutura resiliente e sustentável. Para o porto, isso pode significar a adoção de tecnologias verdes e práticas de gestão sustentável, que não apenas impulsionam o crescimento econômico, mas também minimizam o impacto ambiental das operações portuárias.

Além disso, o ODS 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis, é de grande relevância

para as comunidades ao redor do Porto do Itaqui, incluindo a região de Bacanga. Este objetivo destaca a necessidade de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Para alcançar isso, é necessário melhorar o planejamento urbano, promover habitação acessível e de qualidade, e garantir que todos os residentes tenham acesso a serviços básicos, como água limpa e saneamento.

O ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis, ressalta a necessidade de práticas de consumo e produção sustentáveis. Para o Porto do Itaqui, isso pode significar a implementação de práticas de gestão de resíduos eficientes e a minimização do impacto ambiental das operações portuárias. O ODS 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima, é crucial para a região. O Porto do Itaqui e as comunidades circundantes são vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar e eventos climáticos extremos. É essencial que a região tome medidas para mitigar suas emissões de gases de efeito estufa e se adapte aos impactos das mudanças climáticas.

O ODS 14 - Vida na Água, é particularmente relevante para o Porto do Itaqui, dada a sua localização na Bacia do Itaqui. É crucial que o porto opere de uma maneira que proteja e preserve o ambiente marinho. Finalmente, o ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação, destaca a importância das parcerias para alcançar os ODS. Para o Porto do Itaqui e as comunidades circundantes, isso pode significar colaborar com outras cidades, portos, governos, organizações internacionais e o setor privado para compartilhar melhores práticas e recursos (UNICEF, 2023).

Os ODS fornecem um roteiro para o desenvolvimento sustentável, guiando o Porto do Itaqui e as comunidades circundantes em direção a um futuro mais sustentável e resiliente. Ao abordar esses objetivos de maneira estratégica, podemos garantir que o crescimento e o desenvolvimento ocorram de maneira equilibrada, beneficiando não apenas a economia local, mas também o meio ambiente e a qualidade de vida das comunidades locais.

É fundamentalmente reconhecido que o Porto do Itaqui, como um importante motor de crescimento econômico, tem a responsabilidade e a oportunidade de liderar pelo exemplo na implementação desses ODS. Ao adotar práticas sustentáveis, o porto pode demonstrar que é possível alcançar o crescimento econômico sem comprometer o meio ambiente ou a qualidade de vida das comunidades locais. Além disso, é evidente que as comunidades locais, incluindo a região de Bacanga, têm um papel crucial a desempenhar na realização desses ODS. Ao se envolverem ativamente na gestão sustentável de suas comunidades e ao exigirem que as empresas e instituições locais, incluindo o Porto do Itaqui, adotem práticas sustentáveis, elas

podem ajudar a garantir um futuro melhor para todos.

É importante reconhecer que as atividades portuárias, sendo importantes para o comércio global, devem ser conduzidas de forma responsável e sustentável. Isso promoverá o desenvolvimento econômico e social em harmonia com o meio ambiente, garantindo um futuro sustentável para todos.

2.2 Sistemas hídricos e Áreas de Preservação Permanente

As bacias hidrográficas (BH) são sistemas dinâmicos, pois abordam a definição como uma porção da superfície terrestre delimitada por divisores de água, na qual as águas convergem para um curso d'água principal. (CHRISTOFOLETTI, 1980). Essas águas que convergem até um ponto de exutório, para o autor, é um grande agente transformador do relevo e fundamental para a compreensão dos processos de transporte e transformação da paisagem.

De acordo com Tucci (2007), o conceito de bacias hidrográficas é baseado na área onde a água da precipitação é naturalmente coletada e, em seguida, converge de volume para jusante, sob a influência da gravidade, até alcançar um único ponto de saída. Dessa forma, os diferentes conceitos de bacia hidrográfica destacam a importância da compreensão da complexidade dos sistemas hidrológicos.

Como ressalta Barbosa et al. (1997)¹, “bacias” são sistemas terrestres e aquáticos geograficamente definidos, compostos por sistemas físicos, econômicos e sociais. Em outras palavras, a bacia hidrográfica não se limita apenas à dimensão física, mas também abrange aspectos socioeconômicos e culturais, sendo um espaço de interação entre a sociedade e o meio ambiente.

Apesar do termo "hidrográfico" estar diretamente ligado ao sentido de “rios e corpos d'água”, o termo de bacia hidrográfica é uma unidade mais ampla, pois abrange uma área de captação natural de água da precipitação. Essa água, sob a influência da força gravitacional e das características do relevo, converge para um ponto de saída, formando assim o curso d'água principal, que de acordo com Schiavetti e Camargo (2002) é o canal fluvial, uma das principais

¹ As bacias são consideradas como sistemas “multiníveis” que incluem água, solo e componentes sócio-políticos internos e externos. Dessa forma, uma “bacia” característica seria a sobreposição de sistemas naturais e sociais. O sistema natural estaria definido nas bases aquáticas e terrestres (fauna, flora, recursos aquáticos e minerais). O sistema social determinará como essas bases serão utilizadas. Políticas governamentais enquanto uma extensão da organização social e institucional influenciam padrões locais de utilização dos recursos naturais.

unidades morfológicas de uma bacia hidrográfica e é definido como uma faixa de terreno ao longo da qual a água flui continuamente.

Logo ao analisar o conceito de bacias hidrográficas, é importante levar em consideração que esse é apenas um dos aspectos que compõem a complexa rede hidrológica de uma determinada região. Dessa forma, não se deve descartar outros elementos que estão interligados ao conceito de bacia hidrográfica, tais como a geologia, a topografia, a vegetação, a ação antrópica, a cobertura vegetal, o domínio climático, dentre outros fatores. Somente assim, será possível compreender de forma mais completa a dinâmica dos recursos hídricos.

Para complemento com o conceito de BH é o de sistema hidrográfico, que está diretamente ligado e inclui a BH, rios, lagos e aquíferos, influenciados por diversos fatores bióticos e abióticos. Assim como destaca Tundisi (2003) que o conceito de sistema hídrico inclui a compreensão dos processos que ocorrem em um corpo d'água e seu entorno, bem como a interação entre esses corpos d'água em uma bacia hidrográfica. Em um estudo hidrológico o sistema hídrico está interligado com a bacia hidrográfica que é a área total de superfície de terreno de captação natural da água precipitada, na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água (TUCCI, 1993).

Campos (2006, p 105) destaca que os sistemas hídricos são sistemas abertos², pois são sistemas compostos por um conjunto de elementos interconectados, havendo troca de energia, influenciados por fatores bióticos e abióticos e dinâmico, que se configura como uma unidade funcional básica de planejamento, uma vez que nela ocorre a integração das águas com o meio físico, biótico e social.

As alterações antrópicas que ocorrem em diferentes escalas nas bacias hidrográficas também constituem um elemento importante para analisar as relações porto cidade, uma vez que podem induzir (des)conectividades entre os diferentes compartimentos ambientais das bacias (FOTI et al., 2019). Nessa perspectiva, as bacias hidrográficas do Bacanga e Itaqui, localizadas na região do porto do Itaqui no município de São Luís, estado do Maranhão, engloba a região mais populosa da ilha e vem sofrendo intensos processos de mudança de uso e cobertura do solo desde a década de 1950, com os múltiplos usos, como: uso das águas para consumo doméstico e rural, consumo animal, geração de eletricidade, indústria, agricultura e mineração

² Os sistemas trocam energia e matéria com outros sistemas. Fuchs (2002, p.40), comenta que, dentro da Teoria Geral dos Sistemas, a composição da matéria e da energia é importante.

Os conceitos de bacias hidrográficas e sistemas hídricos são fundamentais para a compreensão e gestão dos recursos, considerando a interação entre os diferentes corpos d'água e seus processos e a importância desses sistemas para a sustentabilidade ambiental e socioeconômica. Portanto, é importante considerar que o conceito de sistemas hídricos é um termo amplo e multidisciplinar, que pode ser abordado de diversas maneiras por diferentes autores e disciplinas.

2.2.1 Conceitos e caracterização das Áreas de Preservação Permanente

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são áreas protegidas por lei que têm como objetivo preservar o meio ambiente e garantir a qualidade de vida das pessoas. Essas áreas são caracterizadas por sua importância ambiental, seja por abrigar nascentes de rios, mata ciliar, encostas, entre outras características. Como destaca a Lei nº 12.651/2012 do código florestal:

Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Lei nº 12.651/2012, BRASIL, 2012).

No território brasileiro, desde a promulgação do primeiro Código Florestal em 1934, já se percebia a importância de preservar áreas específicas que representassem os ecossistemas naturais. Isso indica uma conscientização sobre a necessidade de proteger as regiões mais sensíveis e valiosas do país.

Mas só a Lei Federal nº 4.771/1965, foi a primeira legislação a tratar do tema das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no Brasil. A lei estabelecia que algumas áreas deveriam ser protegidas por sua importância ecológica e por sua função ambiental, visando à conservação da água, do solo e da biodiversidade. Mas não trazia uma definição concreta, somente as áreas que deveriam ser protegidas.

A lei 4.771/1965 foi revogada em parte pela Lei Federal nº 12.651/2012, que instituiu o Novo Código Florestal Brasileiro. A nova lei foi sancionada em 25 de maio de 2012 e entrou em vigor em 28 de maio de 2012, revogando expressamente alguns artigos do Código Florestal anterior.

Sendo assim, o novo código florestal ampliou a abrangência das Áreas de Preservação Permanente, incluindo novas áreas como topos de morros e encostas com declividade superior a 45 graus. Isso significa que a nova lei tornou mais rigorosas as regras de proteção ambiental, buscando garantir uma maior resiliência dos ecossistemas.

Contudo, com as variações e alterações nas leis durante os anos, BORGES et al. (2011, p. 1203) destaca que:

A carência e, ou, insuficiência de embasamento técnico e legal, aliada às dúvidas e confusões na interpretação das normas legais, tem gerado várias discussões acerca do entendimento das questões que envolvem as APPs e que deve ser feito um estudo criterioso da evolução do seu conceito até sua disposição atual, constante na legislação ambiental brasileira. (BORGES et al.2011, p. 1203)

Para lidar com essas situações, como o autor cita, é necessário realizar um estudo criterioso da evolução do conceito de APPs até sua disposição atual na legislação ambiental brasileira. Isso inclui o conhecimento de leis, regulamentações e diretrizes específicas para cada tipo de APP, bem como sua aplicação prática em diferentes contextos geomorfológicos e biogeográficos do país. Dessa forma, é possível garantir uma melhor compreensão das normas relacionadas às APPs e, conseqüentemente, promover sua correta aplicação e preservação.

Com relação e evolução da definição de APPs, é importante considerar não apenas os aspectos ambientais, mas também os econômicos, sociais e culturais ao interpretar as Áreas de Preservação Permanente (APPs) sob uma perspectiva ecológica. Segundo Fisher et al (2007) a interpretação ecológica das Áreas de Preservação Permanente (APPs) deve abranger não somente os aspectos ambientais, mas também considerar a relevância dos fatores econômicos, sociais e culturais (Quadro 1).

Quadro 1 - Valores associados às APPs.

VALORES ASSOCIADOS ÀS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE		
CRITÉRIOS	MEIO URBANO	MEIO RURAL
Econômicos	Influência nos valores das propriedades positiva ou negativamente, de acordo com o tipo de vegetação e o tipo de utilização da área. Há custos de manutenção em áreas urbanas, demandando planejamento específico para que atinjam o fim esperado.	Promove a manutenção de processos ecológicos que permitem a perpetuação da exploração econômica de atividades relacionadas à exploração das áreas rurais e de seus recursos.
Ecológicos	Sofre grande variação de acordo com os níveis de poluição decorrentes da atividade urbana, mas serve de abrigo para fauna remanescente e pode atuar preventivamente no controle de deslizamentos de terras e enchentes quando da existência de vegetação, de acordo com características do solo e topografia.	Promove habitat para elementos da fauna, protege os corpos hídricos do assoreamento, contaminação por poluentes resultantes das atividades econômicas e serve como corredor ecológico, interligando maciços florestais.
Paisagísticos	Constitui-se em elemento básico das unidades de paisagem, funcionando como contraponto aos espaços construídos.	Possui relevante importância paisagística.
Físicos	Reduz a poluição atmosférica e a sonora; influencia na temperatura da cidade; reduz a força e condiciona a circulação	Protege os processos ecológicos e pode ser explorado economicamente por meio do turismo (amenidades) ou outras

	dos ventos; atua como ponto de absorção da água das chuvas e permite a absorção de lençóis freáticos; pode fornecer sombreamento para transeuntes e áreas livres para recreação dependendo do tipo de vegetação existente.	atividades de baixo impacto.
Psicológicos	Serve a propósitos religiosos; permite o contato com a “natureza” para habitantes da urbe; pode permitir o lazer ativo e passivo, de acordo com as características do relevo e vegetação; pode ser elemento integrante da paisagem e identidade.	Favorece a construção das relações do indivíduo com o meio que o circunda e entre os indivíduos. Para alguns grupos, pode ter função cultural e não meramente econômica.

Fonte: Fisher & Sá (2007).

Esta abordagem holística é essencial para consolidar uma compreensão ampliada das implicações da manutenção dessas áreas protegidas para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, é fundamental incorporar diferentes perspectivas e saberes na análise das APPs, a fim de promover uma gestão adequada e equilibrada desses espaços.

Ribeiro (2011) destaca que, no âmbito atual, as ciências naturais desempenham um papel fundamental na identificação e análise dos recursos naturais presentes em determinadas áreas geográficas. Porém, é importante ressaltar que as ciências sociais também exercem uma significativa influência nesse tema. O autor acrescenta:

Assim podemos caracterizar uma história ambiental como sendo a área de estudos na qual ocorre uma síntese de variadas contribuições e cuja prática é inerentemente interdisciplinar. A sua originalidade está na sua disposição explícita de “colocar a sociedade na natureza” e no equilíbrio com que busca a interação, a influência mútua entre sociedade e natureza, origens e efeitos de políticas ambientais e da “cultura” científico-administrativa de organismos governamentais com responsabilidades pelo meio ambiente. (Ribeiro, 2011, Revista Thema. Pag 01)

A história ambiental é como uma área de estudo interdisciplinar que busca integrar diversas contribuições para compreender a relação entre sociedade e natureza. O seu objetivo é "colocar a sociedade na natureza" e entender como esses dois elementos interagem e se influenciam mutuamente. Além da importância de compreender o papel da cultura na forma como os recursos ambientais são utilizados e explorados.

A preservação das áreas de proteção permanente não deve ser tratada apenas sob a perspectiva ambiental, é importante considerar também os aspectos sociais e culturais envolvidos. Essas áreas muitas vezes possuem forte relação com comunidades tradicionais e indígenas, que dependem delas para sua subsistência e preservação de suas culturas.

Segundo Turner et al. (2007) acrescenta que compreender os valores da diversidade desses ambientes não é uma tarefa simples, já que envolve questões culturais, éticas, religiosas, sociais e estéticas. Por isso, é fundamental que as políticas públicas de preservação dessas áreas

sejam desenvolvidas em conjunto com essas comunidades, respeitando seus modos de vida e conhecimentos ancestrais.

2.2.2 Áreas de Preservação Permanente: características e classificações

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços ambientalmente protegidos devido à sua importância ecológica, que inclui a conservação da biodiversidade, a manutenção da qualidade dos recursos hídricos e a estabilidade geológica. Existem diversos tipos de APPs, como áreas ao longo de rios e outros cursos d'água, nascentes e olhos d'água, topos de morros e montanhas, encostas com declividade acentuada, restingas, manguezais, bordas de tabuleiros ou chapadas e veredas.

A demarcação das Áreas de Preservação Permanente é fundamental para preservar e recuperar os recursos naturais. De acordo com o Código Florestal, essas áreas são reconhecidas como locais de preservação permanente. O Código Florestal atual, Lei nº 12.651, no seu art. 4º, estabelece como Áreas de Preservação Permanente:

Art. 4º- Todas as florestas e demais formas de vegetação natural situada às margens de lagos ou rios (perenes ou não); nos altos de morros; nas restingas e manguezais; nas encostas com declividade acentuada e nas bordas de tabuleiros ou chapadas com inclinação maior que 45º equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive; e nas áreas em altitude superior a 1.800 metros, com qualquer cobertura vegetal são Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2012).

De acordo com a Lei Federal 12.651/2012, as faixas de terreno situadas ao longo das margens de cursos d'água também são reconhecidas como Áreas de Preservação Permanente:

Art. 4º- as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas; e) As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;" A delimitação das APPs em torno de nascentes é definida como as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros (BRASIL, 2012).

O trecho citado do Código Florestal estabelece medidas e limites importantes para a proteção das margens dos rios, cursos d'água naturais e nascentes. Ao delimitar áreas mínimas de preservação, o Código busca garantir a qualidade dos recursos hídricos, a estabilidade das encostas das matas ciliares. Essa proteção das margens dos rios, estabelece regras para a preservação das zonas de amortecimento ribeirinho, também conhecidas como Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essas áreas são trechos de terra que margeiam rios, lagos e outros corpos d'água, e servem como corredores ecológicos vitais para a vida aquática e terrestre

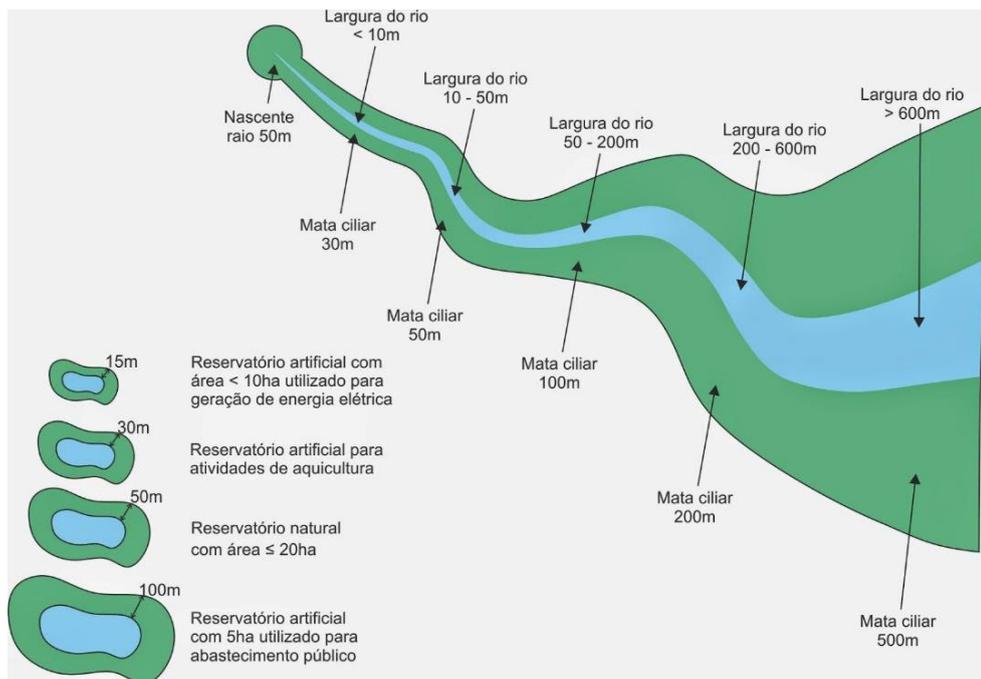
(Figura 1).

Segundo Viana (2004) destaca que:

Visando a preservação dos atributos ambientais e dos recursos hídricos do ecossistema no qual estão integradas. A finalidade é de que tais áreas não devam ser objeto de exploração, mantendo-se intactas pelas suas funções ecológicas. (Viana, 2004, pag 61)

A ideia de conservar áreas completamente livres da intervenção humana apresenta obstáculos. Medidas rígidas de proteção ambiental podem afetar negativamente o bem-estar socioeconômico das populações locais, especialmente se elas dependem dos recursos encontrados nessas áreas protegidas. É fundamental adotar uma abordagem justa e inclusiva que harmonize os objetivos de conservação com as necessidades e direitos das comunidades locais.

Figura 1- Limites de preservação de margem de rios - Código Florestal



Fonte: wwf.org

É importante ressaltar que a obediência a essas medidas depende não apenas da legislação, mas também do engajamento da sociedade, do monitoramento e da fiscalização por parte dos órgãos ambientais. Dessa forma, é fundamental promover a conscientização da população e o cumprimento dessas normas. É evidente que o crescimento da urbanização, aliado ao aumento da população nas áreas urbanas, leva à degradação a essas áreas de margem.

Os limites das APPs são frequentemente violados, principalmente por meio de

“ocupações” não autorizadas. A criação da legislação sobre APPs teve o potencial de gerar milhões de metros quadrados de espaços verdes nas cidades brasileiras. Porém, como adverte Macedo (2012):

“Em alguns grandes aglomerados urbanos, tais medidas se mostram tardias e inócuas, devido à ocupação destas áreas por elementos de sistema viário e favelas, tornando sua viabilidade quase impossível.” (MACEDO, 2012, p.98).

Em diversos aglomerados urbanos, as ações para enfrentar a degradação dessas áreas de margem de rio mostraram-se tardias e ineficientes, uma vez que as zonas de conservação estabelecidas já estavam preenchidas com infraestrutura e assentamentos irregulares, tornando a viabilidade quase impossível. Um exemplo disso são os corpos hídricos do município de São Luís, que se encontram praticamente represados ou canalizados, com sua vegetação ribeirinha praticamente toda irrecuperável. Esses casos destacam a urgência de um planejamento urbano sustentável.

Apesar do reconhecimento limitado dado às APPs em ambientes urbanos, pois quando se fala do termo APPs, a sociedade em geral associa a áreas rurais. Isso porque, segundo De Azevedo (2014), a relação entre as APPs e as áreas urbanas nunca foi harmoniosa. Isso pode ser atribuído ao fato de que a Lei original nº 4.771/1965 não previa, inicialmente, proteção às zonas urbanas.

Em outras palavras, a redação inicial do anterior Código Florestal se concentrou principalmente na regulamentação do uso e ocupação dos espaços rurais. Como tal, o objetivo original do Código Florestal não era impor critérios e restrições ao uso e ocupação do solo dentro das áreas urbanas. Isso destaca a necessidade de reconsiderar o escopo da legislação, a fim de melhor abordar as complexidades do desenvolvimento urbano e da conservação ambiental.

