

# IMPACTO DO DESENVOLVIMENTO URBANO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO BACANGA: ASPECTOS SOCIAIS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Impact of urban development on the Bacanga river basin: social, environmental and economic aspects

## **Antonio Castro Leal de Castro**

Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental pela Universidade de São Paulo, Professor Titular do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8681-4587>

[alec@ufma.br](mailto:alec@ufma.br)

## **Alef Fontinele Teixeira**

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão (PRODEMA/UFMA)

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2630-7006>

[alef.fontinele@discente.ufma.br](mailto:alef.fontinele@discente.ufma.br)

## **Marcelo Henrique Lopes Silva**

Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Maranhão, Professor do Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2579-5690>

[marcelo.silva@ufma.br](mailto:marcelo.silva@ufma.br)

## **Luana do Nascimento Dias**

Mestra do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Maranhão (PRODEMA/UFMA)

Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-3812-6843>

[emaildoautor@ufs.edu.br](mailto:emaildoautor@ufs.edu.br)

Artigo recebido em junho/2025 e aceito em dezembro/2025

---

## **RESUMO**

O crescimento econômico sem planejamento provoca o adensamento populacional em áreas urbanas, gerando crescentes pressões sobre o ambiente, entre elas o aumento nas demandas hídricas, expansão urbana e degradação das bacias hidrográficas adjacentes. Na bacia do Bacanga, inserida no eixo Itaqui-Bacanga, as diferentes atividades econômicas e antropogênicas tencionaram os ecossistemas terrestres e aquáticos, além de provocarem mudanças e transformações socioambientais que conflitam com os fundamentos básicos da sustentabilidade de uma região urbana. Esta expansão territorial ocorreu de forma não planejada, afetando sobremaneira, vastas áreas naturais, com a supressão de matas e florestas, poluição de cursos d'água e erosão de solos, que comprometeram a drenagem e a cobertura vegetal da região. O presente trabalho pretende avaliar o impacto do desenvolvimento urbano na bacia do Bacanga, a partir da elaboração de um diagnóstico socioambiental que incorpore o uso de geotecnologias e o resgate de dados secundários recentes, buscando facilitar a compreensão de um conjunto de indicadores de diferentes áreas temáticas. Isso possibilita a avaliação sistemática da

dinâmica dos componentes socioambientais da bacia, de maneira conectada e preditiva, como forma de disciplinar a ocupação do espaço no território, estabelecendo restrições e alternativas de exploração de acordo com suas fragilidades e capacidade suporte.

**Palavras-chave:** Recursos Ambientais; Planejamento; Expansão Urbana; Indicadores Socioambientais.

## ABSTRACT

Unplanned economic growth leads to population densification in urban areas, resulting in increasing environmental pressures, including a significant rise in water demand, urban sprawl, and the degradation of surrounding watersheds. In the Bacanga River Basin, located within the Itaqui-Bacanga axis, various economic and anthropogenic activities have stressed both terrestrial and aquatic ecosystems, triggering socio-environmental changes that conflict with the fundamental principles of sustainability in urban regions. This territorial expansion occurred without proper planning, significantly affecting extensive natural areas through deforestation, watercourse pollution, and soil erosion—factors that have compromised local drainage systems and vegetative cover. This study aims to assess the impact of urban development on the Bacanga Basin through the development of a socio-environmental diagnosis that integrates geotechnologies and recent secondary data. The objective is to enable a comprehensive understanding of a set of indicators from multiple thematic areas, allowing for a systemic assessment of the socio-environmental dynamics of the basin. This integrative and predictive approach seeks to guide land use within the territory, proposing restrictions and sustainable alternatives based on the region's environmental vulnerabilities and carrying capacity.

**Keywords:** Environmental Resources; Planning; Urban Expansion; Socio-Environmental Indicators.

## 1. INTRODUÇÃO

A ocupação e o uso do solo decorrentes de atividades humanas alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Essas alterações ocorridas em uma bacia hidrográfica concorrem para descharacterizar os habitats naturais e provocar danos irreversíveis nos recursos hídricos existentes (Coelho; Castro, 2018).

No eixo espacial que compreende a bacia hidrográfica do Bacanga, as diferentes atividades antropogênicas tencionaram os ecossistemas terrestres e aquáticos, além de provocarem mudanças e transformações socioambientais que conflitam com os fundamentos básicos que asseguram a sustentabilidade de uma região. Esta expansão territorial ocorreu de forma não planejada, afetando sobremaneira, vastas áreas naturais, com a supressão de matas e florestas, poluição de cursos d'água, erosão de solos, que comprometeram a drenagem e a cobertura vegetal da região (Castro *et al.*, 2024).

A supressão de matas e florestas, a poluição de cursos d'água e a erosão dos solos comprometeram a drenagem e a cobertura vegetal da região. Entre 2004 e 2020, a sub-bacia do Rio Maracanã, parte da bacia do Bacanga, registrou uma redução de 12,85% na vegetação densa, um aumento de aproximadamente 5% na área construída e um crescimento de 8% no solo exposto (Teixeira *et al.*, 2024). Relatórios já apontavam que o rio Bacanga, principal componente da bacia,

possui um perímetro curto e pouca influência de água doce, sendo impactado pela significativa quantidade de resíduos sólidos e lançamento de efluentes (Camara *et al.*, 2019).

Essas transformações são diretamente atribuídas ao crescimento urbano e industrial impulsionado pela consolidação do Distrito Industrial de São Luís (DISAL) e pela implantação de grandes projetos minero-metalúrgicos, com destaque para a ALUMAR e o Projeto Grande Carajás. Esses empreendimentos, acompanhados de grandes investimentos governamentais em infraestrutura (rodovias, ferrovias, linhas de transmissão de energia elétrica), impulsionaram a expansão da atividade portuário-industrial e de outras indústrias, exercendo forte pressão sobre os recursos ambientais do entorno (Ferreira *et al.*, 2024a).

A magnitude desses empreendimentos produziu uma nova ordem de problemas, que reconfigurou o espaço das comunidades vizinhas, trazendo consigo novos desafios para as populações nativas e impondo novos reordenamentos territoriais (Lima; Lopes, Façanha, 2019). Nesse quadro e perfil, que se instalaram novos núcleos populacionais na região orientada para as oportunidades de trabalho e potencialidades econômicas e de investimentos das empresas implantadas.

Em uma economia periférica, a alocação de grandes indústrias em territórios adjacentes a zonas urbanas gera alterações na dinâmica territorial que convergem para impactos econômicos e socioambientais significativos (Ferreira *et al.*, 2024b). A presença do DISAL na Ilha do Maranhão, por exemplo, tem causado mudanças rápidas, definitivas e irreversíveis no modo de vida da população local ao longo de 30 anos, alterando gradualmente a organização espacial da área (Castro *et al.*, 2017).