De acordo com SEPE et al. (2014, p.2) mesmo com as alterações feitas no Código Florestal a partir de 2012, por meio da promulgação da Lei 12651/2012, observa-se que essas mudanças não foram suficientes para superar os conflitos relativos à sua aplicação em áreas urbanas. É importante frisar que, a manutenção de Áreas de Preservação Permanente (APPs) em ambientes urbanos contribui para vários aspectos, como o enriquecimento da paisagem, a promoção do patrimônio natural e artificial e o apoio ao significado ecológico, histórico, cultural, estético e turístico (BRASIL, 2021).

Ou seja, se evidencia cada vez mais a necessidade de novas revisões e de uma legislação mais abrangente que tenha em conta os desafios únicos enfrentados pelas áreas urbanas. À medida que as cidades continuam a se expandir, é essencial encontrar um equilíbrio entre o

desenvolvimento e a proteção do ambiente. Isso exigiria a colaboração entre formuladores de políticas públicas, planejadores urbanos (elaboração de um Plano Diretor) e ambientalistas para criar soluções personalizadas que promovam o crescimento sustentável, preservando a integridade ecológica desses espaços urbanos.

2.2.3 Classes e tipologias de APPs: Nascentes de rios e córregos

Toth et al (2022) conceitua que, nascentes, referem-se ao ponto na superfície da Terra onde a água subterrânea emerge do subsolo, terminando seu trajeto subterrâneo e desaguando na superfície. Este processo é influenciado pela posição do lençol freático em relação à superfície da Terra, e onde ambos se encontram, ocorrem as nascentes. Além disso, diferenças na permeabilidade, como a presença de um aquífero adjacente a uma camada de água menos permeável, também podem afetar a localização das nascentes.

Fernandes (2013) destaca que na abordagem popular (senso comum), o verbete nascente refere-se ao início de um curso de água superficial. De um modo geral, pode-se afirmar que fonte e surgência referem-se a qualquer processo de exfiltração da água subterrânea. A descrição do termo define nascentes como o ponto (lugar) onde brota a água. Entretanto, essa definição do senso comum carece de precisão, pois o termo "lugar" na ciência geográfica possui uma conotação já existente.

Na hidrologia, o conceito mais utilizado sobre nascentes é o de Davis (1966, p. 63), que considera "qualquer descarga superficial de água grande o suficiente para fluir em um pequeno arroio pode ser chamada de nascente". Conceito de importância na geomorfologia, pois descreve a necessidade de um canal a jusante após a água brotar na superfície, formando os cursos de drenagem.

No Brasil, o conceito oficial de nascente é apresentado pela Lei Federal 12.651/2012 (Art. 3º, XVII), que a considera como o "afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água". Junto ao conceito, estão as medidas para a sua proteção, onde as áreas ao redor das nascentes, num raio mínimo de 50 metros, devem ser ocupadas por vegetação nativa e mantidas preservadas.

Com base no conceito, as nascentes ainda podem ser classificadas como: **1)** nascentes pontuais, quando sua origem é de forma bem concentrada no terreno; **2)** nascentes difusas, quando sua surgência ocorre em vários pontos, a exemplo do sistema de veredas do cerrado brasileiro ou campo de brejo. Ainda podem ser: **perenes** - tanto no período chuvoso quanto na estiagem, continuam aflorando; **intermitentes** – têm seu fluxo somente no período chuvoso e secam na seca; e **efêmeras** – surgem a partir de chuvas torrenciais e secam após horas ou dias

(PINHEIRO, 2016).

A falta de preservação e a constante pressão sobre as áreas de vegetação, por conta de atividades e expansão de cidades, fazem com que as áreas de nascentes que alimentam rios, córregos e riachos sofram alterações drásticas, acarretando diversos problemas ambientais, como ocupação desordenada, assoreamento e retirada da mata ciliar. A importância das nascentes no Brasil vem sendo discutida desde 1965, quando passaram a ser consideradas Áreas de Preservação Permanente. No entanto, a Lei nº 12.651, de 2012, retirou a proteção ambiental dos afloramentos intermitentes (SOUZA et al., 2019).

Sendo assim, um grande entrave técnico surge no decorrer dos anos para a questão de delimitação dessas áreas de APP de nascentes, já que não existe um conceito uniforme na literatura e nem na legislação brasileira. O conceito legal na legislação é voltado apenas para a proteção de áreas. É importante a revisão dos conceitos para que se tenha eficácia na compreensão dos estudos, bem como identificar as lacunas técnicas para efetivar com precisão as áreas de APP que devem ser protegidas (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2013, p.78).

Portanto, a partir da junção dos conceitos de vários autores, pode-se definir que nascente surge da exfiltração da água subterrânea em toda parte do ano ou parte dela e que possui características da vegetação e pedologia próprias em seu entorno, pois a maior parte do ano está com disponibilidade de água em abundância.

2.2.4 Mata ciliar: características e importância

As matas ciliares são coberturas vegetais nativas situadas em faixas às margens de rios, nascentes, lagos e represas. Conforme Odum e Barret (2013), têm como finalidade a proteção do solo e da água, evitando a erosão e o assoreamento. Haja vista, devem ser protegidas por se tratarem de APPs (BRASIL, 2012).

Segundo Kuntschik et al. (2011) a vegetação ripária³ ou mata ciliar como é popularmente chamada no Brasil, está presente em todos os biomas do país, do Cerrado na Amazônia à Mata Atlântica, Pantanal, Caatinga e Pampa, funcionando como uma esponja natural. Esta vegetação absorve a precipitação e liberta-a lentamente nas águas subterrâneas e nas massas de água próximas. Portanto, a existência dessas áreas ribeirinhas é de vital importância para preservar a qualidade da água nos rios e garantir a recarga dos aquíferos.

³ Zonas ripárias representam uma área de interação entre as águas superficiais e subterrâneas, funcionando como uma zona de transição. Esta área é caracterizada pelas cabeceiras dos canais de drenagem, pelas margens e leitos dos corpos d'água, e é acompanhada por vegetação ripária (PUSCH, Martin et al. 1998)

Apesar da grande diversidade da terminologia de (zona ripária), os autores definem de diferentes maneiras, dependendo também da regionalidade, que a exemplo do Cerrado, usa-se o termo “floresta de galeria”, nota-se também, os termos utilizados para “mata” e “floresta”, uma vez que usam o termo “mata” mais de forma geral para caracterizar a vegetação, e que “floresta” possui uma conotação com muitas árvores de grande porte.

Assim como acrescenta Panizza (2016) as matas ciliares desempenham um papel significativo na proteção dos rios, tornando essencial a sua preservação e restauração. Sua presença contribui para o bem-estar de todos os organismos vivos, incluindo plantas e animais. As florestas ribeirinhas fornecem funções ambientais e ecológicas críticas que beneficiam tanto a natureza quanto a humanidade.

As perspectivas fornecidas por Kuntschik et al. (2011) e Panizza (2016) acentuam a necessidade urgente de preservação e restauração da vegetação ciliar. Essas áreas servem a múltiplos propósitos na manutenção de um ambiente saudável, desde a proteção da qualidade da água até o apoio à biodiversidade. À medida que as atividades humanas impactam cada vez mais esses habitats naturais, torna-se crucial priorizar a conservação e a restauração das zonas ribeirinhas para garantir a saúde a longo prazo do nosso planeta e das inúmeras espécies que dependem desses ecossistemas.

Historicamente, no Brasil, a remoção e degradação de matas ciliares estavam relacionadas às atividades humanas. Algumas delas são voltadas à exploração dos recursos naturais, como a retirada de madeira. De acordo com Martins (2001), as matas ciliares enfrentam pressão antrópica não apenas devido à urbanização, mas também devido a vários outros fatores. Essas áreas são diretamente afetadas pela construção de usinas hidrelétricas, pela abertura de estradas em regiões com topografia acidentada e pelo estabelecimento de culturas agrícolas e pastagens.

No Brasil, essas áreas são protegidas pelos principais atos legais do novo Código Florestal, de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Essa lei define áreas ribeirinhas como "áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico da fauna e da flora, protegendo o solo e garantindo o bem-estar das populações humanas" (artigo 3º, II, da Lei nº 12.651/2012).

Contudo, a proteção das matas ciliares no âmbito do novo Código Florestal é um passo positivo para a conservação dessas áreas e de suas funções ambientais, como a preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade. No entanto, é importante reconhecer que a mera

existência de proteção jurídica não garante, necessariamente, uma conservação efetiva.

A aplicação e o monitoramento dessas leis são cruciais para garantir a preservação das matas ciliares no Brasil. Além disso, aumentar a conscientização e promover práticas sustentáveis de uso da terra pode ajudar a reduzir a pressão sobre esses ecossistemas frágeis. No geral, a proteção das matas ciliares é fundamental para a manutenção da saúde e do bem-estar do meio ambiente e das populações humanas.

2.2.5 A importância do ecossistema manguezal na APP

Os manguezais são ecossistemas costeiros conhecidos por sua alta produtividade secundária e papel essencial na história de vida de vários organismos marinhos. Eles também são significativos em termos de produtividade primária, atribuída à grande variedade de organismos fotossintetizantes, com as algas desempenhando um papel crucial (BRANCO et al. 2002).

Esses ecossistemas têm uma importância significativa, proporcionando diversos benefícios. De acordo com Nanni et al. (2005), um desses benefícios é a sua capacidade de proteger as áreas costeiras da erosão causada por marés e tempestades. Esses benefícios se devem à extensa área contínua de manguezais no Brasil. O país possui entre 10.000 a 25.000 quilômetros quadrados de manguezais, enquanto existem 162.000 quilômetros quadrados desse ecossistema em todo o mundo (PEREIRA, 1998). A faixa litorânea se estende do Cabo Orange, no Amapá, até Laguna, em Santa Catarina, tornando o Brasil o segundo maior detentor de áreas de manguezais globalmente (LACERDA, 2002).

Os manguezais são considerados Áreas de Preservação Permanente pelo atual código florestal brasileiro (Lei 12651/2012). Em seu artigo 4º, inciso VI, designa as restingas como Áreas de Preservação Permanente (APPs) por seu papel na estabilização de dunas e manguezais. Isso sugere a proteção da vegetação associada, mas não protege explicitamente outras características naturais dentro do ecossistema de manguezais. No entanto, no item seguinte do mesmo artigo, os manguezais são considerados APPs "em toda a sua extensão".

É importante ressaltar que os termos "mangue" e "manguezal" são frequentemente usados de forma substituível para se referir aos ecossistemas de manguezais. No entanto, eles têm significados diferentes. Embora não haja muitos autores que se concentrem especificamente na distinção entre os dois termos. Segundo Nanni et al (2005) destaca que:

“O termo manguezal é utilizado para descrever uma variedade de comunidades costeiras tropicais dominadas por espécies vegetais, arbóreas ou arbustivas que conseguem crescer em solos com alto teor de sal. O termo “mangue” origina-se do vocábulo Malaio, "manggimanggi" e do inglês mangrove, servindo para descrever as

espécies vegetais que vivem no manguezal.”

Em resumo, "mangue" refere-se a árvores ou plantas de mangue individuais, enquanto "manguezal" denota todo o ecossistema ou floresta de mangue, incluindo seus vários componentes e interações.

Outros autores conceituam o manguezal como:

“O manguezal é um ecossistema formado pela transição do ambiente terrestre e marinho, onde ocorre o encontro das águas dos rios com a água do mar – como nas margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras – e é um ambiente característico de regiões tropicais e subtropicais.” (Krug, L. A., Leão, C., Amaral, S. 2007, p.2753).

Partindo por essa conceituação, os manguezais notabilizam por essa troca de matéria e dinâmica intensa. Portanto, fica clara a necessidade desse ecossistema protegido por lei, pois suas funções estão diretamente relacionadas à manutenção e qualidade das águas dos rios, fixação dos sedimentos nas raízes da vegetação de mangue.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), um o mapeamento realizado em 2009, informa que os manguezais abrangem cerca de 1.225.444 hectares (12.254,22 km²). Sendo os estados do Maranhão, Pará e Amapá possuem juntos a maior área contínua de manguezais do mundo (cerca de 8.900 km²), sendo que o Maranhão apresenta aproximadamente 50% desta área, haja vista, que a zona costeira maranhense se constitui como grande depositário de um patrimônio mundial de elevada importância ecológica, social, econômica e cultural. (BEZERRA, et al. 2014, p. 237-264)

Vale ressaltar a grande variedade de espécies de fauna e flora que esse ecossistema contém, considerado como berçário e zona estuarina, filtro biológico, entre outras funções. O manguezal é vital para a população, pois, as pessoas ribeirinhas se sustentam de grande parte de pesca, e caça de animais para sua subsistência.

A localização dos manguezais coincide com uma área de maior interesse para a ocupação humana. Grande parte das expansões dessas cidades estão localizadas em zonas costeiras e conseqüentemente estão sendo aterradas. Nos últimos anos, tem havido uma quase total erradicação desse ambiente tão importante para o ecossistema (BEZERRA et al., 2014)

Assim, os ecossistemas de manguezais, embora cruciais para a saúde do meio ambiente e o bem-estar das comunidades locais, são muitas vezes subvalorizados e inadequadamente protegidos. O fato de a proteção jurídica se limitar a áreas específicas e não abordar de forma abrangente a complexidade do ecossistema é motivo de preocupação. Medidas de conservação mais robustas devem ser desenvolvidas e implementadas, com foco na preservação de todo o ecossistema e considerando a natureza interconectada de seus diversos elementos.

2.2.6 Bacias Hidrográficas da região portuária de São Luís

A capital do estado do Maranhão, São Luís, é uma cidade de grande importância estratégica para o Brasil devido à sua localização geográfica e às suas bacias portuárias, entre elas, a bacia do Itaqui, cachorros e Bacanga, situada no nordeste do país, a cidade é um ponto de conexão crucial para o comércio marítimo, com acesso direto ao Oceano Atlântico.

As bacias portuárias de São Luís são vitais para a economia local e nacional. Elas servem como um hub para a exportação de uma variedade de commodities, incluindo soja, e minério de ferro. Além disso.

Apesar de sua importância, as bacias portuárias de São Luís enfrentam uma série de desafios de conservação. Um dos principais problemas é a manutenção da infraestrutura portuária. Os portos precisam ser regularmente dragados para garantir que sejam suficientemente profundos para acomodar navios de grande porte. Além disso, a infraestrutura de apoio, como estradas e ferrovias, precisa ser mantida em boas condições para permitir o transporte eficiente de mercadorias para e dos portos, o que gera impactos diretamente no meio físico, vegetação, nascentes.

Outro desafio significativo é o impacto ambiental das operações portuárias. A movimentação de mercadorias pode resultar em poluição dos recursos hídricos adjacentes, enquanto a construção e expansão de instalações portuárias podem afetar habitats costeiros sensíveis. Portanto, é crucial que as operações portuárias sejam conduzidas de maneira sustentável, com medidas adequadas de mitigação e compensação ambiental.

A Bacia do Bacanga e a Bacia do Itaqui são duas importantes bacias importantes para o município de São Luís. Ambas têm relevância significativa para a economia e o meio ambiente da região. A Bacia do Bacanga é uma área de grande importância socioeconômica e ambiental para a cidade de São Luís, capital do Estado do Maranhão. Ela é composta por uma série de rios e córregos que desaguam na Baía de São Marcos. A bacia tem uma área de aproximadamente 102 km² que corresponde a 12,33% do território no município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d'água principal com 16km de extensão (SERRA, 2022, pag. 31).

A Bacia do Bacanga é caracterizada por uma grande diversidade de ecossistemas, incluindo manguezais, florestas de várzea e campos inundáveis. Esses ecossistemas desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade local e na prestação de serviços ecossistêmicos, como a purificação da água, a proteção contra inundações e a provisão de habitat para uma variedade de espécies de fauna e flora.

No entanto, a Bacia do Bacanga enfrenta vários desafios, incluindo a poluição da água, a degradação do habitat e a urbanização descontrolada. Esses problemas têm impactos negativos na qualidade da água, na biodiversidade e na qualidade de vida das comunidades locais (PLANO DIRETOR BHDB, 2018).

A Bacia do Itaqui possui uma área de 48,60 km² e sua hierarquia fluvial de 3^a ordem. É uma região de grande importância econômica não só para São Luís, mas para o Maranhão. Ela abriga o Porto do Itaqui, um dos mais importantes portos do Brasil. Esta bacia abriga uma variedade de ecossistemas, incluindo manguezais, florestas de várzea e campos inundáveis. Esses ecossistemas atuam na manutenção da biodiversidade local e na prestação de serviços ecossistêmicos, melhorando a qualidade ambiental da região que sofre com impactos associados às atividades econômicas desenvolvidas na área da bacia.

Assim como a Bacia do Bacanga, a Bacia do Itaqui também enfrenta vários desafios, incluindo a poluição da água, a degradação do habitat e a urbanização descontrolada. Esses problemas têm impactos negativos na qualidade da água, na biodiversidade e na qualidade de vida das comunidades locais. A Bacia do Bacanga e a Bacia do Itaqui são duas regiões de grande importância para o Maranhão. Ambas desempenham um papel fundamental tanto na economia quanto no meio ambiente da região, porém enfrentam desafios significativos que requerem atenção para assegurar seu desenvolvimento sustentável.

A Bacia do Itaqui, uma das principais bacias hidrográficas de São Luís, possui e executa importantes projetos urbanos e industriais. Hoje, essa bacia é marcada por conflitos de interesses variados, decorrentes da procura por áreas habitáveis e da exploração de recursos naturais. De um lado, temos as comunidades e a população em geral, e do outro, grandes empresas associadas às atividades portuárias e industriais.

As bacias portuárias de São Luís são um recurso valioso para o município de São Luís e para o Brasil. No entanto, garantir sua conservação e sustentabilidade é um desafio contínuo. É necessário um compromisso com a manutenção da infraestrutura, a minimização dos impactos ambientais e a adaptação às mudanças nas condições de mercado e do clima. Com um planejamento ambiental eficaz, as bacias portuárias de São Luís continuarão a desempenhar um papel vital na economia brasileira por muitos anos, tornando mais sustentáveis as atividades portuárias.

A importância de realizar estudos mais detalhados sobre a Bacia do Itaqui e Bacanga é evidente, visando fornecer informações mais precisas para embasar o planejamento e as decisões a serem tomadas sobre a gestão dessas áreas. A conservação dessas bacias desempenha

sustentabilidade no aspecto econômico, mas também para garantir a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos oferecidos por elas.

3 CAPÍTULO I

Análise das alterações das Áreas de Preservação Permanente com o foco nas nascentes das bacias hidrográficas do Itaqui e Bacanga, em São Luís - MA

RESUMO

Este estudo se propõe a analisar as mudanças ocorridas nas Áreas de Preservação Permanente (APPs), especificamente nas nascentes, da bacia hidrográfica do Itaqui e Bacanga, localizada em São Luís, Maranhão. A análise será realizada por meio da organização de um banco de dados cartográficos e técnicas de geoprocessamento. O objetivo é entender a dinâmica de alterações nessas áreas ao longo do tempo, identificando possíveis impactos ambientais e avaliando a eficácia das políticas de preservação. O banco de dados cartográficos será construído a partir de uma variedade de fontes, incluindo imagens de satélite, aerofotometria e dados de campo. As técnicas de geoprocessamento serão utilizadas para analisar esses dados, permitindo a visualização das mudanças espaciais e temporais nas APPs. Os resultados deste estudo contribuem significativamente para o conhecimento científico na área de gestão e conservação de recursos hídricos, fornecendo dados robustos e confiáveis para a tomada de decisões informadas sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica do Itaqui e Bacanga.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Impactos ambientais. Políticas de preservação. Análise espacial

ABSTRACT

This study aims to analyze the changes that have occurred in the Permanent Preservation Areas (PPAs), specifically in the springs, of the Itaqui and Bacanga watershed, located in São Luís, Maranhão, Brazil. The analysis will be conducted through the organization of a cartographic database and geoprocessing techniques. The objective is to understand the dynamics of changes in these areas over time, identifying potential environmental impacts and evaluating the effectiveness of preservation policies. The cartographic database will be built from a variety of sources, including satellite images, aerial photogrammetry, and field data. Geoprocessing techniques will be used to analyze these data, allowing for the visualization of spatial and temporal changes in the PPAs. The results of this study could significantly contribute to scientific knowledge in the area of water resource management and conservation, providing robust and reliable data for informed decision-making about the sustainability of the Itaqui and Bacanga watershed.

Keywords: Geoprocessing. Environmental impacts. Preservation policies. Spatial analysis.

4 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Itaqui e Bacanga, tem uma rica história de ocupação humana e mudança ambiental. Ao longo dos anos, esta área testemunhou uma variedade de atividades, desde meios de subsistência tradicionais até desenvolvimentos industriais modernos. O contexto histórico da ocupação da área está profundamente entrelaçado com as transformações ambientais que de acordo com Pereira (2006), a constituição do Consórcio Alumar foi um dos fatores determinantes para a expansão desorganizada observada na parte ocidental da ilha.

A implementação das indústrias catalisou a migração de indivíduos para a região, o que, por consequência, resultou no surgimento de amplas ocupações próximas ao centro urbano. Essa situação impactou diretamente as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que englobam nascentes, manguezais, apicuns, vegetação nativa e unidades de conservação.

A avaliação da qualidade ambiental em bacias hidrográficas tem uma grande importância, pois está intrinsecamente relacionada à qualidade de vida da população humana e é essencial para o desenvolvimento sustentável. Entre as bacias hidrográficas situadas em áreas urbanizadas na cidade de São Luís, a bacia do Bacanga e Itaqui se destacam, que tem experimentado uma ocupação urbana desde a chegada dos franceses à cidade em 1612. Sua importância é acentuada pela sua localização estratégica e pelo seu papel como área de atividades econômicas e outros recursos para a população.

Ao longo dos anos, a ocupação irregular tem levado à formação de bairros sem infraestrutura adequada e pessoas vivendo em condições insalubres na bacia do Bacanga e Itaqui (RHAMA, 2008). Embora a bacia do Bacanga tenha sido objeto de inúmeros estudos de ecossistemas, além de possuir um grande Plano Diretor de uso, a bacia do Itaqui, por outro lado, tem recebido pouca atenção nesse aspecto. Isso ressalta a relevância de uma avaliação abrangente da qualidade ambiental dessas áreas, a fim de entender melhor os desafios e oportunidades para a melhoria das condições de vida e a sustentabilidade ambiental.

A partir dessa perspectiva, entender a interação entre as atividades humanas e o ambiente natural deve ser prioridade no âmbito da promulgação de políticas públicas. A ocupação humana e o desenvolvimento industrial têm o potencial de alterar significativamente os ecossistemas locais, afetando a qualidade da água, a biodiversidade e a estabilidade do solo. Portanto, é essencial monitorar e avaliar continuamente a saúde e a integridade desses ecossistemas para garantir que as atividades humanas sejam sustentáveis e que os recursos naturais sejam conservados.

A água é um recurso vital para a vida humana e para a saúde dos ecossistemas, e a sua

gestão adequada é fundamental para garantir a sustentabilidade a longo prazo. Além disso, a gestão eficaz dos recursos hídricos é de suma importância, especialmente em áreas urbanizadas como a bacia do Bacanga e Itaqui. Isso inclui a proteção das fontes de água, a minimização da poluição da água e a promoção do uso eficiente da água.

O Distrito de Atividades Industriais e Portuárias de São Luís (DISAL), com seus diversos empreendimentos, tem sido um ator significativo no desenvolvimento da região embora o DISAL tenha indubitavelmente contribuído para o crescimento econômico da área, suas atividades também levantaram preocupações espaciais e ambientais. Desde as primeiras interações com as comunidades locais, a região tem sido palco de uma série de confrontos históricos, (Maranhão, 2013). O distrito está situado em uma região caracterizada por uma rede hidrográfica difusa e nascentes, tornando-a uma área crítica para a gestão e conservação dos recursos hídricos. A maneira como este espaço tem sido utilizado levou à degradação repetida desses ecossistemas (Castro et al., 2017).

Apesar dos desafios, os recursos naturais e características ambientais únicas da área oferecem oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Este estudo tem como objetivo principal analisar as mudanças nas APPs da bacia hidrográfica do Itaqui e Bacanga ao longo do tempo, utilizando um banco de dados cartográficos, técnicas de geoprocessamento e validação em campo, visando o entendimento da dinâmica dessas mudanças, identificando possíveis impactos ambientais e buscando a avaliação da eficácia das políticas de preservação ambiental.

Os resultados obtidos a partir da análise fornecem uma compreensão aprofundada das alterações na dinâmica dessas bacias e dos sistemas hidrológicos. Também revelam os impactos no modo de vida dos bairros vizinhos e comunidades tradicionais. Os resultados enfatizam a necessidade de uma abordagem equilibrada para o desenvolvimento econômico que respeite e preserve os ecossistemas únicos da área.

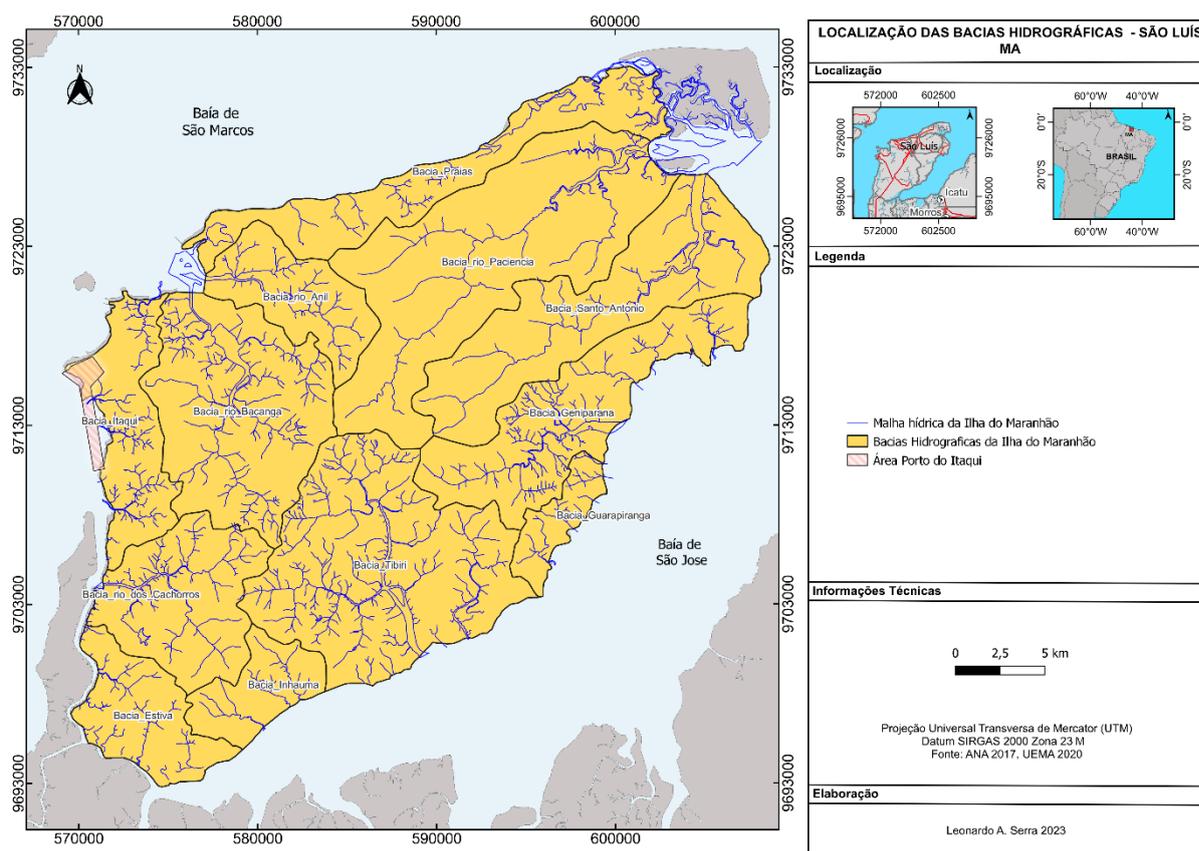
O desafio reside em encontrar um equilíbrio harmonioso entre as atividades portuárias e as pressões ambientais que exercem. Isso envolve a implementação de políticas de preservação eficazes, a promoção de práticas sustentáveis e o fomento de uma cultura de responsabilidade ambiental. As informações obtidas a partir deste estudo contribuem para o alcance desse equilíbrio, fornecendo dados confiáveis para o planejamento das tomadas de decisões informadas sobre a sustentabilidade da bacia hidrográfica do Itaqui e Bacanga.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

A Ilha do Maranhão está situada ao norte do estado do Maranhão, região nordeste do Brasil. Se encontra pelas coordenadas geográficas $2^{\circ} 24' 10''$ e $2^{\circ} 46' 37''$ de latitude S e $44^{\circ} 22' 39''$ e $44^{\circ} 22' 39''$ de longitude O, com área total de aproximadamente $831,7 \text{ Km}^2$. Contendo em seu território os municípios: São Luís (capital), São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. A hidrografia da região é formada por 12 bacias hidrográficas, sendo elas: Anil, Bacanga, Tibiri, Paciência, Inhaúma, Praias, Santo Antonio, Estiva, Geniparana, Cachorros, Guarapiranga, Itaqui (Figura 02).

Figura 2 - Localização das bacias hidrográficas de São Luís



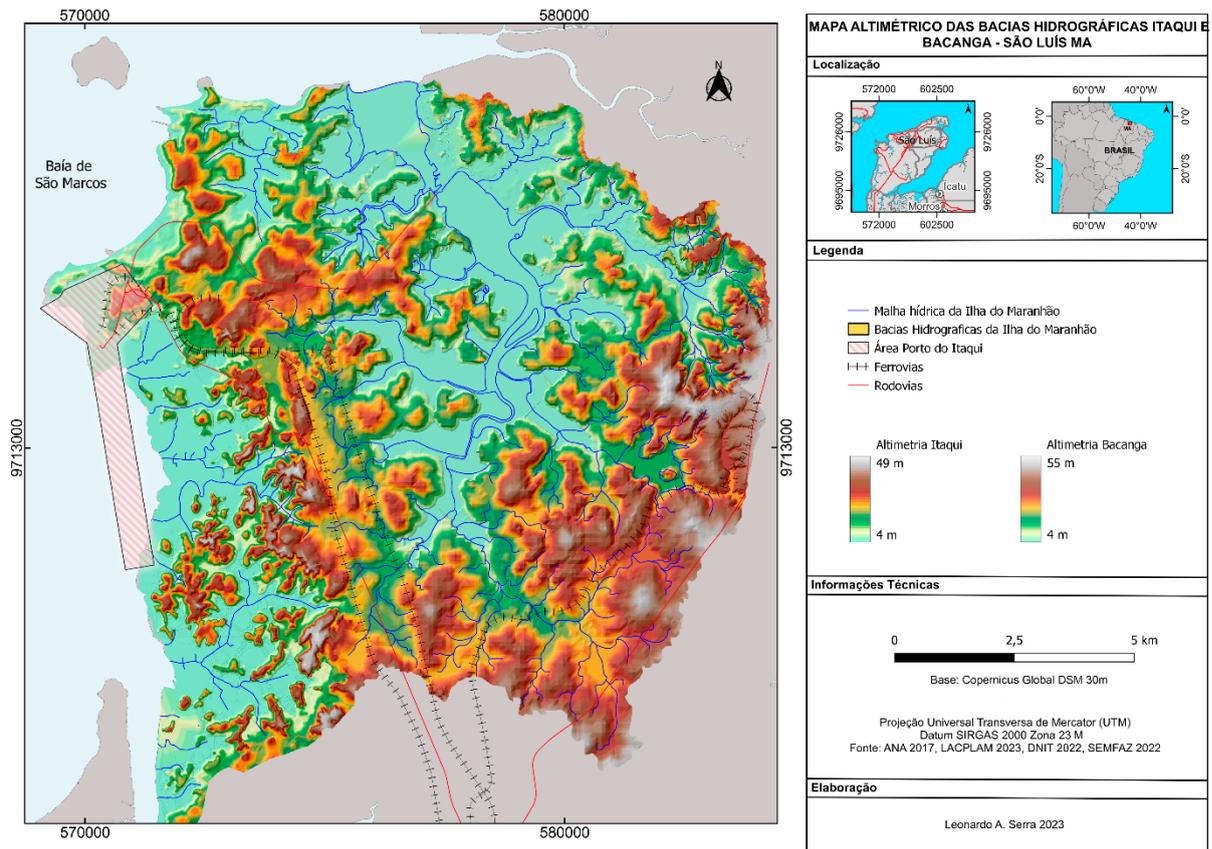
Fonte: Adaptado de Teles e Lago (2009).

A área específica do estudo consiste nas bacias hidrográficas Bacanga e Itaqui, localizada na região noroeste da Ilha de São Luís, Maranhão (Figura 03). A bacia do Bacanga está geograficamente posicionada entre as coordenadas de $2^{\circ} 32' 26''$ e $2^{\circ} 38' 07''$ S e $44^{\circ} 16' 00''$ e $44^{\circ} 19' 16''$ W, cobrindo uma área aproximada de 102 km^2 que corresponde a 12,33% do

território no município de São Luís, com perímetro de 44,2 km e curso d'água principal com 16km de extensão (SERRA, 2022). A Bacia do Itaqui abrange uma área de 48,60 km², circundada por um perímetro de 49,18 km. O canal principal da bacia, conhecido como Igarapé Anjo da Guarda, estende-se por um comprimento de 6,09 km.

O Porto do Itaqui está localizado na cidade de São Luís, Maranhão, na baía de São Marcos na região do Itaqui, a 11 km do centro da cidade, ocupando em toda a extensão de sua poligonal uma área aproximada de 5,1 milhões de metros quadrados, dos quais cerca de 40% está sobre terra firme e 60% sobre a água. O Porto do Itaqui localiza-se entre os paralelos 02°34'S e 02°36'S e os meridianos 44°21'W e 44°24'W (EIA RIMA PORTO DO ITAQUI, 2001).

Figura 3- Altimetria das Bacias hidrográficas – Bacanga e Itaqui



Fonte: SERRA, 2023

As bacias são delimitadas ao norte pela Baía de São Marcos e pela bacia do Anil. Ao Sul, ela é limitada pelo tirirical Tirirical. As bacias do Anil, Paciência e Cachorros formam sua fronteira a leste (INCID, 2010).

A escolha dessas áreas foi baseada em dois fatores principais: a falta de informações

cartográficas de imagens antigas da Bacia do Itaqui e as relações que possam existir entre o Complexo Portuário do Itaqui e as BH existentes em suas áreas de influência, com vistas a identificar as dinâmicas relacionadas ao mapeamento e caracterização dos recursos hídricos, o uso e a ocupação do solo e a identificação de múltiplas variáveis que se relaciona com a qualidade ambiental e um meio ambiente equilibrado.

5.2 **Materiais utilizados**

5.2.1 Equipamentos e ferramentas computacionais (softwares)

Para as análises utilizando ferramentas de geoprocessamento, foram empregados diversos programas essenciais, tais como o QGIS na versão estável 3.28.5 LTR, o ARCMAP 10.5, a câmera Cannon, o drone DJI Mavic 2 Air com capacidade de 12 megapixels e resolução 4K, e o GPS Garmin. A combinação dessas tecnologias permitiu a coleta, análise, validação e visualização de dados geoespaciais com precisão e eficiência, contribuindo para o desenvolvimento e conclusão das atividades na área de estudo.

5.2.2 Dados cartográficos

A análise cartográfica foi feita utilizando dados cartográficos essenciais para a pesquisa, incluindo informações da coleção 7 do MAPBIOMAS. Além disso, foram empregados arquivos SHP dos limites dos estados e da ilha do Maranhão fornecidos pelo IBGE em 2020, juntamente com dados SHP das bacias hidrográficas da ilha do Maranhão disponibilizados pelo LACPLAM em 2022. Esses dados cartográficos foram fundamentais para as análises geoespaciais realizada no estudo, contribuindo significativamente para a compreensão e representação adequada do território estudado.

5.2.3 Dados de sensoriamento remoto e de fotogrametria

Foram empregados dados de sensoriamento remoto e fotogrametria, destacando-se a utilização da aerofotogrametria da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) em escala 1:10.000, datada de 1960. Além disso, foi incorporada uma imagem do satélite CBERS A4, com as bandas 4, 3, 2 e 1, apresentando uma resolução de 2m visando melhorias nas análises das imagens mais atuais. Adicionalmente, foram incluídas imagens provenientes do drone DJI Mavic Air 2, enriquecendo a análise com diferentes fontes de dados geoespaciais.

5.3 **Procedimentos metodológicos**

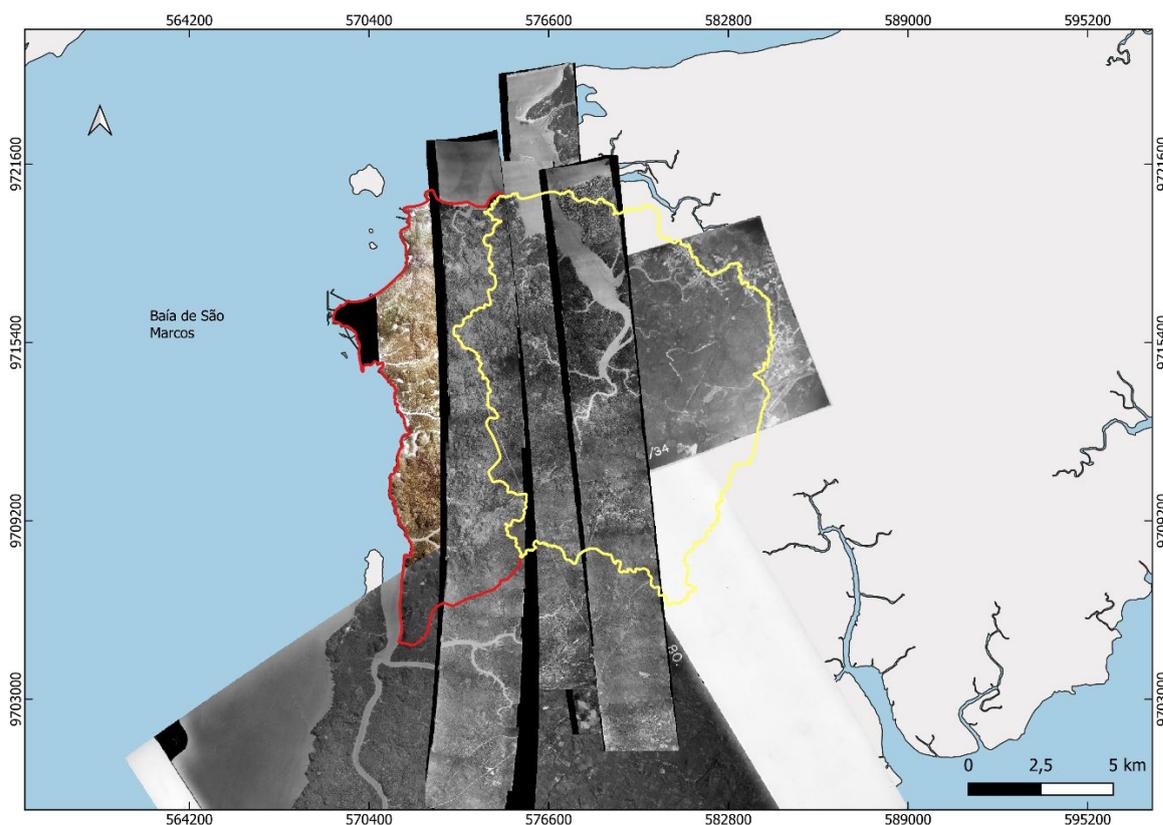
5.3.1 Organização dos dados cartográficos pretéritos

Foi realizado um levantamento em relação à disponibilidade das imagens do DHN de

1960, ferramenta fundamental para a obtenção de informações históricas. Essas imagens são imprescindíveis para entender as dinâmicas pretéritas do crescimento urbano e impactos nas bacias de Itaqui e Bacanga. O acesso a esses registros históricos permite um melhor entendimento de como essas bacias se desenvolveram e se transformaram ao longo das últimas décadas.

As imagens do DHN de 1960, embora valiosas, inicialmente não vieram georreferenciadas, o que exigiu um processo de tratamento adicional. Assim, foi necessário executar o procedimento de georreferenciamento para cada uma delas, garantindo que todas as informações estivessem devidamente localizadas em relação às coordenadas geográficas. Além disso, ocorreu o processo de mosaico das imagens, que consiste em unir várias imagens para criar um panorama mais abrangente da área de estudo. Esses passos maximizam o valor desses importantes registros históricos para a região (Figura 4).

Figura 4 - Processo de Mosaico das imagens DHN-1960

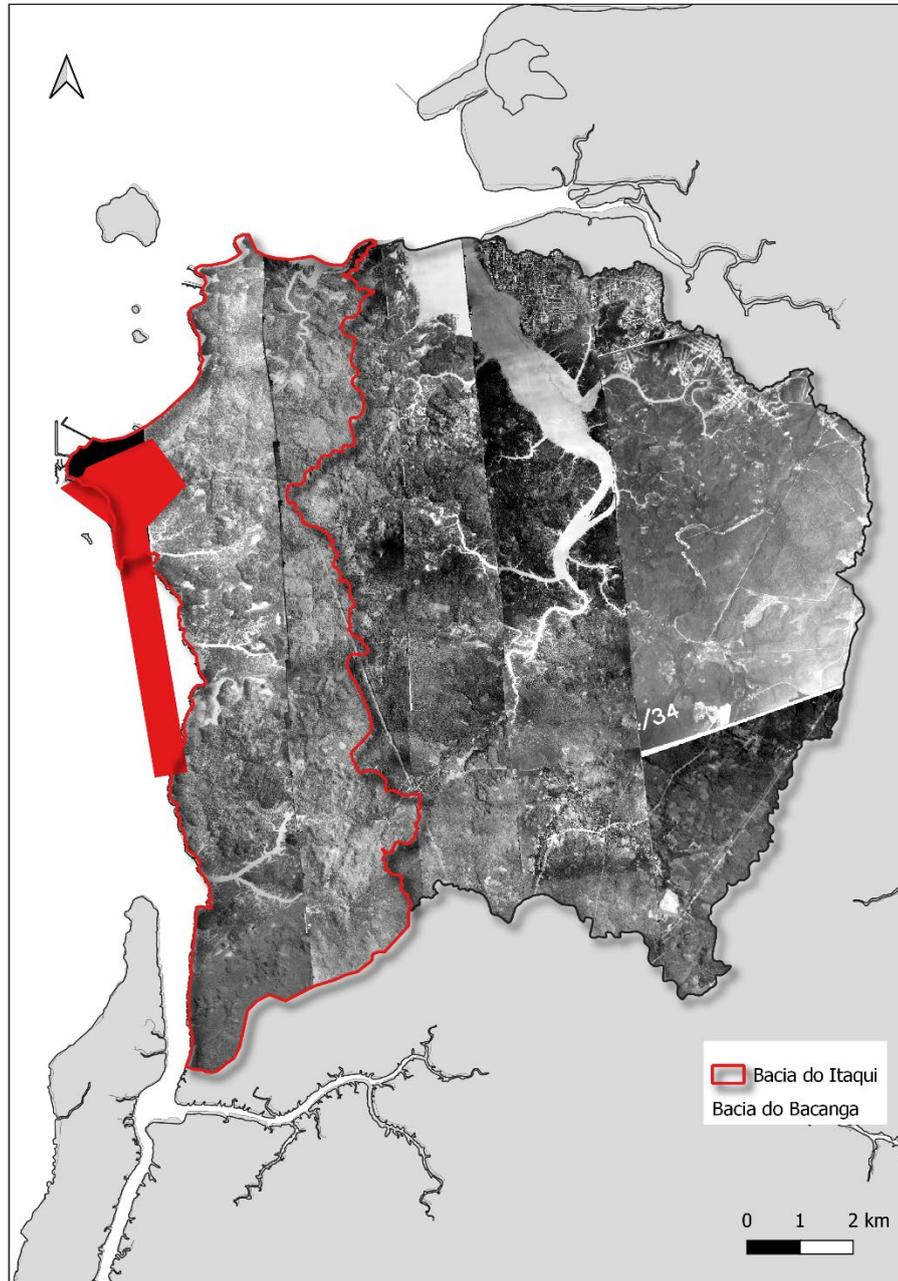


Fonte: SERRA, 2023.

Por não ser necessário utilizar a totalidade da imagem, realizou-se um corte focado na área de interesse, de modo a abranger todo o espaço das duas bacias, visando ampliar a acurácia do registro da imagem. Para esse processo, foi conduzido utilizando a ferramenta '*Clip*' do

QGIS, onde as coordenadas limítrofes da área de estudo foram definidas para executar o recorte preciso da cena. (Figura 5)

Figura 5- Processo de corte do Mosaico.