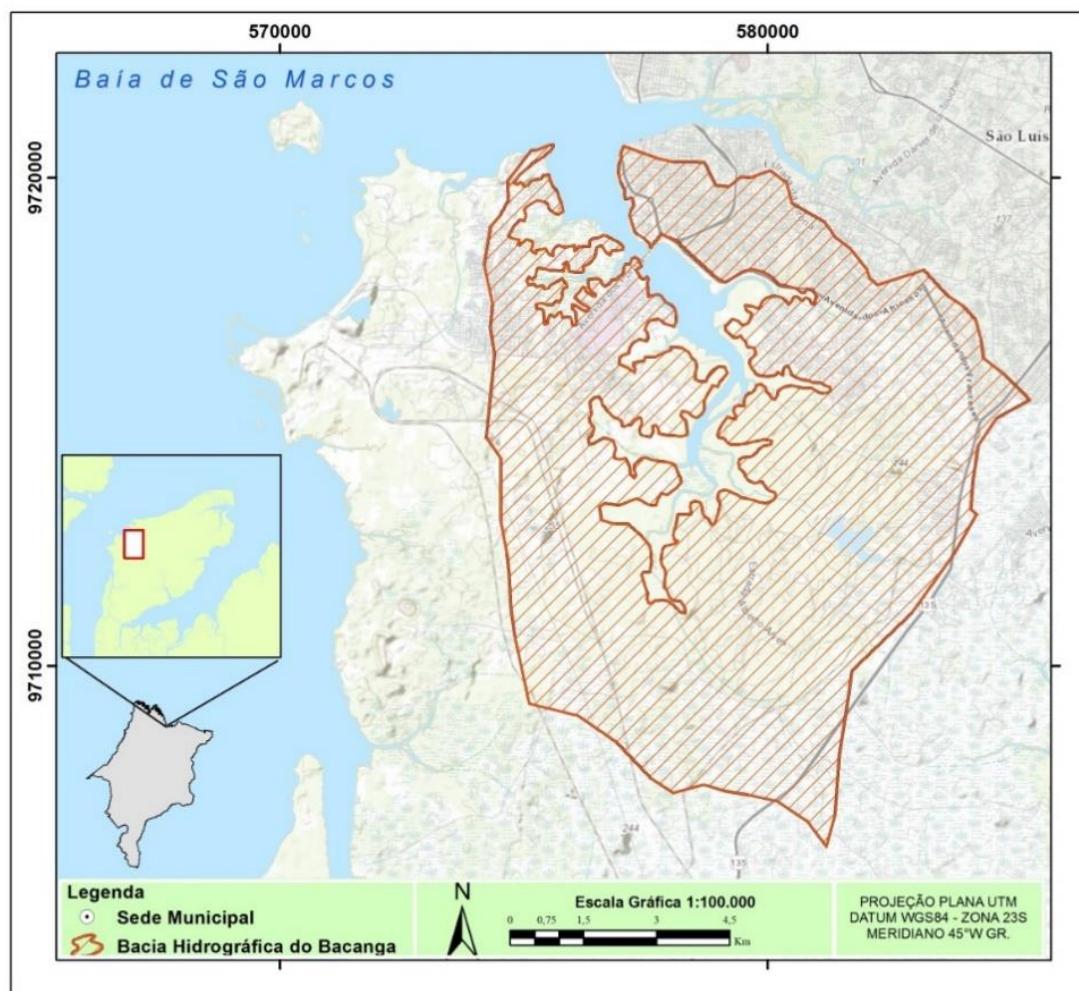
Estima-se que os efeitos dessas interações e impactos sinérgicos produziram perda irreparável nas estruturas de bens histórico-culturais da região, além do sentimento de perda de identidade e das condições de produção e de sustento das famílias. O risco de comprometimento do patrimônio histórico-cultural está associado à execução de escavações e às alterações físicas sobre as áreas, como retirada de vegetação, abertura de acessos e instalação de canteiros, que ocasionaram a supressão de testemunhos essenciais para a preservação da cultura local (Costa *et al.*, 2020).

Diante de todo este cenário exposto, constata-se a necessidade premente de ações que promovam a regulamentação de uso dos recursos ambientais, como forma de disciplinar a ocupação do espaço no território, estabelecendo restrições e alternativas de exploração de acordo com suas fragilidades e capacidade suporte.

O presente estudo pretende produzir informações atualizadas sobre a realidade local/regional da bacia hidrográfica do Bacanga, para orientar a tomada de decisões sobre os procedimentos mais adequados à redução dos impactos sobre as dimensões ambiental, social e econômica, contribuindo para o fortalecimento de ações voltadas para a geração de políticas públicas que privilegiem o capital social e a promoção do desenvolvimento sustentável.

## 2. METODOLOGIA

As informações produzidas foram obtidas a partir de dados primários e secundários, gerando novas informações, através de excursões e verdades de campo para reconhecimento dos habitats alterados, áreas de conflitos e transformações socioambientais, baseados em diagnósticos recentes de fatores ambientais, bióticos e antrópicos da bacia hidrográfica do Bacanga (Figura 1).



**Figura 1** - Mapa da bacia hidrográfica do Bacanga.  
Fonte: Autores.

### 2.1. Geologia

Os estudos geológicos foram baseados em feições estruturais (dobras, falhas e fraturas), buscando identificar principais unidades geológicas, no âmbito regional e local (Klein; Souza, 2012).

A descrição das unidades geológicas obedeceu aos aspectos geológicos e estruturais identificados no mapeamento de campo e confrontados com dados secundários, permitindo simplificação e objetividade no reconhecimento de todas as grandes unidades e subunidades geológicas na área estudada.

## 2.2. Geotecnia

A abordagem dos aspectos geotécnicos compreendeu uma análise integrada das informações geológicas, pedológicas, geomorfológicas, climatológicas e hidrográficas existentes na região estudada. Os critérios utilizados basearam-se na individualização e delimitação das unidades geológico-geotécnicas, conforme preconizado por Cooke e Doornkamp (1990), Lollo e Zuquette (1996), Zuquette e Gandolfi (2004).

A partir de ferramentas de geotecnologias e com base nas informações de campo confrontadas com dados secundários, estabeleceu-se graus de risco para as áreas suscetíveis a formação de processos erosivos, movimentos de massa e alagamentos.

## 2.3. Geomorfologia

A caracterização geomorfológica contribuiu para a confecção de um mapa Geomorfológico do trecho estudado, em escala adequada, com base nas informações de campo confrontadas com dados secundários.

A partir das feições geológicas identificadas realizou-se uma caracterização geomorfológica, abordando os principais aspectos fisiográficos e morfológicos do terreno (declividade das encostas, forma do relevo), dinâmica dos processos geomorfológicos (identificação de processos erosivos existentes), ocorrência e/ou susceptibilidade a processos erosivos, permitindo simplificação e objetividade na apresentação de todas as grandes unidades e subunidades geomorfológicas.

## 2.4. Uso e Cobertura do Solo

Através do emprego de técnicas de geoprocessamento e com o auxílio de cartas planialtimétricas e imagens de satélite executadas, em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do programa SPRING e com resolução espacial compatível foi identificado as classes de uso do solo e de cobertura vegetal, mapeadas dentro do trecho investigado. Na apresentação deste mapa, além das informações temáticas (uso e cobertura vegetal), inseriu-se também os limites da área, cursos d'água, estradas, localidades, limites municipais e limites de unidades de conservação.

## 2.5. Clima e Condições meteorológicas

A caracterização do Clima e das Condições Meteorológicas da área de estudo foi baseada em dados existentes da região (direção e velocidade dos ventos, temperatura, umidade do ar, pluviometria, nebulosidade e regime das chuvas). O estudo buscou o resgate de dados históricos, obtidos em estações climatológicas presentes na área de influência e em bibliografia especializada.