Fonte: SERRA, 2023

5.3.2 Mapeamento de uso e ocupação do solo

Informações relativas às alterações na utilização e cobertura do solo dos sistemas hidrográficos e apps das bacias hídricas estudados foram obtidas dos resultados do Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo (MAPBIOMAS) da Coleção 7. Foram

identificadas 7 classes, incluindo Vegetação, Mangue, Agricultura e Pastagem, Praia, Área Urbanizada, Mineração.

Quadro 2 - Categorias de utilização e ocupação do solo.

Classe de uso e ocupação do solo	Características
Vegetação	Separada em quatro subclasses: capoeira alta, média, baixa e mangue. As classificações de capoeira foram estabelecidas a partir da avaliação visual das imagens.
Área Urbana	Regiões com elevada densidade de habitantes, intensamente urbanizadas, apresentam solos amplamente impermeabilizados e locais com determinado grau de organização e infraestrutura, como conjuntos residenciais ou bairros.
Mineração	Refere-se a áreas designadas para atividades de mineração. Estas regiões estão geralmente associadas à extração de minerais materiais geológicos da terra.
Agricultura e Pastagem	Compreende regiões destinadas a atividades de agricultura, incluindo plantações de variados produtos como frutas, legumes e hortaliças.
Praia	Refere-se a áreas costeiras que, além de possuírem uma composição natural de areia, cascalho ou seixos ao longo da margem do mar ou oceano
Mangue	Áreas de mangue são aquelas encontradas nas regiões mais baixas do terreno, inferior a cota 5m, que sofrem forte influência marinha.

Fonte: SERRA, 2023.

5.3.3 Mapeamento do Sistema de Drenagem

Os limites das bacias foram estabelecidos pelos divisores topográficos que formam a área que drena para um ponto específico. Os cursos de água foram ser vetorizados com a feição do tipo linha, essas feições no QGIS foram produzidas a partir das ferramentas, “Editor e Snapping” na barra de comando do Editor. Comando *Snapping*, permite a perfeita conexão de pontos e vértices da feição vetorizada.

Toda a vetorização dos vértices da rede de drenagem das bacias foi realizada através da vetorização em formato “shp”, com uso das imagens da DHN 1960 e CBERS 4A 2020, para obtenção de análises em primeiro plano os corpos hídricos presentes nas imagens. As imagens de radar do Copernicus e os respectivos Modelos Digitais de Elevação – MDE com resolução de 30 m, possibilitou a vetorização dos canais de 1º ordem, haja vista que, possibilita uma melhor visualização da representação do terreno de modo a visualizar os sentidos de escoamento do trecho de drenagem, cuja lâmina d’água não se encontra mais visível na imagem de satélite.

5.3.4 Integridade e mapeamento das Áreas de Preservação Permanente

Para análise de integridade das nascentes foi realizado um levantamento aerofotográfico das principais nascentes das bacias hidrográficas que possui influência direta com o porto. Será utilizado o drone modelo Phantom 4 (Drone, Modelo, DJI Phantom 4, COR:Branco. Câmera: Sensor: 1 / 2.3"; Pixels efetivos: 12M. Lente: FOV 94 ° 20 mm (35 milímetros formato equivalente), e o DJI Air Mavic 2, resultando imagens de alta resolução das nascentes. A metodologia para mapeamento das áreas de APPs, serão estabelecidas de acordo com Código Florestal (Lei 12.651. /2012).

5.4 Resultados e Discussão

5.4.1 Mapeamento de uso e ocupação do solo das Bacias do Bacanga e Itaqui

Levando em consideração estes argumentos, este estudo mapeou e analisou a evolução do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas do Bacanga e Itaqui, São Luís - MA, utilizando dados cartográficos de 1960, 1990 e 2020. O mapeamento foi essencial para a verificar a medição de várias alterações nas bacias. As evoluções, distribuições espaciais e respectivas variações das categorias de uso e ocupação do solo das bacias do Bacanga e Itaqui são apresentadas nas imagens 6 e 7, respectivamente.

O mapeamento do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas representa um instrumento de planejamento e gestão ambiental. Esta ferramenta facilita a interpretação da dinâmica espacial e temporal de padrões de crescimento e auxilia na delimitação de zonas de importância crítica para a preservação e conservação ecológica.

A interferência humana em APPs pode resultar em alterações significativas no meio ambiente, conforme discutido por Santos et al. (2014). As atividades humanas, como urbanização e agricultura desordenadas, podem levar à impermeabilização do solo em áreas que antes eram ocupadas por vegetação natural com alta capacidade de infiltração de água.

No ano de 1960, os resultados do mapeamento da bacia do Itaqui e Bacanga, foi possível constatar o predomínio de Vegetação que é a combinação das classes Formação Florestal, Savânica e Campestre, na Bacia do Itaqui essa classe apresentava um total de 36,6 km² e a bacia do Bacanga cerca de 76,5 km² de vegetação mapeada, o que corresponde que a vegetação densa que mais predominava nas duas bacias e com o decorrer dos anos houve alterações drásticas (Figura 6).

Na Bacia do Itaqui, pode-se afirmar que a categoria de manguezais, que abrangia uma área de 16,4 km² em 1960, diminuiu para 11,43 km² em 1990 e manteve-se praticamente estável

em 2020, com 11,44 km². Este resultado é particularmente relevante, considerando a capacidade de regeneração rápida inerente a esse ecossistema além do pouco avanço a essa bacia.

Observou-se uma redução drástica na extensão dos manguezais na Bacia do Bacanga, onde o crescimento urbano foi mais intenso devido à proximidade do centro da cidade. A área de manguezais, que era de 12,02 km² em 1960, diminuiu para apenas 3,03 km² em 1990 e manteve-se praticamente estável em 2020, com 3,05 km². Este resultado é notável, pois ilustra o impacto significativo do desenvolvimento urbano na redução dos ecossistemas de manguezais, apesar de sua conhecida capacidade de regeneração rápida.

A Bacia do Itaqui experimentou um crescimento urbano significativo ao longo do tempo, impulsionado pela chegada de vários empreendimentos e pelo desenvolvimento do porto na região. Além disso, houve um aumento notável na atividade de mineração e extração de areia, impulsionado pela demanda gerada por esses empreendimentos. Em 1960, não havia áreas urbanas ou de mineração registradas na bacia. No entanto, essa situação mudou drasticamente nas décadas seguintes.

A expansão do porto iniciou um boom de crescimento na região. Em 1990, a área urbana na Bacia do Itaqui havia aumentado para 5,23 km² e a área de mineração para 1,2 km². Esse crescimento continuou até 2020, quando a área urbana atingiu 7,68 km² e a área de mineração expandiu para 3,2 km². Paralelamente, a área dedicada à mineração e extração de areia também expandiu significativamente. Este aumento substancial na urbanização e nas atividades de mineração ilustra o impacto direto do desenvolvimento de empreendimentos e do porto na transformação da paisagem da Bacia do Itaqui. (Figura 6)

No entanto, esse crescimento não ocorreu sem conflitos. A expansão da área urbana e das atividades de mineração levou a conflitos significativos com as comunidades tradicionais da região. Essas comunidades, que dependem do ecossistema local para sua subsistência, foram diretamente afetadas pelas mudanças na paisagem e pelos impactos ambientais associados.

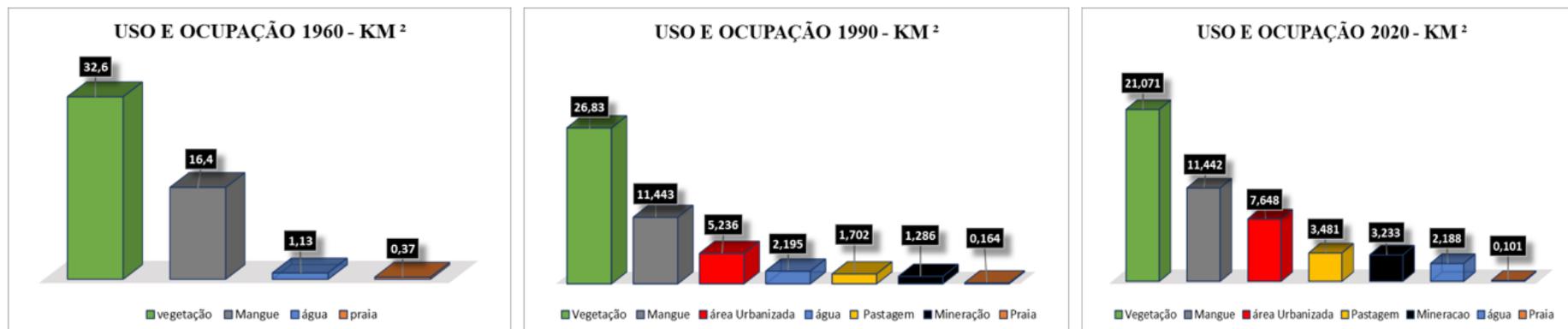
Grande parte desses conflitos surgiram, e ainda persistem, devido à implantação do distrito industrial em áreas anteriormente designadas como rurais. Essas áreas eram historicamente habitadas por várias comunidades tradicionais. No entanto, a instalação do distrito não vem impactando somente as áreas de APPs, mas também as comunidades da área de influência. Isso destaca a necessidade de um desenvolvimento mais sustentável, que equilibre o crescimento econômico com a preservação das comunidades tradicionais e seus modos de vida.

As bacias do Bacanga e do Itaqui, especialmente a última, têm experimentado um aumento

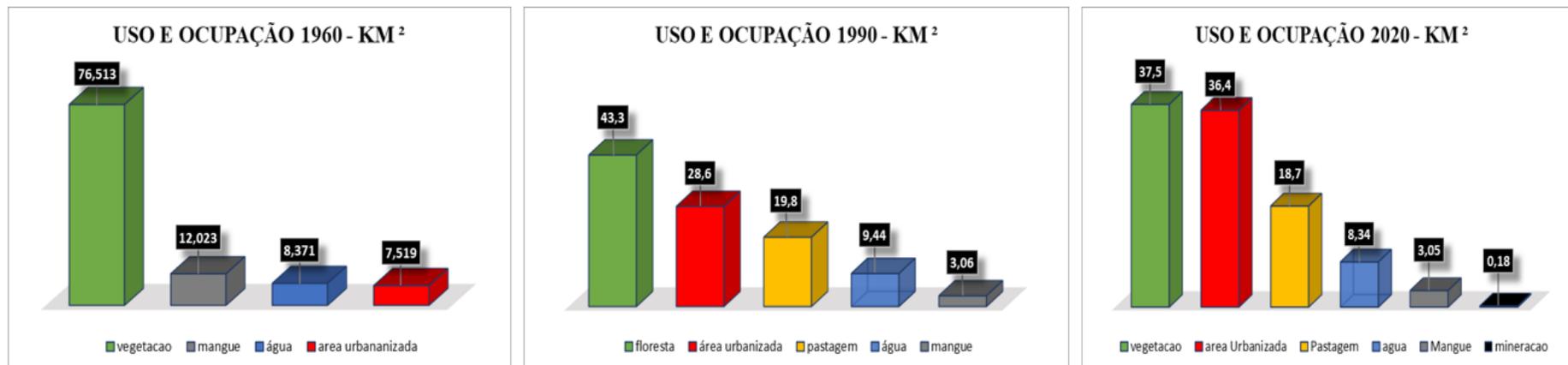
notável na atividade de mineração. Este desenvolvimento, embora possa trazer benefícios econômicos, também apresenta uma série de desafios ambientais.

Figura 6 - Quantitativo em km² das classes de uso e cobertura do solo.

Bacia Hidrográfica do Itaqui



Bacia Hidrográfica do Bacanga



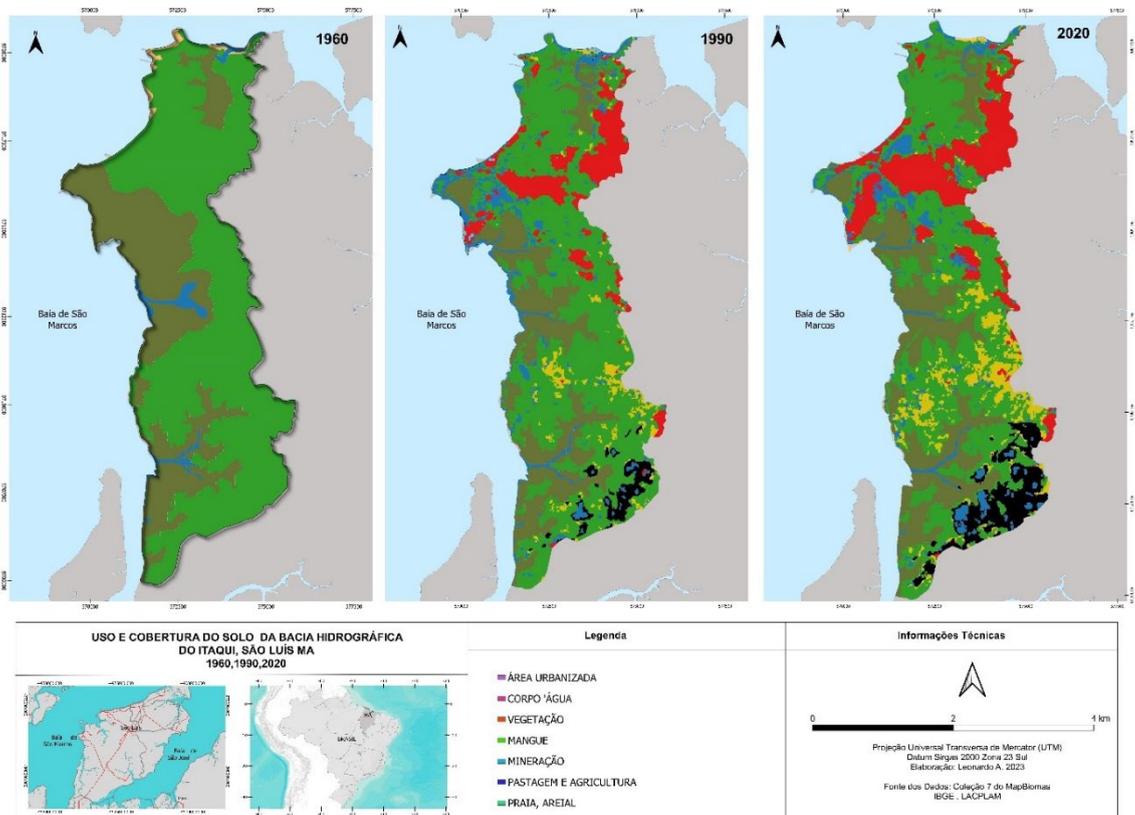
Fonte: SERRA, 2023

A mineração, por sua natureza, é uma atividade que pode ter impactos significativos nos ecossistemas locais. Em particular, pode afetar adversamente as nascentes e os corpos hídricos na região. A extração de minerais geralmente envolve a remoção de grandes quantidades de solo e rocha, o que pode alterar o fluxo de água na área e potencialmente levar à contaminação de corpos hídricos próximos. Além disso, a mineração pode resultar em erosão do solo, o que pode aumentar o escoamento de água e reduzir a infiltração, afetando ainda mais as nascentes e os corpos hídricos.

Esses impactos potenciais da mineração destacam a necessidade de uma gestão cuidadosa e de práticas de mineração sustentáveis. É crucial que as operações de mineração sejam planejadas e implementadas de maneira a minimizar os impactos ambientais e proteger as nascentes e os corpos hídricos. É importante que haja monitoramento e pesquisa contínuos para entender melhor os impactos da mineração e informar as estratégias de gestão.

Para uma visualização mais clara desses impactos, que colabora com os resultados do crescimento de mineração a Figura 7, mostra como avança a área de extração de areia e outros minerais dentro da bacia do Itaqui.

Figura 7 - Mapa de uso do solo na bacia do Itaqui.



Fonte: SERRA, 2023

Para uma visualização mais clara desses impactos, que colabora com os resultados do crescimento de mineração a Figura 8, mostra como avança a área de extração de areia e outros minerais dentro da bacia do Itaqui.

Figura 8 - Mapa de uso do solo na bacia do Itaqui.

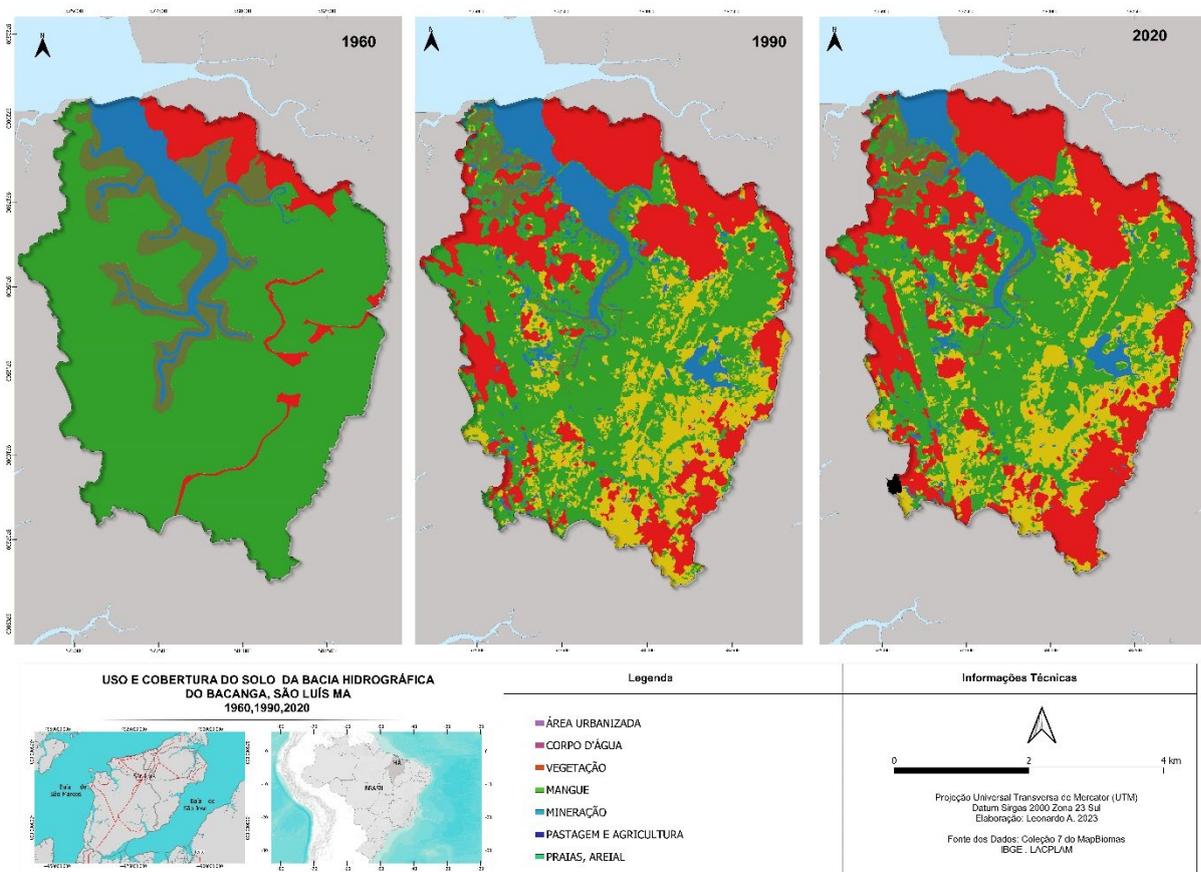


Fonte: LACPLAM, 2021

A Bacia do Bacanga mostrou uma transformação importante ao longo do tempo, marcada pela perda acentuada de vegetação e pelo rápido crescimento urbano. Este crescimento foi impulsionado não apenas pela proximidade de empreendimentos perto do porto, mas também pela proximidade do centro de São Luís. Em 1960, a área urbana na Bacia do Bacanga era de 7,5 km², coincidindo com o início do crescimento de São Luís. Em 1990, essa área aumentou para 28,6 km² e continuou a crescer até 2020, quando atingiu 36,4 km². Este crescimento foi substancialmente maior em comparação com o observado na Bacia do Itaqui.

A vegetação remanescente na Bacia do Bacanga é em grande parte devido à presença do Parque Estadual, que é protegido por lei. No entanto, apesar dessa proteção legal, o Parque continua sendo impactado pelo crescimento urbano e pelas atividades humanas. Isso destaca a necessidade de uma gestão mais eficaz e de estratégias de desenvolvimento sustentável que equilibrem o crescimento urbano com a preservação do meio ambiente. É importante garantir que a proteção legal seja acompanhada por ações efetivas para minimizar os impactos humanos e preservar a vegetação restante na bacia (Figura 9).

Figura 9 - Uso e Ocupação do solo da Bacia do Bacanga.



Fonte: SERRA, 2023.

Com base na análise dos dados apresentados, é evidente que as bacias do Bacanga e do Itaqui enfrentam desafios significativos devido ao rápido crescimento urbano e à expansão das atividades industriais e de mineração. A transformação dessas bacias ao longo das últimas décadas ilustra a complexa interação entre o desenvolvimento humano e a preservação ambiental.

Na Bacia do Bacanga, o crescimento urbano foi maior em comparação com a Bacia do Itaqui. Isso pode ser atribuído à sua proximidade com o centro de São Luís, como apresenta a Figura 9 bem como à presença de empreendimentos perto do Porto. Apesar da proteção legal do Parque Estadual, a vegetação na Bacia do Bacanga continua sendo impactada, destacando a necessidade de uma gestão mais eficaz e de estratégias de desenvolvimento sustentável.

Por outro lado, a Bacia do Itaqui experimentou uma redução drástica na extensão dos manguezais, apesar de sua conhecida capacidade de regeneração rápida. A expansão da área urbana e das atividades de mineração levou a conflitos significativos com as comunidades tradicionais da região, que dependem do ecossistema local para sua subsistência (Figura 10,11).

Figura 10 - Vista aérea da urbanização na bacia do Bacanga Figura 11 - Vista aérea do porto na bacia do Itaqui



Fonte: LACPLAM 2022



Fonte: LACPLAM, 2023

Essas realidades sublinham a necessidade de um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. Os futuros esforços de desenvolvimento econômico na região leva em consideração a importância de proteger os ecossistemas locais e de garantir a sobrevivência e manutenção das comunidades tradicionais. Além disso, é necessário um compromisso contínuo com as pesquisas e o monitoramento para entender melhor os impactos do desenvolvimento humano nessas bacias e para informar estratégias eficazes de gestão e conservação.

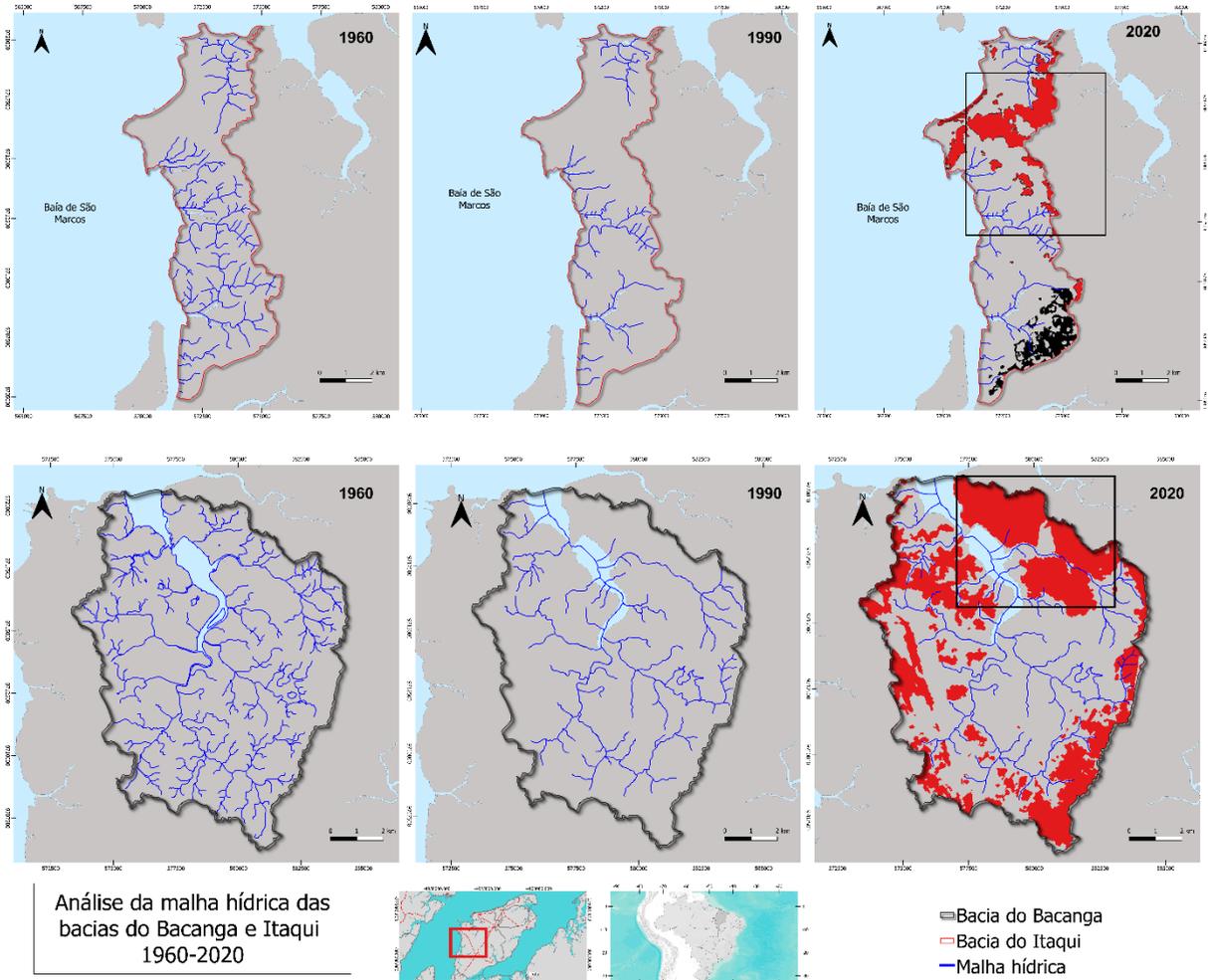
5.4.2 Mapeamento da malha hídrica

O mapeamento da rede hídrica das bacias do Bacanga e Itaqui revelou informações importantes sobre a hierarquia fluvial e a extensão dos rios principais dessas bacias. A Bacia do Itaqui apresentou uma Hierarquia Fluvial de 3ª ordem, com o Igarapé Anjo da Guarda, seu rio principal, medindo 6,09 km. Por outro lado, a Bacia do Bacanga apresentou uma Hierarquia Fluvial de 5ª ordem, com o Rio Bacanga, seu rio principal, estendendo-se por 16 km.

A análise histórica da rede hídrica dessas bacias revelou mudanças significativas ao longo do tempo. Em 1960, a malha hídrica da Bacia do Itaqui estava totalmente conservada, sem a presença de empreendimentos e avanço da área urbanizada. No entanto, a partir dos anos 80, observou-se uma diminuição notável de córregos, rios e nascentes, indicando um impacto significativo das atividades humanas na rede hídrica.

Um padrão semelhante foi observado na Bacia do Bacanga. Em 1960, a bacia possuía uma extensa rede de rios. No entanto, entre 1990 e 2020, a maior parte dos rios de 1ª ordem desapareceu devido à ação antrópica, conforme ilustrado no mapa (Figura 12).

Figura 12 - Análise da malha hídrica das Bacias Itaqui e Bacanga 1960 - 2020



Fonte: SERRA, 2023

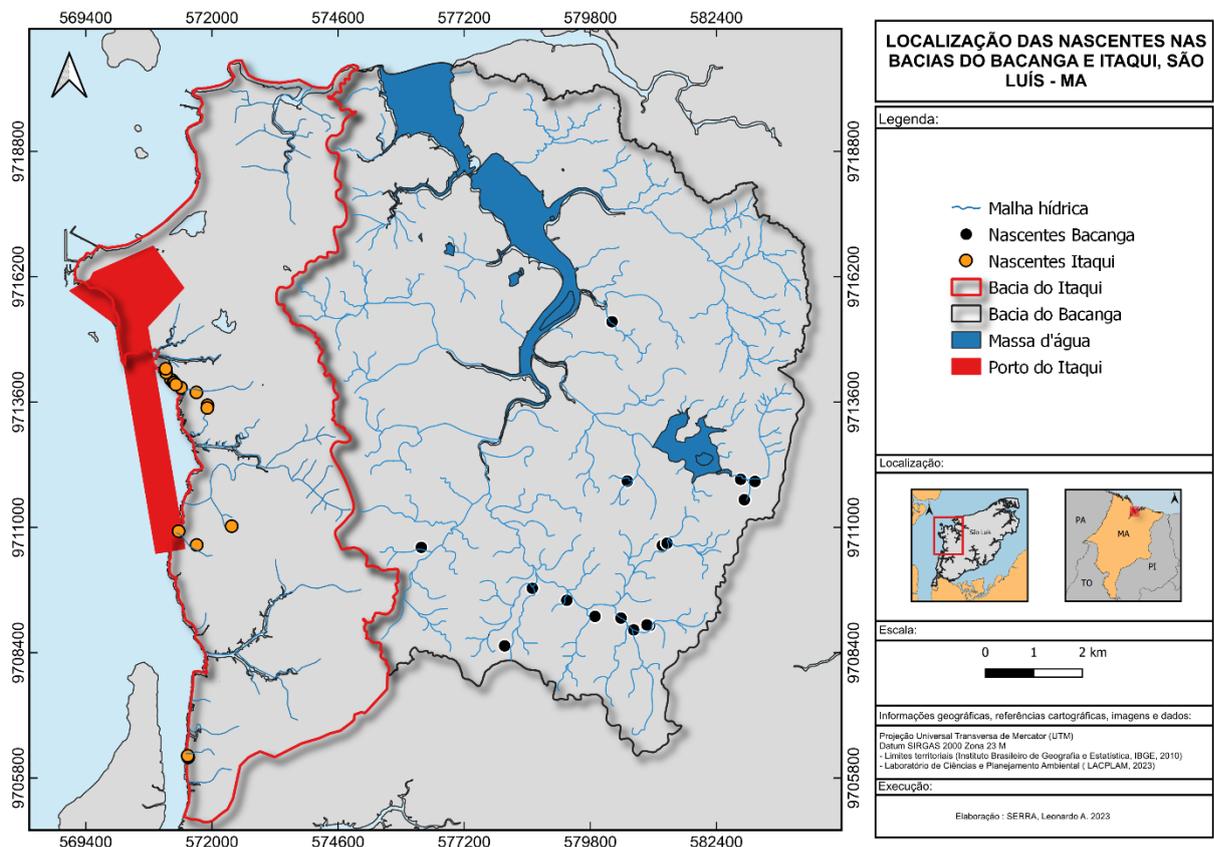
Nota-se que a diminuição da rede hídrica na bacia ocorre onde houve maior avanço da urbanização e empreendimentos na área. A perda de rios e córregos não apenas afeta a biodiversidade local, mas também tem implicações para a qualidade da água e a disponibilidade de recursos hídricos para a população local. O mapeamento da rede hídrica das bacias do Bacanga e Itaqui forneceu dados sobre a estrutura e a evolução dessas redes ao longo do tempo.

Esses resultados destacam a necessidade de políticas de conservação eficazes para proteger a rede hídrica dessas bacias. Assim, as medidas de conservação devem ser tomadas visando a mitigação do impacto das atividades humanas nos recursos hídricos dessas bacias bem como para informar estratégias de gestão de recursos hídricos e conservação ambiental na região.

5.4.3 Integridades das nascentes

A identificação precisa das nascentes e o mapeamento detalhado das redes hidrográficas constituem a base para pesquisas em bacias hidrográficas e são indispensáveis para a proteção dos ecossistemas locais e a diversidade biológica. Especificamente nas bacias hidrográficas de Bacanga e Itaqui, localizadas na região de São Luís, no Maranhão, a existência e o estado das nascentes assumem uma importância vital. Elas não só garantem o suprimento hídrico para os habitantes, mas também são fundamentais para a conservação dos habitats naturais da área (Figura 13).

Figura 13 - Localização das nascentes.



Fonte: SERRA, 2023.

Cabral et al. (2020) ressaltam a relevância de examinar os metais traços presentes nos cursos d'água destas bacias, associando a incidência desses elementos com os parâmetros físico e químicos da água, tais como temperatura, pH, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica. Este estudo sublinha a conexão direta entre a integridade das nascentes e a qualidade dos ecossistemas aquáticos dependentes dessas fontes de água.

A integridade das nascentes é fundamental para a manutenção da qualidade e quantidade

da água em uma bacia hidrográfica. Durante o mapeamento da rede hídrica da Bacia do Itaqui, foi identificada uma nascente pontual que se destacou por sua notável integridade.

Esta nascente, ainda intacta, estava circundada por vegetação nativa, o que é um indicativo de sua boa condição ecológica. A vegetação em torno de uma nascente desempenha um papel crucial na proteção da qualidade da água, filtrando poluentes e prevenindo a erosão do solo. Além disso, a vegetação proporciona um habitat para uma variedade de espécies, contribuindo para a biodiversidade local (Figura 14 e 15).

A nascente pontual na Bacia do Itaqui não apresentava sinais de impacto das atividades humanas. Não havia casas ou outras estruturas construídas nas proximidades, e não havia evidências de poluição ou degradação ambiental. Esta ausência de impacto humano é rara em muitas bacias hidrográficas, principalmente localizada em uma região de grandes atividades e localizada o porto do Itaqui, onde o desenvolvimento urbano e outras atividades humanas frequentemente levam à degradação das nascentes (Figura 14 e 15).

Figura 14 - Nascente – Camboa dos Frades.



Fonte: LACPLAM, 2023

Figura 15 - imagem aérea da vegetação no entorno



Fonte: LACPLAM, 2023

A preservação desta nascente pontual na Bacia do Itaqui é um exemplo positivo de conservação de recursos hídricos. Ela serve como um lembrete da importância de proteger as nascentes e a vegetação circundante para manter a saúde dos ecossistemas aquáticos. No entanto, é importante notar que a integridade desta nascente pode ser ameaçada futuramente pelo avanço das atividades humanas. Portanto, se faz necessário a implementação de medidas de proteção para garantir a preservação desta e de outras nascentes na Bacia do Itaqui.

Também foi encontrado outro tipo de ecossistema na bacia do Itaqui, o de sistema de veredas, como apresenta a Figura 16.

Figura 16 - Sistema de veredas na Bacia do Itaqui



Fonte: Serra, L. 2023.

A Figura 16 desta um complexo sistema de veredas, representativo das nascentes difusas importantes para a preservação dos equilíbrios ecológico e hídrico da área identificada. Tais sistemas, emergem do afloramento do lençol freático, mantendo um estado de umidade constante ou intermitente no solo, o que resulta na formação de vastos campos alagadiços (Brasil et al., 2021).

A imagem mostra a vegetação típica dessas áreas, com as palmeiras buritis (*Mauritia flexuosa*) destacando-se na paisagem. A cobertura vegetal, adaptada às condições de umidade, evidencia a importância desses habitats na renovação dos aquíferos e na conservação da diversidade biológica local. Esse ecossistema desempenha um papel significativo na ecologia da região, atuando como corredores biológicos que facilitam a conectividade entre diferentes ambientes e o intercâmbio genético entre as espécies (Universidade de Brasília, 2019).

A preservação das veredas é fundamental para a purificação natural da água e na prevenção da erosão do solo. Estes ecossistemas são santuários para uma diversidade de espécies, abrigando muitas que são únicas dessa região ou que enfrentam riscos. A ausência de intervenção humana, evidente na imagem, reforça a urgência de políticas ambientais eficazes para a proteção dessas áreas. É essencial implementar tais políticas para garantir a continuidade das funções ecológicas vitais e dos serviços ambientais que as veredas proporcionam

A Bacia do Bacanga destaca-se pela preservação de duas nascentes importantes: a do Sítio do Físico e a do rio da Prata. Ambas se encontram em estado íntegro e sob proteção. A nascente do Rio da Prata, especificamente, está sob a tutela do Instituto Federal do Maranhão

(IFMA), o que contribui significativamente para a sua conservação. Essas medidas de proteção garantem a manutenção da qualidade da água e a sustentabilidade dos ecossistemas locais.

A nascente localizada no Sítio do Físico, que se encontra dentro dos limites do Parque Estadual do Bacanga, é circundada por uma vegetação espessa e plantas de porte menor. Esta nascente está a uma distância de 700 metros do canal principal do rio. A nascente apresenta uma característica pontual, na qual a água emerge e se acumula em um ponto específico. Para fins de "proteção", foi construída uma estrutura quadrada de madeira ao redor da nascente. (Figura 17 e 18).

Figura 17 - Nascente Sítio do Físico



Fonte: LACPLAM, 2022

Figura 18 - imagem aérea da vegetação no entorno



Fonte: LACPLAM, 2022

A nascente do Rio da Prata é outro exemplo notável de conservação, porém só possível por conta da vigilância dentro do Campus do IFMA. A vegetação em torno da nascente desempenha um papel crucial na proteção da qualidade da água, atuando como um filtro natural para possíveis poluentes e prevenindo a erosão do solo. Além disso, a vegetação proporciona um habitat para uma diversidade de espécies, contribuindo para a biodiversidade local. Esta nascente, de característica pontual, está completamente circundada por vegetação preservada, estendendo-se por um raio de 50 metros, conforme estipulado pelo Código Florestal Brasileiro.

A proteção da nascente do Rio da Prata pelo IFMA demonstra o compromisso da instituição com a conservação ambiental e a gestão sustentável dos recursos hídricos. A preservação desta nascente é fundamental para a saúde do ecossistema local e para a disponibilidade de água de qualidade para a comunidade do IFMA e para a população de São Luís pois a mesma contribui diretamente para um importante rio da bacia, o rio da prata. (Figura 19 e 20).

Figura 19 - Nascente rio da Prata



Fonte: LACPLAM, 2022

Figura 20 - imagem aérea da vegetação no entorno



Fonte: LACPLAM, 2022

Por outro lado, nem todas as nascentes na Bacia do Bacanga estão em estado de conservação satisfatório. Apesar de algumas ainda possuírem vegetação em seu entorno, a qualidade da água tem sido comprometida pela poluição resultante do despejo de efluentes domésticos e industriais.

Um exemplo disso pode ser observado no bairro da Vila Sarney, onde foram mapeadas as principais áreas de nascentes que formam o rio Mirinzal. Este rio é atualmente um dos principais contribuintes da margem direita do rio Maracanã. No local, foi verificada a presença de juçaral com o afloramento do lençol freático e formação de curso hídrico de primeira ordem. As nascentes nesse local podem ser classificadas como sistema de veredas, por serem difusas.

No entanto, a interferência humana, evidenciada pelo corte de árvores e pela presença de um campo de futebol, representa uma ameaça significativa para a integridade deste ecossistema. A remoção da vegetação pode levar à erosão do solo, ao escoamento superficial acelerado e à redução da infiltração de água, afetando a recarga do lençol freático. Além disso, a compactação do solo devido ao uso como campo de futebol (Figura 22) pode alterar a dinâmica do fluxo de água e a capacidade do solo de reter água.

Essas atividades humanas têm impactos diretos e indiretos na qualidade da água. A remoção da vegetação e a compactação do solo podem aumentar a quantidade de sedimentos e poluentes que entram no curso de água. Além disso, a redução da infiltração de água pode alterar a quantidade de água que flui para a nascente, potencialmente afetando sua vazão.

Esta discussão ressalta a necessidade de medidas de conservação e gestão eficazes para proteger as nascentes e os sistemas de veredas. É crucial equilibrar as necessidades da comunidade local com a necessidade de proteger e preservar os recursos hídricos e a biodiversidade. A implementação de práticas sustentáveis de uso do solo, a educação ambiental

e a participação da comunidade podem ser estratégias eficazes para alcançar este equilíbrio (Figura 21,22).

Figura 21 - Sistema de veredas – Vila Sarney



Fonte: LACPLAM, 2022

Figura 22 - imagem aérea do sistema de veredas



Fonte: LACPLAM, 2022

Esses dados ressaltam a necessidade de medidas de proteção mais rigorosas para as nascentes na Bacia do Bacanga. Embora a conservação da nascente do Rio da Prata seja um exemplo positivo, é necessário aplicar esforços semelhantes em todas as nascentes na bacia para garantir a sustentabilidade hídrica na região.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo de uso e ocupação do solo de 1960, 1990 e 2020 nas Bacias do Bacanga e Itaqui evidenciam uma tendência de crescimento urbano e industrial que tem impactado a vegetação, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) e as nascentes. Este crescimento, embora represente avanços econômicos, apresenta desafios significativos para a conservação ambiental e a sustentabilidade.

A expansão urbana e industrial resultou na perda de vegetação nativa e na degradação das APPs. As nascentes, vitais para a saúde dos ecossistemas aquáticos e para a qualidade e disponibilidade de água, foram particularmente afetadas. As atividades de campo associadas às observações mostraram que a poluição decorrente do despejo de efluentes domésticos e industriais comprometeu a qualidade da água em muitas nascentes.

Essas tendências ressaltam a necessidade de uma gestão eficaz dos recursos hídricos e do solo nas Bacias do Bacanga e Itaqui. O desenvolvimento econômico deve ser associado com a conservação ambiental. A área de influência portuária, em particular, tem um papel importante a desempenhar neste aspecto.

Os portos são motores de crescimento econômico, mas suas operações podem ter

impactos significativos no meio ambiente. É essencial que os portos adotem práticas sustentáveis, como a gestão eficaz dos resíduos, a minimização da poluição da água e a proteção das áreas verdes e das APPs. Como práticas, o Governo Estadual, em parceria com a EMAP e o setor empresarial deveria estabelecer um fundo especial para a governança ambiental das bacias hidrográficas costeiras estaduais, e estipular que os fundos só poderiam ser utilizados para sustentabilidade e planejamento ambiental dessas áreas.

Além disso, é importante que sejam implementados investimentos em projetos para proteção e restauração das nascentes e as APPs. Isso pode incluir a reabilitação de áreas degradadas, a proteção de nascentes e a promoção do uso sustentável da terra.

Este estudo mostra o mapeamento dos locais prioritários e quais são essas medidas. Além disso, foi fornecido uma base de evidências sobre as mudanças no uso e ocupação do solo nas Bacias do Bacanga e Itaqui e os impactos dessas mudanças nos recursos hídricos e nas APPs. Estas informações são fundamentais para a tomada de decisões informadas sobre a gestão dos recursos hídricos e da terra.

A reflexão sobre esses desafios e possíveis soluções deve ser enquadrada no contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Em particular, a ODS 11, que visa tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, e a ODS 14, que busca conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos, são particularmente relevantes. A implementação de práticas sustentáveis na área de influência portuária e a proteção das nascentes e APPs contribuem diretamente para o alcance dessas metas.

A implementação efetiva de uma governança ambiental sustentável transcende a criação de políticas públicas robustas e abrange a necessidade de mecanismos de fiscalização rigorosos e bem definidos. A essência dessa abordagem reside no fortalecimento das leis ambientais, cujo objetivo é a proteção integral dos ecossistemas aquáticos e terrestres. A eficácia dessas iniciativas depende da capacidade de adaptá-las às necessidades específicas de cada localidade, promovendo assim uma gestão dos recursos naturais que seja verdadeiramente sustentável. Neste contexto, a parceria entre as esferas governamentais e o engajamento do setor privado o caso do Porto do Itaqui, emergem como fundamentais para catalisar as transformações necessárias.

Paralelamente, a interação intersetorial se apresenta como um vetor muito importante na busca por um desenvolvimento sustentável. Empresas e organizações não governamentais são um terreno fértil para a inovação, permitindo o surgimento de tecnologias e práticas que

visam a minimização dos impactos ambientais negativos. Esta dinâmica de cooperação estimula não apenas a eficiência na utilização dos recursos naturais, mas também promove a redução das emissões poluentes e incentiva iniciativas voltadas para a recuperação de áreas anteriormente degradadas. Essa interconexão entre governança ambiental e inovação intersetorial sublinha a importância de um esforço conjunto para enfrentar os desafios ambientais.