## 2.6. Qualidade da Água Superficial

A qualidade da água abordou as características hidrológicas da região, com parâmetros hidrológicos calculados através de dados e informações existentes na área investigada.

## 2.7. Caracterização Socioeconômica e Cultural do Eixo Itaqui-Bacanga

A Caracterização Socioeconômica e Cultural foi baseada no resgate de dados secundários e inserida nos contextos histórico de ocupação do território e da dinâmica Populacional e Territorial

## 2.8. Patrimônio Arqueológico e Histórico-Cultural

Caracterização do patrimônio histórico e cultural (material e imaterial), conforme Portaria Interministerial 419/2011 e indicação das áreas de potencial arqueológico alto, baixo e inexistente, com base em revisão da bibliografia, avaliação da possibilidade de existência de sítios, intensidade dos processos destrutivos atuantes.

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1. Geologia

A área onde está inserida a bacia hidrográfica do Bacanga, compõe as áreas da Ilha do Maranhão pertencente à Bacia Costeira de São Luís inserida na Bacia Intracratônica do Parnaíba. A Ilha do Maranhão ocupa parte setentrional do Golfão Maranhense, parte integrante da Bacia Costeira de São Luís, formada por rifteamento durante o Cretáceo (Eocretáceo-Albiano). Limita-se a norte pela plataforma continental, a sul pelos Altos Estruturais Arco Ferrer-Urbano Santos, disposto aproximadamente E-W, a leste pelo Horst de Rosário e a oeste por sedimentos da Baía de São Marcos. Trata-se de uma Ilha constituída por sedimentos e rochas sedimentares do período Cretácea ao Quaternário (IBGE, 2011; CPRM, 2020).

Os mapas geológicos disponíveis da região estão na escala 1:250.000, Folha São Luís SA.23-Z-A (RODRIGUES *et al.*, 1994) e na escala de 1:100.000 (Maranhão, 1998). A sedimentação na Bacia de São Luís iniciou-se com os sedimentos do Cretáceo da Formação Itapecuru, Formação Terciário-Paleogeno, Formação Barreiras e, finalmente, pelos sedimentos recentes da Formação Açuí (Barreto *et al.*, 2024).

A estratigrafia é descrita conforme Rodrigues *et al.* (1994) para a área (Quadro 1).

**Quadro 1:** Coluna estratigráfica da bacia de São Luís.

ERA/ PERÍODO		Unidades estratigráficas		Litologia	Potencial Mineral
CENOZOÍCO	Quaternário	Pleistoceno	FORMAÇÃO AÇUÍ	Areia fina a média, matura a submatura, com estratificação cruzada.	Areia
				Argila arenosa, maciça bioturbada	Areia Argila
	Terciário	Meso- -Miocene	FORMAÇÃO BARREIRAS	Areia fina a média, com concentrações ferruginosas, imatura, intercalações argilosas cauliníticas.	Argila Laterita Água Subterrânea
MESOZOÍCO	Mioceno	Formação Itapecuru	TERCIÁRIO PALEOGENO	Areia fina a silte, com bolas de argilito, submatura, conglomerados, estratificação ondulada e cruzada.	Areia Argila Água Subterrânea
	Cretáceo			Membro Alcântara Calcilititos, silte e areia muito fina, com argila, texturalmente imaturo, micáceo, estratificação plano-paralela	Calcário Argila
	Superior		Membro Psamítico	Arenito fino a médio, quartzo com feldspato, caulinizado, mica, nódulos ferruginizados, estratificação plano-paralela e cruzada.	Água subterrânea

**Fonte:** Rodrigues *et al.* (1994).

Estudos mais recentes sobre a evolução estratigráfica da Bacia de São Luís-Grajaú, que abrange a área, indicam a deposição de sedimentos cretáceos e pós-barreiras do Neopleistoceno ao Neoholoceno, utilizando datações por luminescência opticamente estimulada (Cunha; Sousa; Córdoba, 2019)

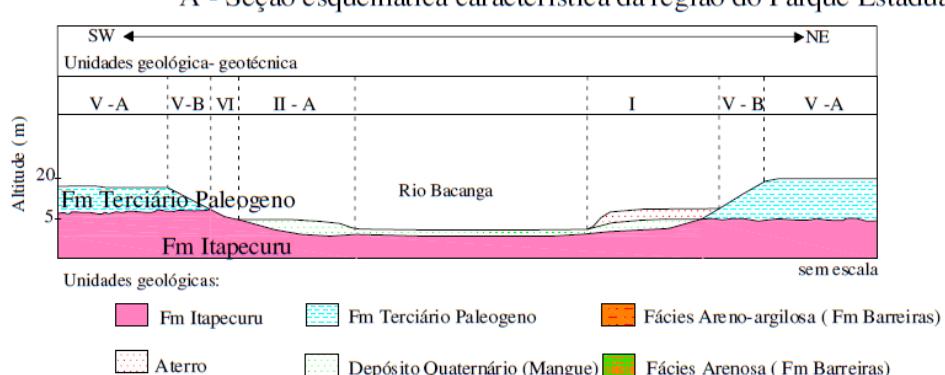
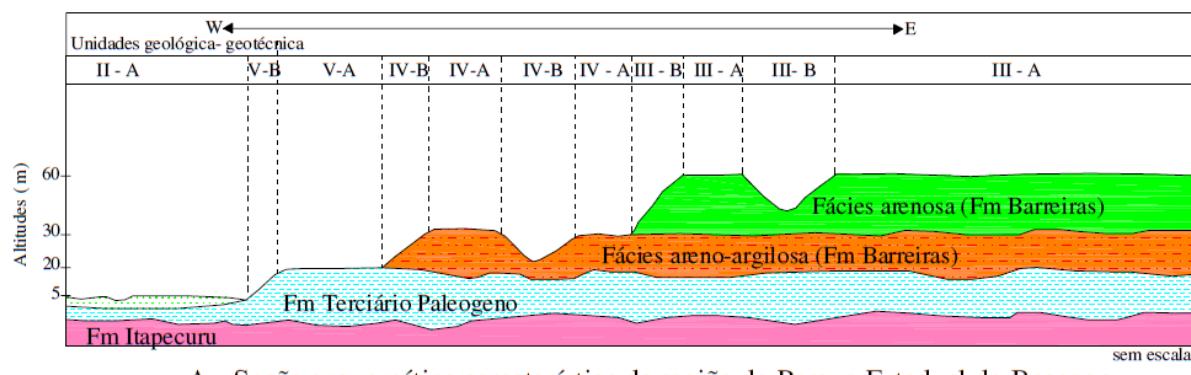
### 3.2. Geotecnia

As unidades geológicas-geotécnicas presentes na área apresentam comportamentos e propriedades geotécnicas diferentes que se refletem nos seguintes condicionantes como: litologia, tipos de solo, grau de intemperismo, espessura do solo, formas dos terrenos, declividades, permeabilidade, nível do lençol freático, e nos processos eminentes do meio físico como erosão, escorregamento de massa, inundação e outros (Pereira; Zaine, 2007).

Pereira e Zaine (2007) observaram na bacia hidrográfica do Bacanga sedimentos quaternários de mangue e depósitos de aluviões, além das planícies flúvio-marinhais e fluviais considerados solos moles (mangue) e material brejosos (aluviões) e apresenta uma rica biodiversidade associada ao mangue, planícies flúvio-marinhais e fluviais. Nestas áreas, os problemas e processos ambientais encontrados considerando a área de influência da atividade são: assoreamento, aterramento das nascentes e dos mangues, impermeabilizações, disposição de resíduos sólidos de forma inadequada,

desmatamentos, queimadas, contaminação das águas por esgoto lançado *in natura*, derramamento de óleo e seus derivados (Soares *et al.*, 2021).

As unidades geológicas-geotécnicas descritas por Pereira e Zaine (2007) foram definidas com base nas observações e integrações de características das unidades geológicas-geotécnicas e geomorfológicas, feições e elementos do relevo e tipos de solos, conforme apresentado por Rodrigues *et al.* (1994), RADAMBRASIL (1993), bem como adaptações a partir de informações de campo (Figura 2).



**Figura 2** - Secções esquemáticas ilustrando a distribuição das unidades geológicas-geotécnicas presentes na área investigada.

**Fonte:** Pereira e Zaine (2007)

A setorização de riscos a movimentos gravitacionais de massa, enchentes e inundações é uma prática fundamental para o planejamento do meio físico e a mitigação de perdas humanas e materiais. A ocorrência de movimentos gravitacionais de massa é um fenômeno natural potencializado em áreas urbanas, causando perdas materiais e humanas, como observado em bairros como Salinas do Sacavém e Vila Embratel na bacia do Bacanga (França *et al.*, 2017). Relatórios do Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) indicam a existência de áreas com alto potencial de perdas ou danos por inundações em municípios maranhenses, incluindo São Luís Gonzaga, reforçando a necessidade de ações preventivas (Barros; Oliveira Filho, 2023).

### 3.3. Geomorfologia

Os trabalhos enfocando a geomorfologia da Ilha do Maranhão estão centrados nos trabalhos de Ab'Saber (1960) e Barbosa e Pinto (1973), compilados nas publicações do projeto RADAM e no zoneamento ecológico-econômico do Maranhão (Maranhão, 2006). A porção setentrional do Estado do Maranhão está inserida na zona de transição entre os domínios morfoclimáticos nordestino e da Amazônia Oriental na qual exibe formas geomórficas complexas de terras firmes, colinas e tabuleiros.

O Golfão Maranhense é um complexo estuarino com marés de grande amplitude e características oceanográficas únicas, influenciadas pela descarga de rios e pela pluma Amazônia-Orinoco (Santana *et al.*, 2025). Ab'Saber (1960) observou que a região apresenta características geológicas e fisiográficas extraordinariamente diferentes do Golfão Amazonense e do Delta Parnaíba-Longá.

A região se caracteriza pela existência de um delta pleistocênico rejuvenescido e terraceado, cujas embocaduras dos grandes rios regionais deram origem a processos de afogamento formando as imensas rias. A topografia é composta por baixos níveis como: várzeas, terraços aluviais e deltaicos. Os níveis de baixos terraços, bem marcados, são encontrados em Belém e na Ilha do Marajó. Por outro lado, o Delta do Parnaíba-Longá pode ser considerado a mais perfeita região deltaica, formando vastos leques (Ab'Saber, 1960).

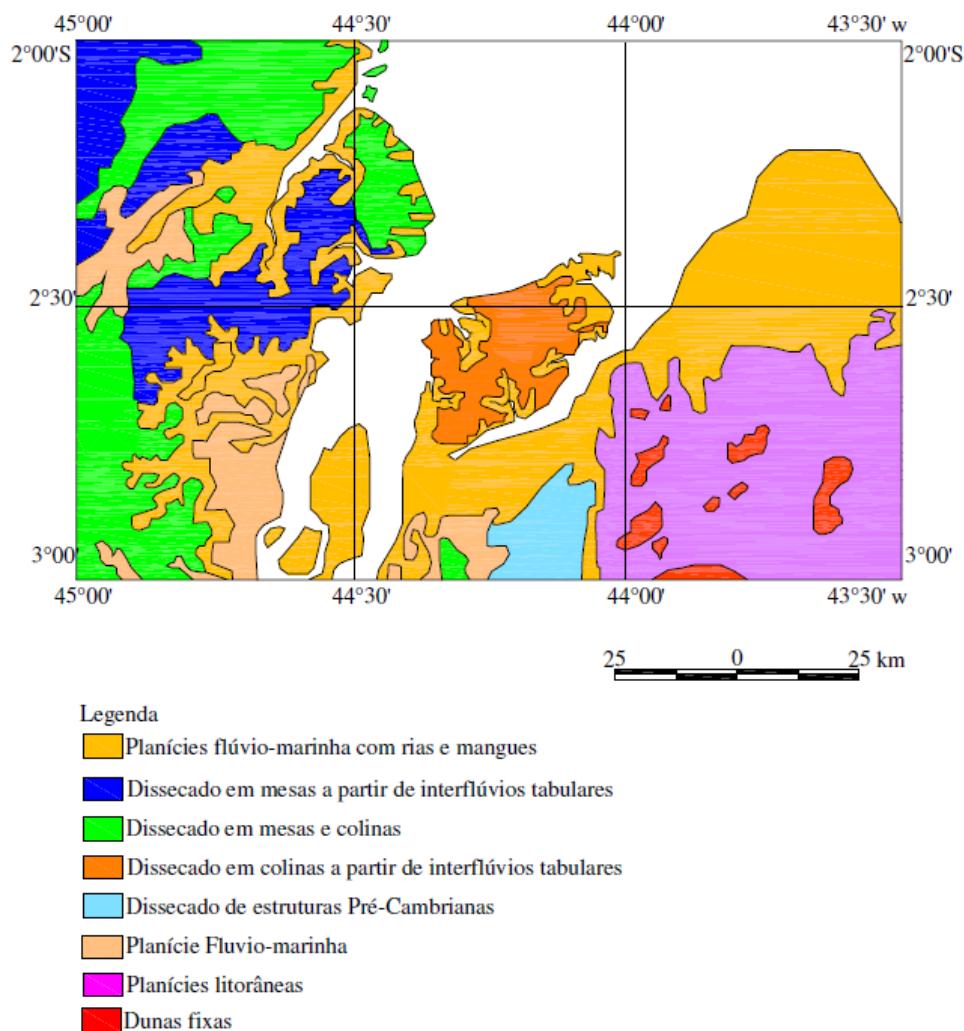
O Golfão Maranhense constitui um conjunto de caracteres geológicos e geomorfológicos que se destaca, na paisagem da região pela presença de uma ilha colinosa de sedimentos terciários. Assemelha-se à Ilha de Itaparica, em Pernambuco, considerando-se que em ambos os casos foi a erosão fluvial pós-pliocênica que as isolou ligeiramente dos terrenos terciários continentais sublitorâneos. Ab'Saber (1960) propôs um modelo de evolução geomórfica para a região:

Confins Interiores do Golfão Maranhense;

- Baixada Flúvio-Marinha de Perizes;
- Colinas Terciárias;
- Relevos Residuais que precedem os Chapadões Interiores;
- Chapadões das Regiões Centrais e Meridionais do Maranhão.