6 CAPÍTULO II

Interferência Socioambiental das Áreas de Influência Portuária: Impactos Diretos e Indiretos nas Comunidades Adjacentes ao Terminal do Itaqui

RESUMO

Este capítulo, intitulado como "Interferência Socioambiental das Áreas de Influência Portuária: Impactos Diretos e Indiretos nas Comunidades Adjacentes ao Terminal do Itaqui", explora a complexa relação entre o crescimento do porto Itaqui e as comunidades adjacentes. Utilizando-se de análise bibliográfica e coletas de dados em campo, este trabalho investiga os efeitos do Porto do Itaqui no contexto socioambiental adjacente, notando tanto aspectos positivos quanto negativos. O estudo revela que, embora o porto contribua economicamente para a região, também implica em desafios significativos, incluindo alterações no uso do solo, impactos ambientais adversos e transformações sociais nas comunidades adjacentes. O capítulo visa fornecer uma compreensão holística dessas interações, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de gestão portuária que harmonizem os interesses econômicos com a preservação ambiental e o bem-estar social.

Palavras-chave: Impactos socioambientais. Gestão portuária. Dinâmicas comunitárias. Estratégias sustentáveis.

ABSTRACT

This abstract discusses the socio-environmental impacts of the Itaqui Port's expansion on neighboring communities. Through bibliographic analysis and fieldwork, the study assesses both the positive and negative effects of the port on the local socio-environmental context. Findings indicate that while the port has economic benefits for the region, it also presents significant challenges, such as changes in land use, environmental damage, and social transformations in nearby communities. The chapter aims to provide a comprehensive understanding of these dynamics, contributing to the formulation of sustainable port management strategies that balance economic growth with environmental conservation and social welfare.

Keywords: Socio-environmental impacts. Port management. Community dynamics. Sustainable strategies.

7 INTRODUÇÃO

Durante os anos 60, o crescimento industrial acelerado e a incessante busca por avanços econômicos sem considerar os limites, levantaram debates sobre a influência humana no ambiente natural e a ameaça de uma crise ecológica, bem como sobre os danos desproporcionais sofridos pelas comunidades mais desfavorecidas. Nessas áreas, frequentemente, as estratégias de desenvolvimento local são implementadas sem consideração pelas consequências (Carvalho e Souza, 2014). Especialmente em economias emergentes, o potencial de conflito é evidente quando grandes indústrias se estabelecem perto de áreas urbanas, provocando mudanças na organização do território que resultam em impactos econômicos e sociais negativos advindos dessas operações (Castro, et al, 2017).

Um exemplo específico dessa realidade é o Porto e sua área do Distrito Industrial de São Luís (DISAL), situado na Ilha do Maranhão, numa área conhecida como Golfão Maranhense. Sua localização costeira, junto a uma diversificada biodiversidade, coloca esta área como prioritária para a preservação dos ecossistemas costeiros e marinhos (IMESC, 2011). O DISAL abriga uma variedade de empresas de grande, médio e pequeno porte e, semelhante a outros distritos industriais pelo mundo, enfrenta conflitos com as comunidades locais desde o início de suas operações (Maranhão, 2013).

Esses conflitos, frequentemente relacionados à conversão de terras anteriormente rurais habitadas por comunidades tradicionais em áreas industriais, ocorreram sem oferecer garantias para a continuidade, sobrevivência e preservação das práticas e cultura locais (Sant’Ana Júnior, 2016). Além das questões territoriais, o distrito também apresenta desafios ambientais significativos, dada sua localização em uma região com uma complexa rede de rios e nascentes, áreas de manguezais, vegetação nativa e zonas de preservação. A degradação contínua desses ecossistemas, resultado da exploração do território, é uma grande preocupação (Castro et al., 2017).

Através dos estudos bibliográficos e atividade de campo, foi possível analisar as mudanças na configuração territorial do Porto e seus efeitos sobre as comunidades adjacentes, considerando o desenvolvimento econômico e a consciência ambiental dos moradores. Os impactos cada vez maiores e sem precedentes das perturbações humanas nos sistemas naturais estão a alterar drasticamente a resiliência das bacias hidrográficas costeiras, especialmente nas proximidades de zonas portuárias. Com base no mapeamento e observações, este estudo pretende demonstrar regulamentações para o uso do solo para fomentar práticas que incentivem a conservação ambiental e desenvolvimento de políticas que apoiem o crescimento sustentável

na região.

7.1 Conflitos no Entorno do Porto do Itaqui: Dinâmicas Industriais e Impacto nas Comunidades

A partir da década de 1970, a instalação de diversas indústrias e a expansão de infraestruturas, como o Complexo Portuário de São Luís e a Estrada de Ferro Carajás, ocasionou o realojamento de várias comunidades locais. As mudanças sociais resultantes impulsionaram um aumento nas mobilizações comunitárias nos anos 90, culminando, em 2003, com uma petição pública pela criação de uma Unidade de Conservação. Este esforço transformou a antiga Reserva Extrativista do Taim, na Reserva Extrativista de Tauá Mirim, enquadrada na legislação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), segundo a Lei nº 9.985 de julho de 2000, seguindo diretrizes do Ministério do Meio Ambiente (Sant'Ana Júnior e Alves, 2017).

Na década posterior, 1980, o setor de indústria começou a se estabelecer, iniciando um período caracterizado por intensas disputas ligadas às desapropriações e ao subsequente realojamento das populações locais. Antes mesmo das ações de desapropriação serem formalizadas, a alocação inicial de 14.000 hectares para as empresas ALCOA e CVRD desencadeou uma série de remoções forçadas de comunidades das áreas rurais, evidenciando um processo de mudança significativa na estrutura social e na paisagem rural (Sant'Ana Júnior, 2016).

A região que antes era dominada por atividades agrícolas tem visto um declínio nesse setor, enquanto o Parque Industrial de São Luís experimenta um crescimento acelerado, acolhendo empresas de diversos tamanhos. Essa expansão industrial, priorizada pelo governo em contraponto às práticas culturais e agrícolas tradicionais do sudoeste da ilha de São Luís, provocou uma ruptura significativa na conexão das comunidades locais com suas terras e modos de vida (Brito; Ferreira, 2014).

Sob a promessa de aumentar as oportunidades de emprego e promover o desenvolvimento econômico estadual, a região viu a implementação de uma vasta gama de atividades industriais e de infraestruturas, incluindo a construção de portos, entre elas, o Porto do Itaqui e Alumar. Usinas termelétricas, indústrias de fertilizantes, cimenteiras e fábricas de asfalto. Além disso, houve uma expansão notável nas atividades de mineração, especialmente na extração de laterita e areia para uso na construção civil, despertando preocupações sobre o impacto ambiental e social dessas operações (Sant'Ana Júnior, 2016).

Morais e Monteiro (2019, p. 20) discutem que o deslocamento de comunidades ocorre em situações onde grupos sociais, sem poder de decisão sobre suas circunstâncias, são forçados a abandonar ou mudar-se de suas residências ou terras. Isso se deve à imposição de uma intervenção externa que limita a autonomia dos indivíduos em escolher permanecer em seus lares habituais. As transformações estruturais na região provocaram mudanças definitivas na organização espacial, desencadeando inevitavelmente conflitos entre comunidades rurais e agentes político-econômicos nos níveis local, regional, nacional e internacional (Sant'Ana Júnior, 2016).

Apesar das promessas do desenvolvimento sustentável, a predominância de interesses econômicos externos persiste, com limitada participação comunitária e escassas oportunidades de planejamento inclusivo para aqueles historicamente marginalizados (Burnett et al, 2020). Neste contexto, a iniciativa das comunidades em buscar a criação de uma Unidade de Conservação emerge como uma resposta estratégica, visando não apenas a proteção legal de seus territórios, mas também a conservação de recursos naturais essenciais. Essa ação se enquadra em um movimento maior de resistência contra o avanço de empreendimentos nocivos ao meio ambiente, representando uma luta ampla pelos direitos sociais e pela sustentabilidade ambiental em São Luís.

A Iniciativa legislativa promulgada em 7 de fevereiro de 2007, através do Decreto nº 6.040, a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável para Povos e Comunidades Tradicionais, amplia e reafirma uma série de direitos fundamentais dessas populações. Enfatiza-se a proteção e o reconhecimento de seus territórios, práticas culturais, estruturas econômicas, e modos de vida, alinhando estas ações com o desenvolvimento sustentável. Tal política visa não apenas salvaguardar a integridade e a identidade dessas comunidades, mas também fomentar um desenvolvimento que respeite suas tradições e contribua para a preservação do meio ambiente (Brasil, 2007).

A persistente marginalização de comunidades com raízes históricas profundas por entidades governamentais e conglomerados empresariais constitui um desafio contemporâneo significativo. Nesse contexto, Carvalho e Souza (2014) destacam a necessidade de conceber espaços inovadores de coexistência, nos quais a sinergia entre esferas governamentais, mercantis e a sociedade civil seja catalisadora de desenvolvimento sustentável e fortalecimento comunitário. Segundo eles, por meio de uma colaboração estratégica no âmbito do planejamento público, é possível transformar o território de um mero palco de atividades econômicas para um vetor de mudança social positiva. A realidade observada em São Luís,

especificamente em localidades como Boqueirão, Cajueiro e Câmboa dos Frades, entre outras, revela uma tendência preocupante de erosão cultural e deslocamento forçado, impulsionada por uma escassa valorização das práticas agrícolas e uma política de desterritorialização (Alves, 2014). Essa abordagem contraria frontalmente os preceitos do Código Ambiental do Estado, instituído pela Lei nº 5.405, de 1992, que em seu artigo 33, parágrafo 3, preconiza a proteção e manutenção das comunidades tradicionais, uma postura negligenciada pelo governo estadual no contexto do Distrito Industrial de São Luís (Maranhão, 1992).

Em contraste com os impactos adversos ao meio ambiente ocasionados por empreendimentos de grande porte, práticas sustentáveis como a pesca artesanal, coleta de mariscos, agricultura e extrativismo vegetal, tradicionalmente adotadas pelas populações locais, demonstram não só uma profunda interligação com o meio natural, mas também uma contribuição vital para a preservação ambiental da ilha do Maranhão. Conforme discutido por Ribeiro e Castro (2016), essas atividades sustentam a segurança alimentar e promovem a conservação ecológica em uma região marcada pela significativa presença de manguezais, abrangendo aproximadamente 35 mil hectares. Tal biodiversidade é essencial para a subsistência e identidade cultural das comunidades pesqueiras, representando um aspecto crucial da herança dos povos tradicionais de São Luís.

Territórios ocupados por populações tradicionais estão sendo progressivamente redirecionados para fins de desenvolvimento industrial. Essa transformação destaca a percepção por parte das autoridades locais de que a prevenção de impactos negativos ao meio ambiente e os esforços de recuperação só atingirão sua plena eficácia com a participação ativa das próprias comunidades afetadas. Isso implica um modelo de gestão ambiental em que as comunidades têm voz ativa na identificação de prioridades e na formulação de estratégias de ação para proteção e restauração ambiental (MARANHÃO, 2010).

Em suma, a modernização em São Luís, marcada pela expansão industrial, destaca a importância do equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade. As narrativas de deslocamento e resistência das comunidades locais frente ao avanço desenfreado revelam a complexidade de promover o crescimento econômico sem sacrificar valores ambientais e sociais. A criação de Unidades de Conservação e a implementação de políticas públicas voltadas para o reconhecimento e proteção dos direitos de povos e comunidades tradicionais ressaltam a importância de integrar visões e práticas sustentáveis ao planejamento regional.

7.2 Impactos econômicos do Porto do Itaqui para as Áreas de Influência em São Luís

Para agentes envolvidos nas esferas política e econômica, operando desde o nível local até o internacional, o distrito se apresenta como um epicentro para o avanço econômico. Tal status é atribuído à sua posição geográfica estratégica, reforçada por uma infraestrutura logística integral que inclui sistemas de hidrovias, autoestradas federais, malhas ferroviárias, redes de dutos, instalações portuárias, além da presença de extensos complexos industriais. Essas características posicionam o distrito como um dos pilares industriais mais relevantes na região do Nordeste, conforme documentado pela (Fiema, 2009).

Um elemento distintivo que ressalta a viabilidade econômica do Porto do Itaqui é sua eficácia logística multimodal, caracterizada pela interconexão com redes de rodovias e ferrovias. Esta estrutura facilita amplamente o processo de recebimento e distribuição, especialmente no que tange ao manejo de cargas diversas. Notavelmente, o porto exibe uma capacidade logística avançada no manuseio tanto de grânéis líquidos - incluindo petroquímicos, óleos vegetais, biocombustíveis e derivados do petróleo - quanto de grânéis sólidos, como soja, ferro-gusa, cobre, fertilizantes e carvão, além de outras mercadorias comercializadas internacionalmente (Emap, 2016).

No ano de 2012, o volume total de cargas manipuladas pelo Porto do Itaqui alcançou a marca de 15.753.759 toneladas. Desse total, os grânéis sólidos representaram 7.840.635 toneladas, enquanto os grânéis líquidos somaram 7.587.883 toneladas e a carga geral contabilizou 325.241 toneladas, (Plano Mestre, 2015, p. 19). Observa-se uma predominância de cargas sólidas nas exportações, destacando-se o ferro-gusa e a soja. Por outro lado, as importações foram majoritariamente compostas por carga geral, incluindo derivados do petróleo e fertilizantes, refletindo a diversidade e especialização das operações logísticas do porto.

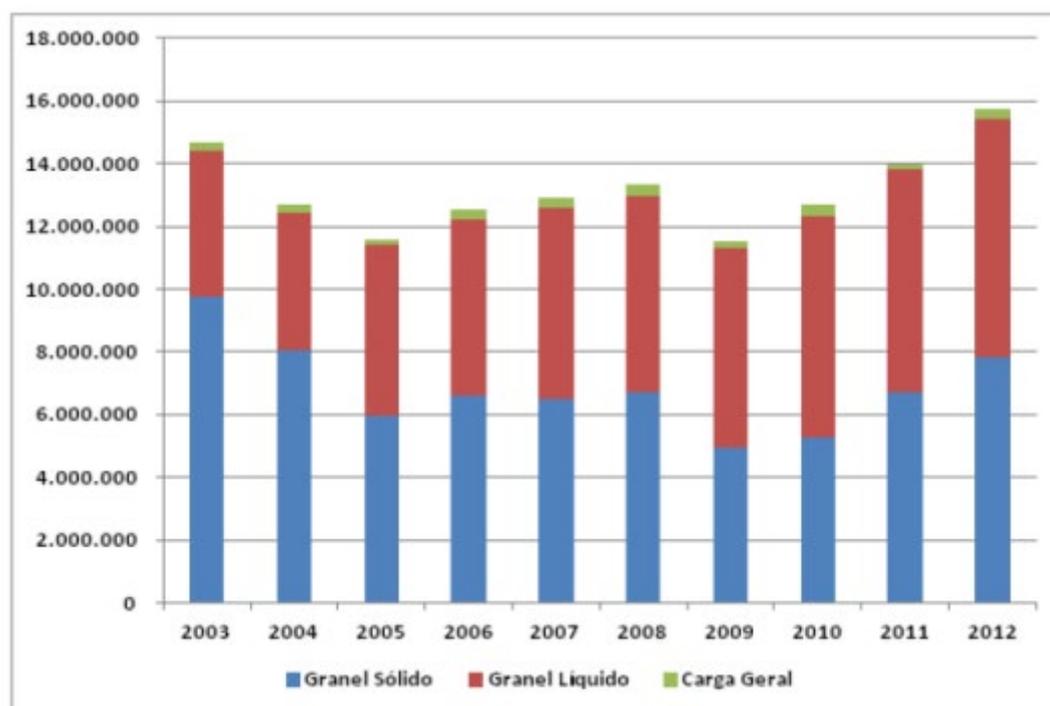
A importância do porto para a economia estadual é incontestável, evidenciada pelo fato de que:

Em 2013, o volume total de operações no Porto do Itaqui foi de 15,3 milhões de toneladas. Em 2014, a movimentação somou 18 milhões de toneladas. Em 2015, o porto operou 21,8 milhões de toneladas em cargas. Em 2016, a operação teve um total de 16,9 milhões de toneladas, uma queda de 22,57% em relação ao ano anterior. Em 2017, impulsionado pelo bom desempenho da safra de soja, o Porto do Itaqui movimentou no primeiro semestre 8,9 milhões de toneladas em todas as operações. (EMAP, 2017).

A figura 23, apresenta a análise do gráfico relativo ao Porto do Itaqui revela um crescimento progressivo na movimentação de mercadorias entre os anos de 2003 e 2012. Ao

longo deste intervalo, houve um aumento significativo na transferência de graneis sólidos e líquidos, com os sólidos partindo de um marco inicial de cerca de 4 milhões de toneladas e os líquidos de 6 milhões, ambos se aproximando dos 8 milhões de toneladas ao término do período. Paralelamente, a movimentação de carga geral, ainda que represente a menor parcela do volume total, registrou um crescimento marcante, dobrando sua quantidade de menos de 2 milhões para aproximadamente 4 milhões de toneladas. Conseqüentemente, o gráfico ilustra uma expansão consistente e vigorosa da atividade portuária, sublinhando a importância estratégica do Porto do Itaqui como um centro logístico vital para o trânsito de diversas mercadorias.

Figura 23 - Evolução da Movimentação no Porto do Itaqui (2003-2012)



Fonte: Plano Mestre, 2015

Em 2023, o Porto do Itaqui afirmou sua posição como o quarto maior porto público do país, com um expressivo volume de carga ultrapassando os 36 milhões de toneladas. Sua preeminência é particularmente notável na região Norte-Nordeste, onde lidera, especialmente no que se refere ao manuseio de graneis sólidos, observando-se também um desempenho notável no segmento de graneis líquidos. O Arco Norte destacou-se em comparação com outras regiões brasileiras, registrando uma movimentação predominante de soja e milho, essenciais para o setor exportador dessas commodities. Além disso, o setor aquaviário nacional alcançou um marco histórico com o registro de 1,303 bilhão de toneladas de carga movimentadas em

2023, reforçando o papel vital dessa via de transporte para a economia brasileira (Porto do Itaqui, 2024).

Contudo, uma inspeção detalhada do Plano Mestre de 2015 traz à tona a dimensão socioambiental afetada pelas operações portuárias, especialmente no que se refere às áreas de influência alteradas tanto direta quanto indiretamente. Tais modificações englobam o meio físico e o biótico, abrangendo a vastidão da Baía de São Marcos e as bacias hidrográficas adjacentes do Bacanga e Itaqui. A análise estende-se ainda aos rios Grajaú, Pindaré e dos Cachorros, assim como ao município de São Luís, todos impactados pelas atividades decorrentes do complexo portuário.

A população no entorno do Porto, percebem as corporações portuárias como contribuintes significativas para o crescimento econômico. As empresas portuárias são vistas como cumpridoras de acordos estabelecidos com o governo, catalisadoras do progresso econômico e propulsoras do desenvolvimento humano por meio da contratação de trabalhadores locais (Coelho et al. 2022).

Através dos anos, o Porto do Itaqui, tem-se mostrado um pilar para o crescimento sustentável, servindo como um eixo vital para o comércio e para a infraestrutura logística da região Norte-Nordeste do Brasil. Apesar de enfrentar desafios, especialmente em termos de impacto ambiental e social decorrentes de suas operações, as iniciativas e colaborações com as comunidades locais têm sido fundamentais para mitigar tais efeitos e garantir uma contribuição positiva contínua. Assim, o Porto do Itaqui não só catalisa a economia local e nacional com sua capacidade operacional em expansão, mas também incorpora uma visão de progresso que harmoniza desenvolvimento e responsabilidade socioambiental.

Além disso, é importante destacar que o Porto do Itaqui vai além de ser um simples vetor econômico para o Maranhão; ele desempenha um papel social crucial. Muitos residentes das comunidades no entorno dependem diretamente das oportunidades de emprego oferecidas pelo porto, criando um ciclo de desenvolvimento local sustentável. As profissões variam desde funções operacionais até cargos técnicos e administrativos, permitindo que a população local não apenas beneficie-se economicamente, mas também desenvolva habilidades e avance em suas carreiras profissionais.

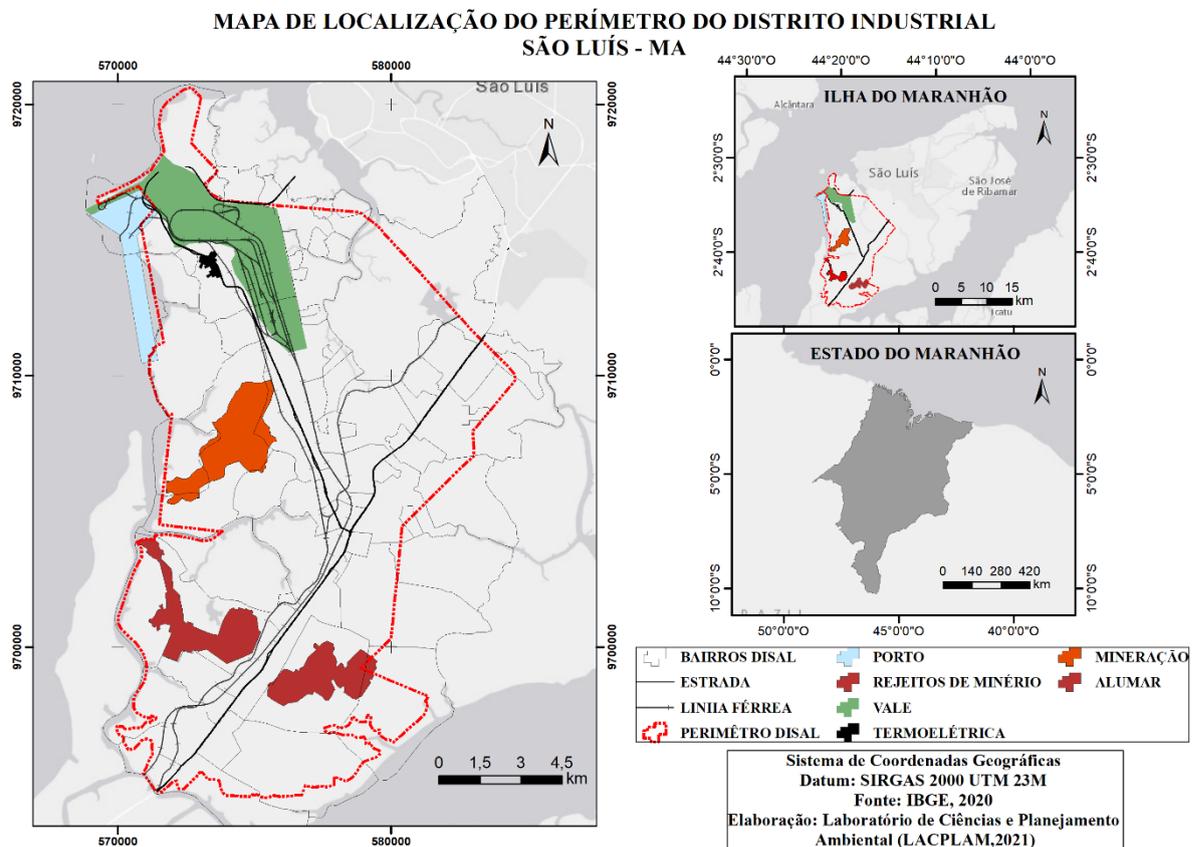
8 MATERIAL E MÉTODOS

8.1 Área de estudo

Situado na Baía de São Marcos, dentro dos limites do município de São Luís, no Maranhão, encontra-se o Porto do Itaqui, um complexo portuário gerenciado pela Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP). As operações portuárias iniciaram-se no mês de julho do ano de 1974, e o porto encontra-se geograficamente posicionado nas coordenadas 02°34' latitude sul e 44°22' longitude oeste.