A Ilha de São Luís está situada no centro da Planície Flúvio-Marinha do Golfão Maranhense, sendo formada por rochas e sedimentos da Formação Itapecuru e Barreiras respectivamente, e estão cobertas por uma superfície de crosta ferruginosa que acompanha o relevo. Na ilha são encontradas algumas formas de relevo características do Estado do Maranhão, pois se apresentam nas faixas de baixas altitudes (0 - 5 m), as planícies flúvio-marinhais, formadas por extensivos mangues; com alturas

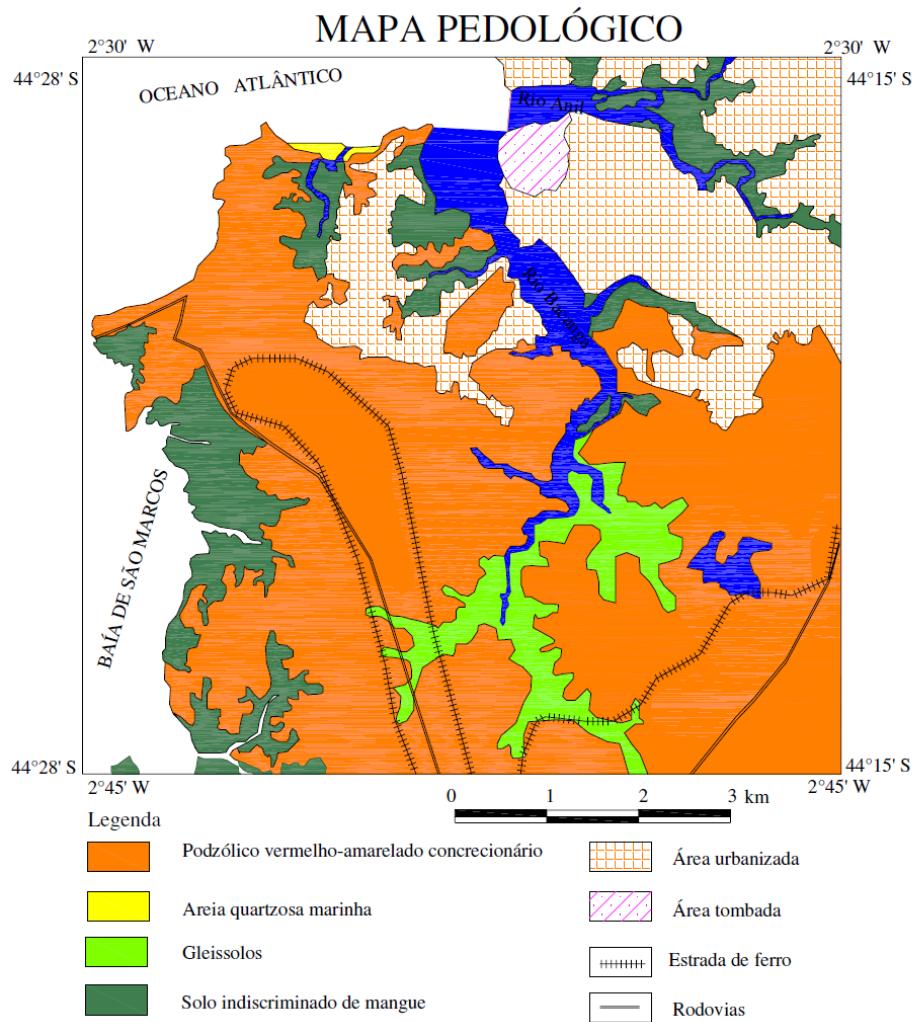
de 20 a 30 metros, as suaves colinas; e nas altitudes maiores, 40 a 60 metros, tem-se a presença dos tabuleiros. A maior altitude encontrada na ilha atinge 60 metros (Pereira; Zaine, 2007). A compartimentação geomorfológica do relevo maranhense, a partir de adaptações feitas do RADAMBRASIL (1973) encontra-se na Figura 3.



**Figura 3 - Compartimentação geomorfológica do relevo do Golfão Maranhense.**  
**Fonte:** Pereira e Zaine (2007).

### 3.4. Uso e Cobertura do Solo

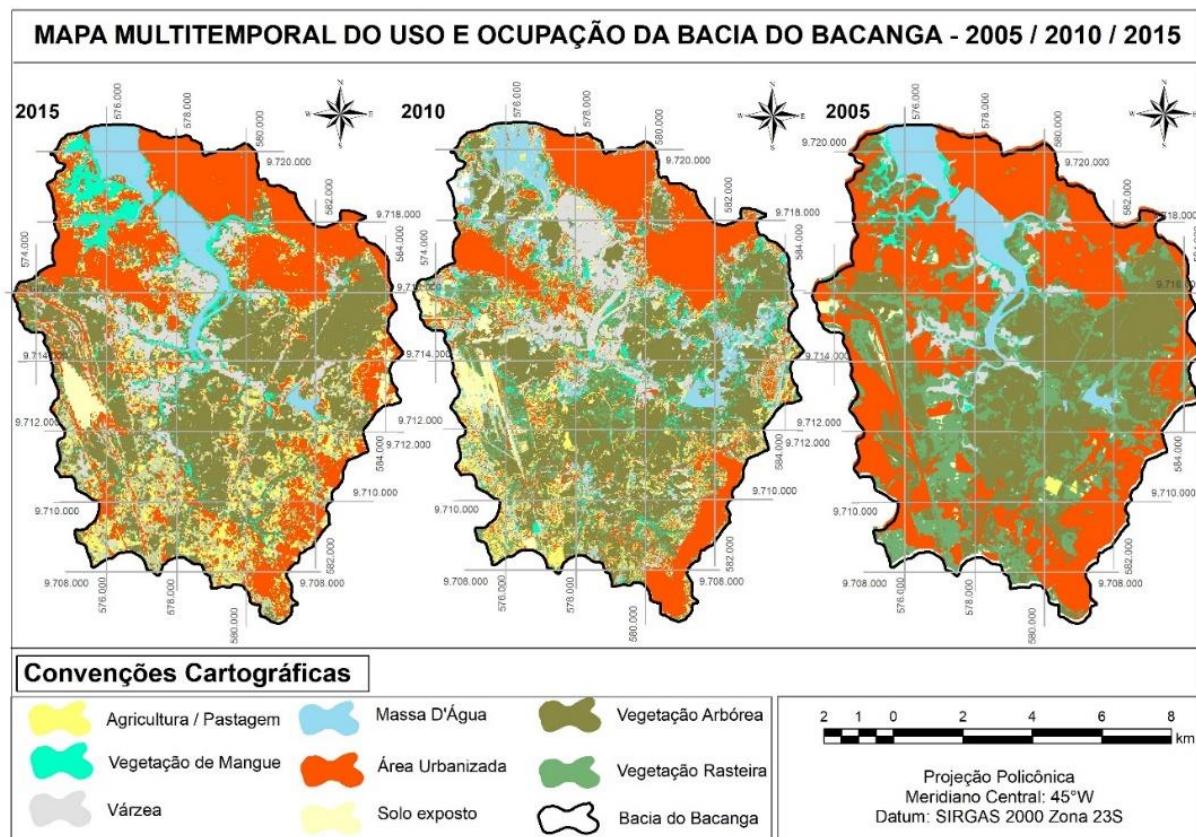
Os solos típicos encontrados ao longo da área de estudo consistem em solos autóctones derivados das rochas e sedimentos do Terciário Paleogeno e da Formação Barreiras, respectivamente. Maranhão (1998) realizou um mapeamento pedológico que contempla a área de estudo, na escala de 1:100.000, individualizando os solos podzólico vermelho-amarelo concrecionário, gleissolos, areia quartzosa distrófica latossólica e solo indiscriminado de mangue (Figura 4).



**Figura 4** - Mapa pedológico da Bacia do Rio Bacanga.  
Fonte: Adaptado de MARANHÃO (1998).

O solo residual, típico na área da Bacia do Rio Bacanga, caracteriza-se pela alta concentração de ferro nos sedimentos areno-argilosos, argilo-arenosos, areia fina, sendo, geralmente, capeado por extensas formações de laterita (petroplintitas), cuja gênese está diretamente relacionada com as condições geológicas e do clima tropical (Pereira; Zaine 2007).

Estudos realizados por Soares e Cardoso (2018) identificaram que ocorreram transformações relevantes das características da paisagem da bacia do Bacanga entre 2005 e 2015 (Figura 5). Esta situação impõe uma pressão crescente sobre os recursos naturais ainda existentes, com a possibilidade da perda de suas últimas características naturais, exercendo um impacto direto na qualidade de vida das comunidades locais e no funcionamento dos ecossistemas naturais.



**Figura 5** - Mapa de uso e cobertura do solo da Bacia do Rio Bacanga.

**Fonte:** Soares e Cardoso (2018).

As mudanças observadas na região estão diretamente relacionadas à expansão urbana e a exploração dos recursos naturais, que sem o devido planejamento e com caráter especulativo, podem refletir na ampliação de vários problemas socioambientais, dentre eles, a ocorrência de processos erosivos, a redução de áreas verdes e a deterioração da qualidade de água dos mananciais (Lisboa; Bezerra, 2023).

A interferência do uso e cobertura do solo no processo erosivo e na produção de sedimentos é um fator crítico (Rocha; Cabral, 2017). A escassez de água potável, intensificada pelo uso e manejo inadequado do solo em centros urbanos, é um problema recorrente que exige medidas conservacionistas (Freitas *et al.*, 2021). O conhecimento da dinâmica de uma bacia hidrográfica e o desenvolvimento de modelos matemáticos são essenciais para tomadas de decisão assertivas no planejamento do uso e cobertura do solo, visando mitigar a erosão e a produção de sedimentos (Jovino *et al.*, 2022).

### 3.5. Clima e Condições meteorológicas

O Estado do Maranhão localiza-se na faixa de transição entre o clima equatorial e tropical, estando a porção Nordeste do Estado na faixa equatorial e o restante na zona tropical. O clima da Ilha

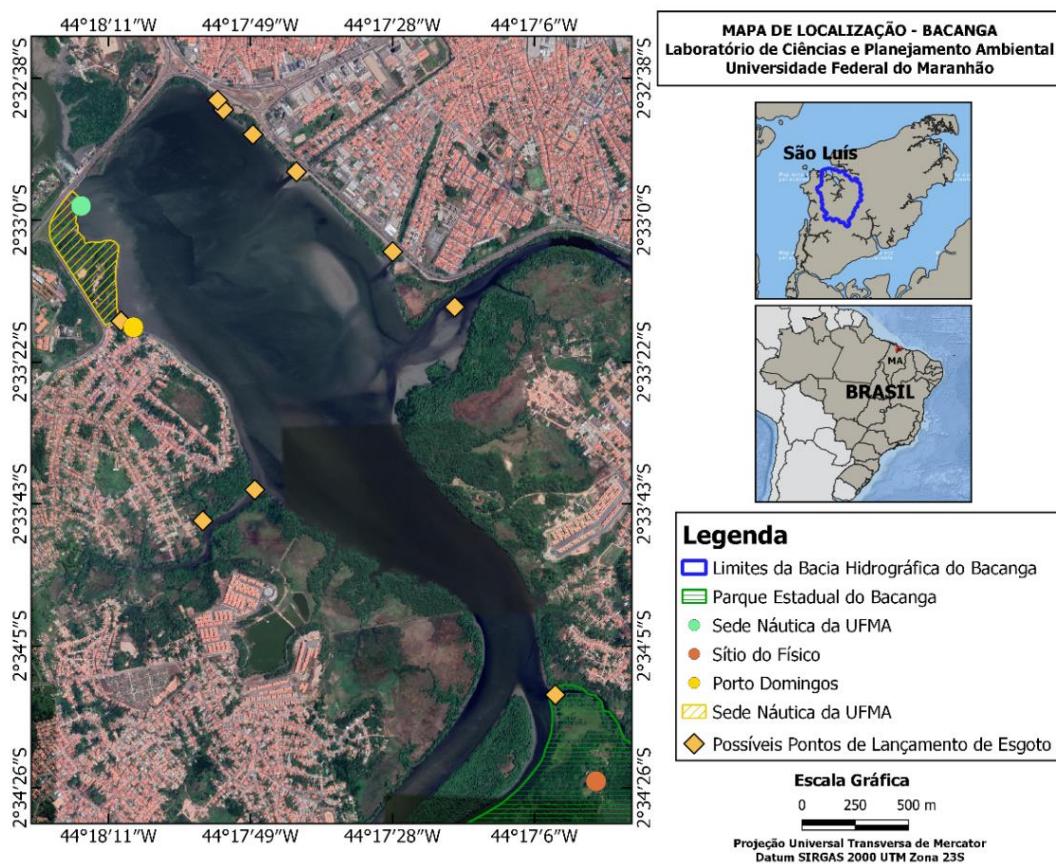
de São Luís, segundo a classificação proposta por Köppen, é tropical do tipo AW, com verões quentes e úmidos, temperatura média de 26,9º, pluviosidade média de 2118,6 mm/ano, umidade relativa do ar apresenta média anual entre 75 a 90%, duas estações bem definidas, chuvosa e seca, e ventos predominantes de nordeste. A influência de alísios de circulação local, da alta umidade e grande quantidade de nebulosidade durante todo o ano, faz com que grande parte da região litorânea não atinja máximas diárias muito elevadas (Corrêa; Carvalho; Mendes, 2023).

Em São Luís, embora a estação das chuvas se inicie em dezembro, somente a partir de janeiro ela registra quantidade superior às necessidades potenciais. Em março e abril a precipitação alcança valores elevados, normalmente acima de 400 mm para cada mês, sendo esses os meses das enchentes, as quais causam severos danos à população e prejuízos à economia (Morais *et al.*, 2024). O mês mais seco em São Luís é geralmente o de julho, com a escassez de chuvas prolongando-se até outubro (Pinheiro; Costa; Pinheiro, 2023). O município apresenta algumas variações climáticas, tanto espacial quanto temporal que podem causar sérios problemas nas atividades socioeconômicas (Nascimento; Silva; Nascimento, 2024).

Relatórios meteorológicos recentes da SEMA/MA confirmam a ocorrência de elevados índices pluviométricos no centro-norte do Maranhão durante o período chuvoso (janeiro a março), influenciados pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). No entanto, anomalias negativas de precipitação foram observadas em grande parte do estado, indicando um déficit de chuvas em algumas regiões, o que pode afetar a disponibilidade hídrica (SEMA, 2025).