O complexo portuário abriga mais de uma centena de iniciativas empresariais que se estabeleceram em zonas inicialmente identificadas como rurais na ilha, abrangendo diversos bairros e comunidades com longa tradição na agricultura e na pesca, totalizando uma população de cerca de 48.000 habitantes (IMESC, 2011). Algumas das comunidades mais antigas, datando do século XVII, ainda preservam suas características rurais distintas, entre elas estão Boqueirão, Taim, Cajueiro, Rio dos Cachorros, Porto Grande, Camboa dos Frades e Vila Maranhão (Figura 24) (MARANHÃO, 2013).

Figura 24 - Localização do Complexo Portuário (DISAL).



Fonte: LACPLAM, 2021

8.2 Procedimentos Metodológicos

O estudo metodológico, foi realizada uma revisão bibliográfica para debater os pontos cruciais relacionados às mudanças e conflitos decorrentes da implementação de grandes projetos no complexo portuário. O foco recaiu sobre as consequências socioambientais, as modificações na configuração territorial e os reflexos socioeconômicos na população local. O estudo se classifica como qualitativo e descritivo, fundamentado numa análise crítica das dimensões socioeconômicas e ambientais (Bardin, 2011).

Ocaña-Fernández; Fuster-Guillén (2021) enfatizam a importância da revisão bibliográfica na pesquisa, sublinhando seu papel no aprofundamento do entendimento sobre assuntos específicos através do exame detalhado de obras publicadas anteriormente. Essa abordagem não só amplia o conhecimento dentro de um campo de estudo, mas também destaca áreas inexploradas, orientando investigações futuras. Assim, a metodologia da revisão bibliográfica se apresenta como um pilar no progresso científico, estabelecendo uma fundação robusta para o desenvolvimento de novas pesquisas.

No das metodologias geoespaciais, para a criação de buffers de 5 e 10 km no QGIS para representar a área de influência do Porto do Itaqui e identificar os bairros afetados foi estruturada da seguinte forma: Inicialmente, foi realizado no QGIS o desenvolvimento de buffers de 5 e 10 km centrados no Porto do Itaqui. Este processo envolveu a seleção do porto como o ponto de origem para os buffers. Utilizando a ferramenta "*Buffer*", especificou-se as distâncias de 5 km e 10 km para gerar as respectivas áreas de influência. Os *buffers* foram criados para representar a influência direta (5 km) e a influência indireta (10 km), com base na hipótese de que a proximidade do porto tem efeitos escalonados sobre os bairros adjacentes.

Após a criação dos buffers, procedeu-se à sobreposição dos mesmos com o mapa dos bairros de São Luís, utilizando a ferramenta "*Intersect*" no QGIS. Isso permitiu identificar quais bairros estavam inteiramente ou parcialmente dentro de cada zona de buffer. Os bairros totalmente englobados pelo *buffer* de 5 km foram categorizados como diretamente influenciados pelo porto, enquanto os que se sobrepunham parcialmente ao buffer de 10 km foram considerados como indiretamente influenciados.

Para garantir a precisão dos resultados, foram considerados os dados de localização e extensão do Porto do Itaqui e dos bairros de São Luís, garantindo que os buffers refletissem adequadamente a área de influência real do porto. A escolha das distâncias para os buffers foi informada por literatura previamente estabelecida sobre análise de áreas de influência e estudos de impacto portuário, refletindo práticas comuns em estudos semelhantes.

Esta metodologia foi reforçada pelas contribuições de Batty (2003), que destaca a importância de definir claramente os critérios de influência em estudos de análise espacial, e de Goodchild (2010), que enfatiza a precisão e relevância dos dados geoespaciais na realização de análises espaciais. Essa literatura fornece uma base metodológica robusta para a análise subsequente dos impactos do Porto do Itaqui nos bairros circunvizinhos. Com essas etapas, foi possível mapear de forma precisa a área de influência do porto, fornecendo uma base sólida para análises mais detalhadas dos impactos socioeconômicos e ambientais do porto nos bairros de São Luís.

O software QGIS versão 3.28.14 foi utilizado para a inserção dos dados em um banco de dados geográfico (SIG), adotando-se a projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator) e o DATUM SIRGAS 2000 na zona 23 Sul. A avaliação da percepção ambiental foi feita por meio de visitas *in loco*, em algumas comunidades no entorno do porto do Itaqui.

8.3 Trabalho de campo

O trabalho de campo é uma componente essencial para a compreensão das dinâmicas locais em estudos geográficos e socioeconômicos. Foi realizada uma das visitas de campo, na comunidade Câmboia dos Frades, uma comunidade costeira, pode-se inferir que tais visitas ao local permitem não só a coleta de dados quantitativos, mas também a absorção de conhecimentos qualitativos por meio de interações com a comunidade. (Figura 25)

Figura 25 - visita de campo na comunidade costeira Câmboia dos Frades



Fonte: LACPLAM, 2023.

A pesquisa qualitativa, por meio de conversas informais e observação, como realizada na comunidade Câmboia dos Frades, oferece uma rica fonte de dados que podem complementar os dados espaciais utilizados na análise de áreas de influência. Essas técnicas são fundamentais para compreender as interações complexas entre as atividades portuárias e a vida cotidiana dos moradores, fornecendo uma visão mais profunda dos impactos sociais e culturais.

Apesar da ausência de questionários formais nesse estudo, e da não necessidade de aprovação por um comitê de ética, é essencial considerar as diretrizes éticas durante o trabalho de campo. Isto inclui, mas não se limita a, garantir o anonimato dos participantes, obter consentimento informado para fotografias e conversas, e ser sensível às normas e valores da comunidade. Estas considerações éticas são discutidas em detalhes por autores como Iphofen (2009), que realçam a importância da ética em todas as formas de pesquisa, independentemente da metodologia adotada.

Pode-se inferir que tais visitas ao local permitem não só a coleta de dados quantitativos, mas também a absorção de conhecimentos qualitativos por meio de interações com a comunidade. Esta abordagem é corroborada por autores como Chambers (1994), que discute a importância do envolvimento com a comunidade para a obtenção de uma compreensão holística dos impactos ambientais e sociais de desenvolvimentos como portos. Da mesma forma, a pesquisa de campo participativa, conforme descrita por Scheyvens e Storey (2003), facilita a obtenção de informações sobre as experiências vividas pelos moradores locais, que podem não ser capturadas por métodos de pesquisa mais tradicionais.

Durante as atividades de campo, também foram feitas a captura de imagens para mostrar como essa população vive. As casas vernaculares, como as retratadas na imagem, situadas nos arredores do Porto do Itaqui, são um testemunho visual da disparidade entre o desenvolvimento impulsionado por grandes projetos de infraestrutura e a realidade cotidiana de algumas comunidades.

Estas estruturas, muitas vezes feitas de materiais locais e técnicas tradicionais, refletem uma forma de vida que se mantém constante, apesar das mudanças econômicas e industriais ocorrendo em seu entorno. A presença do porto, apesar de significar progresso em uma escala macroeconômica, frequentemente não se traduz em melhorias diretas para as populações que habitam nas proximidades, onde os benefícios do desenvolvimento parecem passar ao largo (Figura 26).

Figura 26- Casas vernaculares na Camboa dos Frades.



Fonte: LACPLAM, 2023

Este cenário realça a complexidade das interações entre o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade social. As promessas de emprego e prosperidade que geralmente acompanham projetos de grande escala podem não ser suficientes ou não se materializam de forma a beneficiar todos os segmentos da população local. Consequentemente, essas casas vernaculares podem simbolizar uma resistência, seja voluntária ou involuntária, à rápida transformação induzida pelo crescimento industrial, e servem como um lembrete da necessidade de abordagens de desenvolvimento mais inclusivas e conscientes das realidades socioeconômicas locais.

Na metodologia adotada para analisar a área de influência direta do Porto do Itaqui, o uso de tecnologia foi essencial. Através do drone Mavic Air 2, foi possível capturar imagens aéreas de alta resolução que ofereceram uma perspectiva valiosa sobre a configuração do terreno e as interações entre a atividade portuária e os ecossistemas naturais. As fotografias obtidas permitiram a identificação precisa das pressões exercidas na região, tais como o desmatamento, a expansão urbana e a degradação ambiental, proporcionando uma visão abrangente e atualizada das mudanças ocorridas. (Figura 27)

Figura 27 - Imagem aérea do complexo portuário Itaqui e outros portos.



Fonte: LACPLAM, 2023

Estas imagens aéreas são fundamentais para complementar os dados geoespaciais, possibilitando uma análise detalhada do uso do solo e dos padrões de ocupação nas proximidades do porto. Ao integrar esta tecnologia na metodologia, a pesquisa ganha em profundidade e precisão, permitindo que sejam feitas avaliações baseadas em evidências concretas do impacto ambiental e social do porto. A visão de cima para baixo que o drone fornece destaca as discrepâncias entre as áreas desenvolvidas e aquelas que permanecem intocadas ou subdesenvolvidas, ilustrando assim os desequilíbrios que podem surgir em consequência do desenvolvimento portuário desigual.

Incorporando a utilização de drones na metodologia, foi fundamental aderir às normativas vigentes relativas à operação de veículos aéreos não tripulados. Conforme as regulamentações de altitude impostas pela legislação aeronáutica, foram realizados voos com o drone Mavic Air 2 que respeitaram os limites estabelecidos para a segurança e privacidade. Estes voos foram planejados para garantir a conformidade com as zonas de voo autorizadas, assegurando que as imagens capturadas oferecessem uma visão detalhada sem transgredir regulamentos locais.

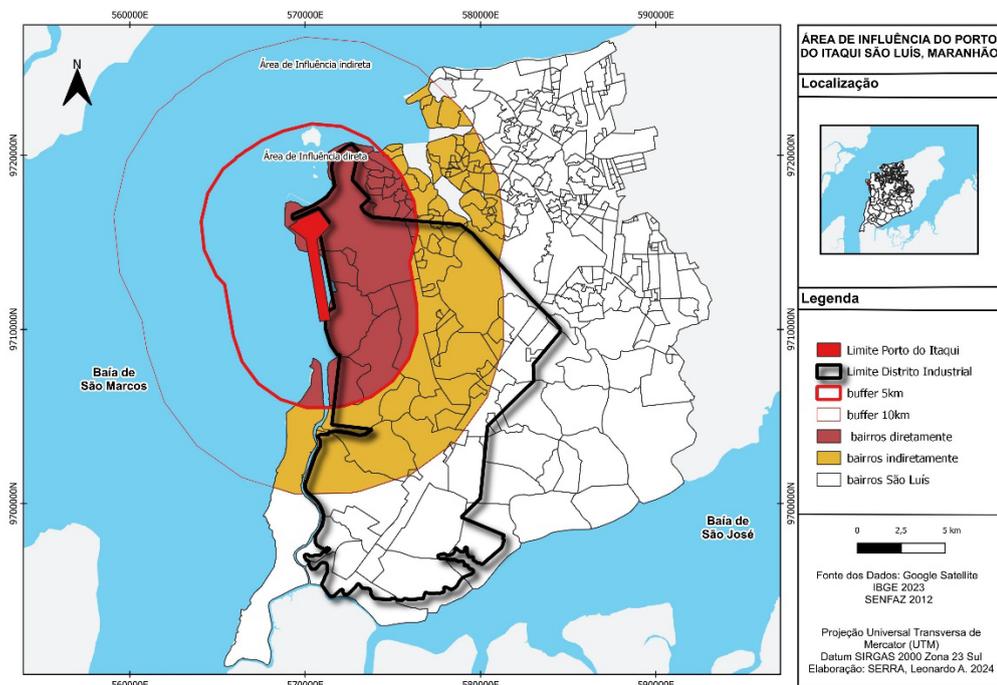
9 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Rios et al. (2016), desde a instalação das primeiras grandes indústrias na década de 1970, o Complexo portuário no distrito industrial de São Luís (DISAL) tem vivenciado uma evolução territorial e ambiental notável. O desenvolvimento industrial em São Luís promoveu uma nova configuração no uso do solo, influenciando a estrutura socioeconômica dos residentes, redefinindo a interação entre as comunidades e seus territórios, e ocasionando uma cadeia de efeitos ambientais na região do distrito.

A análise do mapa indica que a área de influência direta do Porto do Itaqui em São Luís, Maranhão, inclui vários bairros que são diretamente afetados pela proximidade com o porto e as atividades industriais associadas. Esses bairros estão dentro do contorno vermelho no mapa.

A área de influência indireta, delineada pelo contorno preto mais amplo, abrange uma região maior que inclui bairros que não estão imediatamente adjacentes ao porto, mas que podem ser afetados de maneira menos direta, seja economicamente, ambientalmente ou socialmente. (Figura 28)

Figura 28 - Área de influência do Porto do Itaqui, São Luís - MA



Fonte: Serra, L. 2024

A análise geográfica do entorno do Porto do Itaqui em São Luís, Maranhão, revela que as comunidades situadas na área de influência direta do porto e do distrito industrial estão na

vanguarda das consequências tanto positivas quanto negativas associadas às atividades portuárias. Estes bairros, enclausurados pela linha vermelha no mapa, são palco de um dinamismo econômico gerado pela proximidade com o porto, o que inclui a criação de empregos e o aumento do comércio local. No entanto, eles também estão sujeitos a desafios ambientais agudos, como a poluição e o incremento no fluxo de veículos, que podem comprometer a qualidade de vida dos moradores. Os bairros que estão sob influência direta do porto são:

Quadro 3 - Bairros sob influência direta do Porto

Bairros	
Alto da Esperança	Vila Mauro Fecury II
Anjo da Guarda	Vila Nova
Bonfim	Vila São Luís
Fumacê	Cajueiro
Gancharia	Camboa dos Frades
Ilha da Paz	Ilha de Tauá Mirim
São Raimundo - Bacanga	Povoado São Benedito
Vila Ariri	Porto Grande
Vila Bacanga	São Raimundo Gapara
Vila Dom Luís	Tahin
Vila Embratel	Vila Madureira
Vila Isabel	Vila Maranhão
Vila Mauro Fecury I	Itaqui

Fonte: Serra, L. 2024

Por outro lado, os bairros localizados fora dessa linha vermelha, mas ainda dentro do perímetro marcado pela linha preta, constituem a área de influência indireta. Estas comunidades podem não sentir os efeitos das operações portuárias de maneira tão imediata ou intensa, mas ainda estão suscetíveis a mudanças indiretas decorrentes do desenvolvimento do porto, como alterações no mercado imobiliário e variações no custo de vida.

O crescimento e a atividade do Porto do Itaqui são duplamente cortantes para as comunidades vizinhas. Enquanto por um lado promovem o desenvolvimento econômico e infraestrutural, por outro lado trazem consigo uma série de repercussões que necessitam ser cuidadosamente geridas. O aumento do emprego e da renda, juntamente com melhorias na infraestrutura local, como estradas e serviços públicos, são evidências claras dos benefícios. Contudo, a poluição e o deslocamento de residentes devido ao aumento dos preços de moradia são preocupações palpáveis que precisam ser abordadas.

A seguir os bairros que estão sob influência indireta, no total de 109 bairros, sendo eles (Figura 29):

Figura 29 - Bairros sob influência indireta do Porto.

Bairros					
Conjunto Dom Sebastião - Parque Timbiras	Camboa	Coreia	Vila Dom Luis	Povoado São Benedito	Vila Maranhão
Parque Timbiras	Bom Milagre	Apicum	Vila Embratel	Pedrinhas	Vila Muruaí
Parque Pindorama	Bairro de Fátima	Vila Bessa	Vila Isabel	Povoado Pereira	Vila Progresso
Primavera	Areinha	Alto da Esperanca	Vila Mauro Fecury I	Porto Grande	Vila Sarney
Vila dos Frades	Apeadouro	Anjo da Guarda	Vila Mauro Fecury II	Residencial 2000	Itaqui
Vila dos Nobres	Desterro	Sol Nascente	Vila Nova	Residencial Parque das Palmeiras	Juçaral
Vila São Sebastião	Diamante	Bonfim	Vila São Luis	Residencial Resende	Alumar
Ilhinha	Fabril	Fumace	Santa Eulália	Residencial Santo Antonio	Vila Nova República
Jaracati	Vila Passos	Gancharia	Bom Jesus	Residencial Vila Maranhão	Residencial Amendoeira
Ponta D'Areia	Codozinho	Ilha da Paz	Alegria	Rio dos Cachorros	Residencial Luiz Bacelar
Renascença	Centro	Jambeiro	Alto Bonito	Rio Grande	Maracanã
São Francisco	Belira	Piancó	Povoado Argola e Tambor	São Raimundo Gapara	PQE BACANGA
João Paulo	Madre Deus	Residencial Paraiso	Bacabalzinho	Tahin	Fé em Deus
Caratatiua	Aterro do Bacanga	Residencial Piancó	Cajueiro	Ananandiba	
Alemanha	Lira	Sa Viana	Camboa dos Frades	Vila Cabral Miranda	
Retiro Natal	Goiabal	Sao Raimundo - Bacanga	Cidade Nova - Gapara	Vila Colier	
Parque Amazonas	Coroadinho	Tamancão	Ribeira	Vila Esperança	
Monte Castelo	Coroado	Vila Ariri	Ilha de Tauá Mirim	Vila Industrial	
Liberdade	Parque dos Nobres	Vila Bacanga	Itapera	Vila Madureira	

Fonte: SERRA, L. 2024

A análise do impacto do Porto do Itaqui nos bairros de São Luís, Maranhão, evidencia que a densidade populacional elevada em bairros como Vila Embratel e Anjo da Guarda, que estão diretamente influenciados pela proximidade com o porto, pode estar associada a uma economia de escala na prestação de serviços de infraestrutura.

Este fenômeno é corroborado por Kurvinen et al (2020), que identificam que áreas com alta densidade habitacional, particularmente aquelas situadas perto de portos e centros industriais, podem se beneficiar de uma economia de escala na prestação de serviços de infraestrutura. Isso significa que, nos bairros mais próximos ao Porto do Itaqui, onde a densidade populacional é maior, é provável que os investimentos em infraestrutura sejam mais

eficientes devido à proximidade e à concentração de pessoas e atividades econômicas.

Porém deve-se analisar que a ideia de que a proximidade a um porto não é sinônimo de investimento em infraestrutura e desenvolvimento pode ser uma opinião válida em determinados contextos. É importante reconhecer que, embora a presença de um porto possa gerar potenciais para o crescimento econômico devido ao aumento do comércio e da indústria, isso não garante automaticamente que haverá investimentos adequados na infraestrutura local. Em alguns casos, a presença de um porto pode levar à negligência de outras áreas de desenvolvimento urbano, sob a suposição de que o porto, por si só, é suficiente para impulsionar a economia local.

Esta concentração de habitantes cria uma demanda substancial por infraestrutura adequada, desde sistemas de saneamento até instituições educacionais e unidades de saúde. Essa proximidade com o porto, embora beneficie a economia local com empregos e circulação de bens, também sobrecarrega os serviços existentes, exigindo atenção especial no planejamento urbano.

Ao compararmos o desenvolvimento econômico dos bairros diretamente influenciados, como Ilha da Paz e São Raimundo - Bacanga, com os indiretamente influenciados, como Monte Castelo e Alemanha, observamos que a proximidade com o porto acelera o desenvolvimento econômico. No entanto, essa aceleração é acompanhada por impactos ambientais desproporcionais, com a poluição do ar e ruído afetando significativamente a qualidade de vida nos bairros mais próximos às operações portuárias.

A disparidade social entre os bairros também se torna aparente. Enquanto comunidades como Porto Grande e Vila Maranhão podem experimentar um renascimento econômico, outros bairros sofrem com o aumento dos preços e a pressão, destacando a necessidade de estratégias inclusivas de desenvolvimento.

A comparação dos serviços públicos oferecidos nesses bairros sugere um investimento desigual que favorece as áreas próximas ao porto. Embora seja uma consequência natural do desenvolvimento direcionado, isso levanta questões sobre equidade e justiça social, especialmente considerando que os benefícios econômicos do porto devem idealmente alcançar todas as comunidades vizinhas.

O crescimento urbano nessas regiões reflete o desafio de planejar para um futuro sustentável. O planejamento urbano estratégico é essencial para garantir que o crescimento não apenas acompanhe a expansão do porto, mas também preserve a identidade e a qualidade de vida das comunidades existentes.

Esta pesquisa ressalta a complexidade das consequências do desenvolvimento portuário em São Luís. Enquanto o porto traz crescimento econômico e de infraestrutura, os planejadores devem equilibrar esses benefícios com a proteção ambiental e a promoção da justiça social, para que todos os residentes possam desfrutar dos frutos do progresso.

Os resultados da pesquisa sobre a influência do Porto do Itaqui em São Luís, Maranhão, aponta para um entendimento mais crítico e menos idealizado do impacto do Porto do Itaqui sobre os bairros circundantes. A proximidade a um porto, frequentemente associada a uma promessa de desenvolvimento e prosperidade, na realidade de São Luís, não se alinha automaticamente com avanços em infraestrutura ou melhorias no bem-estar da comunidade. De fato, a observação direta dos bairros em estreita vinculação com o porto revela que os benefícios econômicos esperados estão ausentes, com muitas áreas mostrando-se carentes em termos de infraestrutura básica e acessibilidade a serviços fundamentais.

A realidade vivenciada pelas comunidades próximas ao porto é uma que reflete desigualdades e desafios substanciais. As ruas, o saneamento, e o acesso a serviços cruciais como saúde e educação permanecem abaixo do esperado para regiões beneficiadas pelo dinamismo econômico de um porto. Essas condições sublinham um desequilíbrio na distribuição dos frutos do crescimento portuário, que parecem não se traduzir em melhorias tangíveis para aqueles que residem nas proximidades.