### **3.6. Qualidade da água superficial**

Estudo realizado por Dias *et al.* (2024) sobre a caracterização da qualidade de água do Rio das Bicas, afluente do Rio Bacanga, apontaram contaminação por coliformes termotolerantes e presença da bactéria *Escherichia coli* no ecossistema. A alteração na qualidade de água da Bacia Hidrográfica do Bacanga, principalmente com relação aos parâmetros relacionados à balneabilidade, reflete os impactos devido o lançamento *in natura* de esgotos domésticos decorrente da ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico na bacia (Figura 6). Salienta-se que neste mesmo ambiente desenvolvem-se uma série de atividades socioeconômicas que, por sua vez, necessitam de contato primário com o ambiente aquático, como a pesca e o turismo embarcado (Costa *et al.*, 2024).



**Figura 6** - Indicação de fontes de lançamento de esgoto na Lagoa do Bacanga.

**Fonte:** Autores.

No alto curso, onde localizam-se os principais sistemas de nascentes que são formadoras dos riachos e rios que integram a bacia do Bacanga, ocorrem diversos impactos ambientais. Estudo realizado por Corrêa *et al.* (2020) identificaram intervenções antrópicas nas cabeceiras do sistema Batatã, devido o represamento do canal fluvial e ocupação irregular e desordenada nas margens do talvegue do rio, lançamento de resíduos domésticos em terreno baldio e o desencadeamento de processos erosivos no arruamento. Estes impactos além de colocarem a população em situação de vulnerabilidade, contribuem para redução da disponibilidade hídrica do reservatório do Batatã, principal manancial de abastecimento de água localizado na cidade de São Luís.

A perda das Áreas de Preservação Permanente (APP) no alto curso da bacia do Bacanga configura-se como uma das problemáticas identificadas por Soares (2010), cuja pesquisa apontou uma redução de 24,35% da cobertura vegetal dessas áreas entre os anos de 1976 e 2008. Essa diminuição representa a supressão de aproximadamente 115ha de vegetação legalmente protegida, sendo a expansão urbana e rural reconhecida como o principal fator responsável por tal degradação.

A falta de saneamento básico é um problema recorrente que afeta diretamente a saúde da população do entorno, com lançamento de esgoto e resíduos sólidos nos rios e sistemas de drenagem, mesmo em Áreas de Preservação Permanente (Costa *et al.*, 2024). A precariedade do acesso à água e

esgoto em ocupações urbanas tem sido associada a doenças infecciosas e parasitárias, impactando a qualidade de vida, sobretudo de mulheres e crianças (Arruda; Heller, 2022). Monitoramento da biodiversidade e a gestão ambiental são ferramentas cruciais para mitigar os impactos de intervenções antropogênicas e garantir a conservação dos ambientes naturais (ICMBIO, 2024).

### **3.7. Caracterização Socioeconômica e Cultural do Eixo Itaqui-Bacanga**

Os municípios da Microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís localizam-se dentro do território da Ilha de São Luís, que possui uma superfície de 1.453,1 km<sup>2</sup>, distribuída em quatro unidades político-administrativas: São Luís (831,7 km<sup>2</sup>); São José de Ribamar (436,1 km<sup>2</sup>); Paço do Lumiar (121,4 km<sup>2</sup>) e Raposa (63,9 km<sup>2</sup>). A população de São Luís foi estimada em 1.037.775 pessoas (IBGE, 2023).

Diversas pesquisas que estão sendo realizadas em seu território demonstram ocupação humana da Ilha de São Luís desde os primórdios, como atestam as presenças de vestígios arqueológicos, como os Sambaquis do Pindá e do Bacanga. Tribos indígenas, ligadas ao grupo tapuia, já habitavam o território quando se inicia a presença dos europeus na ilha. A Ilha de São Luís tem sua história moderna ligada à ocupação do território brasileiro pelos portugueses, enfrentando as tentativas de expansão francesa na conquista de territórios na América do Sul (Bandeira, 2018).

O Maranhão, assim como a quase totalidade do território brasileiro – à exceção de alguns estados como o Piauí e, evidentemente, aqueles que não são banhados pelo Oceano Atlântico – foi historicamente ocupado a partir de seu litoral, nele concentrando-se não apenas sua população, mas, também, as principais atividades econômicas nele desenvolvida. Dessa forma, a ilha de São Luís acabou por concentrar a maior quantidade de população do Estado assim como suas atividades econômicas mais importantes, o que acaba por concentrar, também, uma quantidade significativa de questões ambientais e de problemas sociais, decorrentes do modelo de desenvolvimento econômico que acabou sendo implantado no Estado e na região do município de São Luís (Burnett, 2006; Sant'ana, 2016)

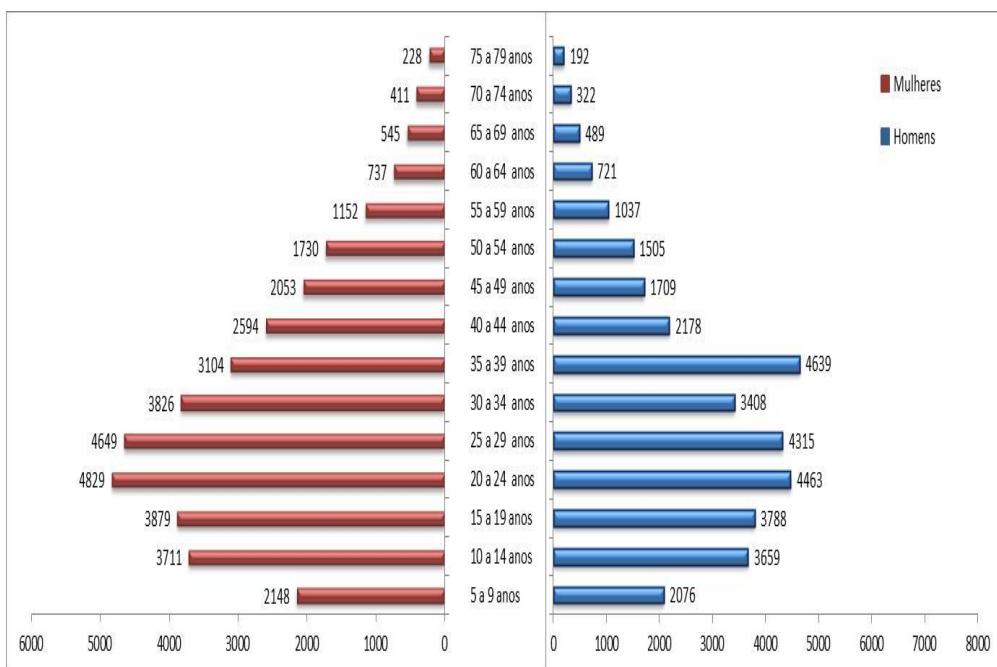
O estudo de uma população é melhor e corretamente analisado, a partir de uma combinação de elementos sociais, econômicos e ambientais. Alguns desses elementos, variáveis ou parâmetros, quando combinados, descrevem o perfil de uma população, ou comunidade. O estudo da dinâmica populacional pela análise de dados quantitativos cria implicações que poderão determinar mudanças importantes em políticas públicas (federais, estaduais e municipais), principalmente nas áreas de saúde, educação, habitação, saneamento, expansão urbana, transporte e previdência (Silva, 2023)

A partir do perfil populacional etário pôde-se gerar uma representação gráfica que sinaliza as características da população quanto ao aspecto avaliado. Além disso, esta representação possibilita

inferir alguns dos efeitos da situação demográfica sobre as condições de vida e sobre o potencial produtivo, ou seja, a população em idade economicamente ativa e inativa, entre outros.