Além disso, há um componente de disputa e tensão envolvendo as comunidades tradicionais, que frequentemente encontram-se em uma batalha pela preservação de seus direitos territoriais e culturais frente à expansão de empresas. Este é um aspecto que vai além da economia, por exemplo a da identidade cultural dessas comunidades ressalta a necessidade de um diálogo mais inclusivo e respeitoso entre progresso econômico e patrimônio cultural.

O cenário evidenciado aponta para a necessidade de uma política pública mais abrangente e consciente, que não só busque atrair investimentos, mas também priorize o desenvolvimento humano e infraestrutural de forma equitativa. O crescimento econômico deve caminhar lado a lado com a garantia de qualidade de vida, promovendo um desenvolvimento que seja sustentável e que atenda às necessidades da população local, assegurando que o progresso não se construa à custa do bem-estar da comunidade. Em suma, a presença do Porto do Itaqui é uma alavanca econômica para a região, mas é crucial que os desenvolvimentos futuros sejam planejados de maneira a minimizar os danos ambientais e sociais, assegurando que o progresso econômico seja distribuído de maneira justa e sustentável entre todas as comunidades impactadas.

9.1 CONSIDERAIS FINAIS

O estudo revelou uma comunicação inconsistente entre complexo portuário e as comunidades vizinhas. Embora os benefícios econômicos para o Maranhão sejam evidentes, outras áreas mostraram resultados modestos. Este estudo é vital para o desenvolvimento socioeconômico da capital, proporcionando informações significativas através da observação direta das comunidades e identificando seus principais desafios.

Esse capítulo enfocou nos impactos positivos e negativos na área de influência direta e indireta dos bairros e comunidades de São Luís e da expansão portuária na capital maranhense. Dessa forma, é essencial que tais estudos sejam realizados de forma contínua para verificar o comprometimento das empresas com a sociedade no entorno do Porto do Itaqui e áreas de influências.

A análise profunda das interações entre o desenvolvimento portuário e as comunidades locais, focada no Terminal do Itaqui, revela a complexidade dessa relação. O porto, enquanto motor econômico, desencadeia uma série de desafios socioambientais que clamam por soluções imediatas e estratégias eficazes de mitigação. A intersecção de interesses econômicos com a preservação ambiental e o bem-estar comunitário destaca a necessidade urgente de práticas de gestão sustentáveis, capazes de harmonizar essas dimensões frequentemente conflitantes.

A adoção de tecnologias limpas e práticas que minimizem a degradação ambiental, aliadas à promoção de uma economia local diversificada, surge como recomendação primordial. Essa abordagem não só visa a proteção dos recursos naturais para as futuras gerações, mas também assegura a geração de emprego e renda de maneira sustentável. A sustentabilidade, portanto, deve ser substancial na gestão portuária, garantindo que o progresso econômico não ocorra às custas do ambiente e da qualidade de vida das populações locais.

A inclusão das comunidades no processo decisório relacionado ao desenvolvimento portuário é imperativa. Através da participação ativa, as preocupações e necessidades das comunidades podem ser adequadamente endereçadas, estabelecendo uma relação mais equilibrada e justa entre o porto e seu entorno. Essa participação fortalece o tecido social e assegura que o desenvolvimento portuário se alinhe com os interesses daqueles diretamente afetados por suas operações.

A colaboração entre diferentes setores - público, privado e sociedade civil - é fundamental para o sucesso de um modelo de desenvolvimento portuário que seja verdadeiramente sustentável. Parcerias estratégicas podem facilitar a implementação de

políticas eficazes, promover investimentos em infraestrutura verde e desenvolver programas educacionais e de capacitação para as comunidades. Essa sinergia entre os diversos atores sociais potencializa a capacidade de resposta aos desafios socioambientais e econômicos presentes e futuros.

Em resumo, o desenvolvimento portuário no Terminal do Itaquí representa um desafio complexo, mas também uma oportunidade ímpar para a implementação de práticas sustentáveis. A harmonização dos objetivos econômicos com a responsabilidade socioambiental é crucial.

Adotar uma gestão integrada e inclusiva, que leve em consideração as dimensões econômica, ambiental e social, é o caminho para que o porto contribua positivamente para o desenvolvimento regional, promovendo simultaneamente a sustentabilidade e o bem-estar das comunidades locais. Este modelo não só traz benefícios imediatos, mas também assegura a viabilidade a longo prazo do desenvolvimento portuário, servindo de exemplo para outros projetos semelhantes nacional e internacionalmente.

REFERÊNCIAS

ANTROP, M. Landscape change and the urbanization process in Europe. **Landscape and urban planning**, v. 67, n. 1-4, p. 9-26, 2004

ALVES, E. de J. P. Repertórios e argumentos da mobilização política: um estudo sobre o Movimento Reage São Luís, em São Luís – MA. **Tese (Doutorado em Sociologia)** – Instituto de Filosofia e Ciências Sociais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014

BAI, Xuemei et al. Coastal zones and urbanization. **Bonn: Secretariat of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change**, 2015.

BARROS, C. F. S.; BARROS, C. M. Suitability of Brazilian ports to international standards of port needs: a case study in the port of Salvador. **Journal of Transport Literature**, v. 7, n. 4, p. 23-49, 2013.

BATTY, M. (2005). *Cities and Complexity: Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models, and Fractals*. MIT Press.

BEZERRA, D. S.; BEZERRA, G. P.; COELHO, A. C. C.; LIMA, J. M.; PINTO, R. Q. Modelagem da resposta do ecossistema manguezal ao avanço da área construída na bacia do rio Anil. São Luís, 2014.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; JÚNIOR, L. M. C.; BARROS, D. A. Áreas de Preservação Permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, vol. 41, núm. 7, julho, 2011, pp. 1202-1210.

BRANCO, Luis Henrique Zanini et al. Biodiversidade e considerações biogeográficas das Cyanobacteria de uma área de manguezal do estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 585-596, 2003.

Brasil, L. S., Ferreira, V. R. S., Resende, B. O., Juen, L., Batista, J. D., Castro, L. A., & Giehl, N. F. S. (2021). Dams Change Beta Diversity of Aquatic Communities in the Veredas of the Brazilian Cerrado. **Frontiers in Ecology and Evolution**, 9, 612642.

BRASIL. **Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934**. Cria o Serviço Florestal do Ministério da Agricultura e fixa as bases da Política Florestal Nacional. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro, RJ, 27 jan. 1934.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 set. 1965.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Brasília, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 29 Mar. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 fev. 2007.

BRITO, I. da S.; FERREIRA, A. J. De A. Prioridade industrial x desenvolvimento rural: implicações socioambientais na área da futura RESEX de Tauá-Mirim, São Luís-MA. III Congresso Internacional para o Desenvolvimento Rural.

BURNETT, F. L.; SANTOS L. E. N. dos; ZAGALLO J. G. Planejamento e caos urbano no brasil periférico: participação truncada, espaço privatizado, crise fiscal em São Luís, Maranhão. Revista de Políticas Públicas, Universidade Federal do Maranhão. v. 24, pp. 556-576, 2020. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/journal/3211/321165167030/movil/>>. Acesso em: 19 set 2024

CABRAL, Patrícia Fernanda Pereira et al. Evaluation of Heavy Metals in Streams of the Bacanga and Cachorros Watersheds in São Luís, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 105, n. 2, p. 299-306, ago. 2020. DOI: 10.1007/s00128-020-02932-8.

CAMPOS, H. L. Gestão de bacia hidrográfica: pressupostos básicos. In: SÁ, A. J.; CORRÊA, A. C. B. Regionalização e análise regional: perspectivas e abordagens contemporâneas. Recife: Editora Universitária, p. 91-111, 2006.

CASTELLS, M.. **A ascensão da sociedade em rede**. Editora Blackwell. 1996.

CASTRO, T. C. S. de; CASTRO, A. C. L. de; SOARES; L. S.; SILVA, M. H. L.; FERREIRA, H. R. S.; AZEVEDO, J. W. de J.; FRANÇA, V. L. de. Social and Environmental Impacts on Rural Communities Residing Near the Industrial Complex of São Luís Island, State of Maranhão, Brazil. **Journal of Sustainable Development**, v. 10, n. 2; 2017 ISSN 1913-9063 E-ISSN 1913-9071 Published by Canadian Center of Science and Education.

CARVALHO, F. C. de; SOUZA, A. V. de. Desenvolvimento regional-territorial e governança: uma análise sobre o Estado do Maranhão (BRASIL). VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014 Anais do VII CBG. Disponível em: <
http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404142677_ARQUIVO_Trabalhocomplet_oCBG_FernandaeAngelica.pdf>. Acesso em 19 de mar. 2024

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CLARK, X., DOLLAR, D. and MICO, A. (2004) Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade. **Journal of Development Economics** 75(2): 417–450.

COLLYER, W. O. “Lei dos portos: o conselho de autoridade portuária e a busca da eficiência”. São Paulo: Lex Editora, 2008.

COELHO, Andreia Lima et al. OS IMPACTOS DA EXPANSÃO DO SETOR PORTUÁRIO NA CAPITAL DO ESTADO DO MARANHÃO. **Revista do CEDS**, v. 2, n. 11, 2022.

Código de Proteção de Meio Ambiente. **Lei Estadual nº 5.405, de 8 de março de 1992**. São Luís. Governo do Estado do Maranhão. Assembleia Legislativa do Estado.199

CRUZ, C.B.; SILVA, V.P Grandes Projetos De Investimento: A Construção De Hidrelétricas E A Criação De Novos Territórios. **Revista Sociedade & Natureza**, ano 22, n.1, p. 181-190. 2010.

CHAMBERS, Robert. The origins and practice of participatory rural appraisal. **World development**, v. 22, n. 7, p. 953-969, 1994.

DAVIS, S. N. **Hidrogeology**. New York: 1966.

DE ARAÚJO, Elienê Pontes; TELES, Mércia Gabriely Linhares; LAGO, Willinielsen Jackieline Santos. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE**, 2009.

DE AGRIZZI, Eduardo de Moraes et al. Proposta de recuperação de área degradada: estudo de caso ponte do palmito, alegre – es. **Cadernos Camilliani e-ISSN: 2594-9640**, [S.l.], v. 19, n. 3, p. 146-163, mar. 2023. ISSN 2594-9640.

DE AZEVEDO, R. E. S.; DE OLIVEIRA, V. P. V. Reflexos do novo código florestal nas Áreas de Preservação Permanente–APPs–urbanas. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, v. 29, 2014.

EMAP – Empresa Maranhense de Administração Portuária. **Agenda Ambiental Institucional do Porto do Itaqui - São Luís – MA**. São Luís, 2020a.

EMAP – Empresa Maranhense de Administração Portuária. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA Relatório de Impacto Ambiental – RIMA – Porto do Itaqui**. São Luís, 2017.

EMAP, Empresa Maranhense de Administração Portuária. Mapa da hinterlândia do Porto do Itaqui. São Luís,MA, 2016.

FAHRIG, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Conflitos conceituais sobre nascentes de cursos d'água e propostas de especialistas**. Geografias, v. 9, n. 1, 2013. Disponível em: Acesso em: 06 jan. 2023.

FELIPPE, Miguel Fernandes. **Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical**. 2013.

FISHER, L.R.C.; SÁ, J.D.M. Estatuto da cidade e a resolução Conama n. 369/2006. In: seminário sobre o tratamento de Áreas de Preservação Permanente em meio urbano e restrições ambientais o parcelamento do solo, 2007, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: FAUUSP, 2007. CD-ROM.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO MARANHÃO (FIEMA). PDI 2020: Plano Estratégico de Desenvolvimento Industrial do Maranhão. São Luís, 2009

FOTI, G. et al. Shoreline changes near river mouth: case study of Sant'Agata River (Reggio Calabria, Italy). **European Journal of Remote Sensing**, v. 52, n. sup4, p. 102-112, 2019.

FUCHS, R.B.H. **Zoneamento ambiental da bacia do Arroio Arenal, RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual paulista, Campus Rio Claro. São Paulo, 2002.

GALETTI, Mauro et al. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 47-52, 2010.

GLAESER, E. L. Triunfo da cidade: como nossa maior invenção nos torna mais ricos, inteligentes, ecológicos, saudáveis e felizes. 2011.

GUO, J. et al. Dynamic measurements and mechanisms of coastal port–city relationships based on the DCI model: Empirical evidence from China. **Cities**, v. 96, p. 102440, 2020.

INSTITUTO MARANHENSE DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS E CARTOGRÁFICOS- IMESC. Diagnóstico ambiental da microrregião da aglomeração urbana de São Luís e dos Municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário. São Luís, 2011. Disponível em: < <http://imesc.ma.gov.br/portal/Home>>. Acesso em 17 fev. 2024.

IPHOFEN, Ron. **Ethical decision making in social research: A practical guide**. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2009.

KONG, Y.; LIU, J.. Sustainable port cities with coupling coordination and environmental efficiency. **Ocean & Coastal Management**, v. 205, p. 105534, 2021.

KRUG, T. (1995) Ship, port and cargo: aspects of the economics of maritime transportation. Amsterdam: North-Holland.

KUNTSCHIK, Daniela Petenon; EDUARTE, Marina; UEHARA, Thiago Hector Kanashiro. **Matas ciliares**. SMA, 2011.

KURVINEN, Antti; SAARI, Arto. **Urban housing density and infrastructure costs**. **Sustainability**, v. 12, n. 2, p. 497, 2020.

- LACERDA, L.D. (2002). Mangrove Ecosystems: function and management. **Heidelberg Springer's Verlag**, v. 1.
- LEANDRO, Mendonça Dias; VIVEIROS, CAF de. Mata ciliar, área de reserva permanente. Linha direta, v. 296, 2003.
- Macedo, S., Queiroga, E., & Degreas, H. (2012). APPs urbanas: uma oportunidade de incremento da qualidade ambiental e do sistema de espaços livres na cidade brasileira - conflitos e sucessos. In: II Seminário Nacional sobre Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano: abordagens, conflitos e perspectivas nas cidades brasileiras, 2012, Natal. UFRN, 2012. v. 1. p. 1-11.
- MARANHÃO. Governo do Estado do Maranhão. Secretaria do Desenvolvimento, Indústria e Comércio – SEDINC **Relatório de impacto ambiental referente a loteamento de solo urbano para fins industriais/distritos industriais**, São Luís, 2013.
- MARANHÃO. Diagnóstico Ambiental da Ilha do Maranhão – Implementação do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado do Maranhão – CERGO ILHA DO MARANHÃO – Etapa1. 2010.
- MARTINS, S. V. Recuperação de Matas Ciliares. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2001. p.143.
- MAGUIRE, D. J., Batty, M., & Goodchild, M. F. (2005). GIS, Spatial Analysis, and Modeling. ESRI Press.
- MERK, O. The competitiveness of global port-cities: synthesis report. 2013.
- MILLER, J.D.; KIM, H.; KJELDEN, T.R.; PACKMAN, J.; GREBBY, S.; DEARDEN, R. Assessing the impact of urbanization on storm runoff in a peri-urban catchment using historical change in impervious cover. **Journal of Hydrology**, v. 515, p. 59–70. 2014.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Conjunto de normas legais: recursos hídricos**. 6. ed. Brasília; DF: 2008. 466 p.
- MORAIS, T. de J., MONTEIRO, C. A. S. (2019). Deslocamentos compulsórios e construção da subjetividade: análise a partir de projetos de desenvolvimento. **Revista De Psicologia**, v.10, n.2, p.65-73, 2019
- MRS. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA das obras de expansão do Porto do Itaqui**. São Luís, 2017.
- NANNI, Henrique Cesar; NANNI, Sueli Medeiros; SEGNINI, Rosana Cammarosano. A importância dos manguezais para o equilíbrio ambiental. **II Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP Campus Guarujá**, 2005.
- NIEMCZYNOWICZ, J. (1999). **Hidrologia urbana e gestão da água** – desafios presentes e futuros. *Água urbana*, 1(1), 1-14.
- NOTTEBOOM, T.; Rodrigue, J. P.; Pallis, A. Port Economics, Management and Policy, New York: Routledge, 2022. 690 p. ISBN 9780367331559. DOI: doi.org/10.4324/9780429318184.

OCAÑA-FERNÁNDEZ, Yolvi; FUSTER-GUILLÉN, Doris. A revisão bibliográfica como metodologia de pesquisa. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, São Cristóvão, v. 14, n. 33, p. e15614, 2021. DOI: 10.20952/revtee.v14i33.15614. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/revtee/article/view/15614>. Acesso em: 20 fev. 2024.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos da Ecologia**. Tradução da 5. ed. estadunidense. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.612.

PANIZZA, Andreia de Castro. A importância da Mata ciliar: Entenda por que as formações vegetais ciliares são essenciais para os ecossistemas e para os recursos hídricos. **São Paulo**, 2016.

PEREIRA, E. D. Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e aquífero do reservatório batatã-São Luís (MA). 2006.

PEREIRA, O et al. Caracterização do manguezal do rio Itanhaém, litoral sul do estado de São Paulo. In XV Simpósio de ecossistemas Brasileiros, 1998.

PINHEIRO, C.U.B. Matas ciliares e conservação das nascentes dos rios Anil, Bacanga e Tibiri, na Ilha de São Luís, Maranhão. São Luís, **Rev. Brasileira de Geografia Física**. v. 09, n. 04, p.1212-1222, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233701>. Acesso em: 29 de Março 2023.

PORTO DO ITAQUI. **Porto do Itaqui se consolida como quarto maior porto público do país**. Publicada em: 16.02.2024. Disponível em: <<https://www.portodoitaqui.com/imprensa/noticia/porto-do-itaqui-se-consolida-como-quarto-maior-porto-publico-do-pais>>. Acesso em: 20 de Fevereiro de 2024

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, acessado em 08 de set. de 2022 através do link: ID: projects/mapbiomasworkspace/public/collection7/mapbiomas_collection70_integration_v2.

QUEROL, X.; PEU, J.; AMATO, F.; MORENO, T. Source apportionment of PM10 and PM2.5 at multiple sites in the strait of Gibraltar by PMF: Impact of shipping emissions. **Environmental Science and Pollution Research**. Volume 18, Issue 2, February 2011, Pages 260-269. DOI: 10.1007/s11356-010-0373-4.

RHAMA Consultoria Ambiental. Relatório Final. Modelagem hidrodinâmica e da qualidade da água da embocadura estuarina de São Luís/MA. 2008. 141 p.

RIBEIRO, Glaucus Vinicius Biasetto. A origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, v. 8, n. 1, 2011.

RIBEIRO, I.; CASTRO, A. C. L. Pescadores artesanais e a expansão portuária na praia do Boqueirão, Ilha de São Luís- MA. **Revista de Políticas Públicas**, Universidade Federal do Maranhão - UFMA v. 20, n. 2, pp. 863-884, 2016

RIOS, L. R. M. G.; CASTRO, A. C. L. DE; FERREIRA, H. R. S.; SOARES, L. S.; AZEVEDO, J. W. DE J.; SILVA, M. H. L. Territorial Changes and Effects on the Health of the Populations Surrounding Case Study: Itaqui Port, Northeast of Brazil. **Journal of Sustainable Development**, v. 9, n. 5; 2016.

ROLNIK, Raquel. **O que é a cidade**. São Paulo: Brasiliense, 1995. (Coleção Primeiros Passos; 203).

SAVINI, J.; KAMMERER, J.C. Urban Growth and the Water Regimen; US Govt. Print. Off.: Arlington, VA, USA, 1961

SANT'ANA JUNIOR, H. A. de.; LÓPEZ, J. I. A.; PEDRO, V. V. Cajueiro: Terminal Portuário, Resistência Popular e Conflito Ambiental em São Luís do Maranhão. 2019. 55p. Dossiê desastres e crimes da mineração em Barcarena, Belém, 2019.

SANT'ANA JUNIOR, H. A. de. Complexo portuário, reserva extrativista e desenvolvimento no Maranhão. **Caderno CRH [online]**. v. 29, n. 77, pp. 2016.

SANTOS, J. B., Pezzoni Filho, J. C., Dantas, M. J. F., Zimback, C. R. L., & Lessa, L. G. F. (2014). Avaliação da adequação da ocupação do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs).

SANTOS, K. I. S. et al. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n.1, p. 76-86, 2019.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Ed.). Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2002. p. 289. ISBN: 85-7455-053-1.

SEPE, Patricia Marra et al. O novo Código Florestal e sua aplicação em áreas urbanas: uma tentativa de superação de conflitos? 3º Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. 2014. 21p.

SERRA, Leonardo Azevedo. **Percepção ambiental: análise espaço-temporal dos sistemas hídricos da bacia hidrográfica do rio bacanga, são luís – MA**. 2022.

SOARES-FILHO, Britaldo et al. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363-364, 2014. SOUZA, K. I. S. et al. *Águas Subterrâneas*, v. 33, n.1, p. 76-86, 2019.

SCHEYVENS, Regina. Development fieldwork: A practical guide. **Development Fieldwork**, p. 1-312, 2014.

TAMBOSI, Leandro Reverberi et al. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos avançados**, v. 29, p. 151-162, 2015.

TÓTH, Ádám et al. Springs regarded as hydraulic features and interpreted in the context of basin-scale groundwater flow. **Journal of Hydrology**, v. 610, p. 127907, 2022.

TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: BRH: EDUSP, 1993.

TUNDISI, JG (2003). **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. Estudos Avançados, 17(49), 5-21.

TURNER, W., BRANDON, K., BROOKS, T., COSTANZA, R., DA FONSECA, G., PORTELA, R. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. In: **Bioscience** 57, 868–873, 2007.

UNICEF. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 6 mar. 2023.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. O Cerrado Está Morrendo. **Revista Darcy**, Brasília, n. 21, jan./mar. 2019.

VIANA, Eder Cristiano. Análise jurídico-dogmática da legislação florestal e do direito ao ambiente frente à função social da propriedade. 2004.

VOROSMARTY, Charles J. et al. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. **Science**, v. 289, n. 5477, p. 284-288, 2000. ZHAO, Q. et al. Building a bridge between port and city: Improving the urban competitiveness of port cities. **Journal of Transport Geography**, v. 59, p. 120-133, 2017.

YIN, Y.; Shao, Y.; Lu, H.; Han, Y. Environmental drivers of the vital urban coastal zones: An explorative case study based on the data-driven multi-method approach. **Frontiers in Ecology and Evolution**, [S.l.], 2022.