A forma da pirâmide etária é constantemente associada ao grau de desenvolvimento da população descrita, sendo que esta revela mais sobre o estágio de crescimento econômico. A composição da população por idade e sexo, apesar de ser apresentado num determinado recorte temporal, reflete a dinâmica populacional. Para fins de planejamento econômico e social, costuma-se dividir a população em três faixas ou grupos etários principais: jovem, adulta ou madura e velha ou senil (Lazaretti; Marion Filho, 2018).

A Figura 7 representa a pirâmide etária de bairros localizados na bacia hidrográfica do Bacanga. No universo populacional em foco, há um perfil semelhante e peculiar às áreas de baixo desenvolvimento socioeconômico. Isto porque as bases das pirâmides, relacionada à população infantil e jovem (0–19 anos), apesar do contorno irregular, assemelham-se à forma de bojo, que caracteriza um grande crescimento populacional.



**Figura 7 - Pirâmide Etária considerando os bairros pertencentes a bacia hidrográfica do Bacanga**  
Fonte: Adaptado IBGE (2023).

A expansão urbana em São Luís, marcada pela valorização do solo e pela carência de infraestrutura em áreas periféricas, reflete as estratégias do capital no território urbano, resultando na fragmentação do espaço e na redistribuição espacial da população. A urbanização inadequada tem afetado a preservação do patrimônio histórico-cultural, especialmente em áreas de tombamento federal (Masullo; Lopes, 2016).

A dinâmica de expansão urbana em São Luís, com a inserção de condomínios verticais de alto e médio padrão e a valorização do solo urbano, aliada à carência de infraestrutura em lugares periféricos, reflete as estratégias do capital no território urbano, o que resulta na divisão da cidade e na redistribuição espacial da população (Santos, 2015).

### **3.8. Patrimônio Arqueológico e Histórico-Cultural**

A Ilha de São Luís é rica em sítios arqueológicos, como o Sítio Chácara Rosane, que data de mais de 6 mil anos e representa um marco da pré-história brasileira (Santos *et al.*, 2024). A Constituição Federal de 1988 estabelece que o patrimônio cultural é composto pelos bens de natureza material e imaterial, tomados individualmente ou em conjunto, portadores de referência à identidade, à ação, à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira, nos quais incluem os conjuntos urbanos, e sítios de valor histórico, artístico, paisagístico, arqueológico e científico.

Dentre os tópicos mais discutidos na literatura arqueológica atual destaca-se a problemática da preservação e gestão do patrimônio arqueológico, seja ainda na matriz arqueológica, que não sofrerá ou pelo menos não se pretendem realizar, intervenções no solo, isto é, a preservação *in situ*; seja aquele retirado de campo e que necessita de curadoria específica à sua manutenção para estudos, reflexões e perpetuação do saber arqueológico, a preservação *ex situ* (Lima *et al.*, 2021).

É notório que o patrimônio arqueológico é finito, estando constituído por produtos essencialmente vulneráveis, seja em função de agentes naturais ou antrópicos. Além disso, os bens arqueológicos apresentam a característica de, na maioria das vezes, estarem ocultos na paisagem, ou seja, os remanescentes culturais que compõem o patrimônio arqueológico podem ser destruídos antes mesmo de serem evidenciados pelas pesquisas científicas. A proteção do patrimônio cultural constitui-se condição *sine quo non* para a conservação e preservação de dados fundamentais sobre os processos históricos e culturais de uma nação garantindo, inclusive, a consolidação de sua memória sócio-histórica (SAB, 2021).

Neste sentido, o patrimônio arqueológico compreende a porção do patrimônio material para o qual os métodos da arqueologia fornecem os conhecimentos primários. Engloba todos os vestígios da existência humana e interessa todos os lugares onde há indícios de atividades humanas não importando quais sejam elas, estruturais e vestígios abandonados de todo tipo, na superfície, no subsolo ou sob as águas, assim como o material a eles associados (IPHAN, [s.d.]).

O quadro 2 mostra a relação dos sítios arqueológicos conhecidos na Ilha de São Luís.

**Quadro 2:** Sítios arqueológicos registrados na Ilha de São Luís.

Nº	Nome do Sítio	Município
1	Antiga Tupi	São Luís
2	Bacanga	São Luís
3	Engenho Tamancão	São Luís
4	Ruínas da Estrada da Gapara	São Luís
5	Furo do Arapapaí	São Luís
6	Maiobinha ou Sambaqui da Maiobinha	São Luís
7	Madureira	São Luís
8	Vila Conceição ou Alto Calhau	São Luís
9	Itapera	São Luís
10	Piranhênga	São Luís
11	Da Mata	São Luís
12	São Brás	São Luís
13	Maracujá	São Luís
14	Maiobinha 1	São Luís
15	Maiobinha 2	São Luís
16	Vinhais Velho	São Luís
17	Batatã	São Luís
18	Pindaí ou Sambaqui do Pindaí	São José de Ribamar
19	Casa da França	São Luís
20	Saramanta	São Luís
21	Estreito dos Mosquitos	São Luís
22	Caeira	São Luís
23	Gapara ou Sambaqui da Gapara	São Luís
24	Igreja de São Joaquim do Bacanga	São Luís
25	Quebra Pote	São Luís
26	Sítio do Físico	São Luís
27	Praça Goncalves Dias	São Luís
28	Piranhenga	São Luís
29	Madureira	São Luís
30	Porto do Arapapaí	São Luís
31	Pomar 1	São Luís
32	Pomar 2	São Luís
33	Campina do Maracanã	São Luís
34	Cajupari	São Luís
35	Riod	São Luís
36	Engenho	São Luís
37	Porto das Palmeiras	São Luís
38	Camboa dos Frades	São Luís

**Fonte:** FSADU/Petrobras (2010).

A preservação do patrimônio arqueológico é crucial para a pesquisa local e para resguardar espaços de identidade e memória coletiva, sendo objeto de estudos que discutem a relação entre

informação e arqueologia para a efetividade da preservação (Azevedo Netto, 2008). Descobertas recentes, como o Sítio Arqueológico Chácara Rosane, em São Luís, reforçam a grandiosidade e excepcionalidade do patrimônio nacional, evidenciando uma longa história de ocupação humana na ilha (IPHAN, 2024). A aplicação de geoprocessamento tem sido enfatizada para a identificação e predição de sítios arqueológicos, como as camboas de pedra, estruturas de pesca localizadas em zonas estuarinas e praiais do litoral maranhense (Santos *et al.*, 2024)

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A região da bacia hidrográfica do Bacanga está assentada em três compartimentos geológicos distintos: planícies lamosas, depósitos de mangues e em menor parte, sobre o tabuleiro relacionado a sedimentos consolidados da formação Barreiras, conferindo ao ambiente feições originais bastante expressivas e extremamente frágeis que se descharacterizam ao longo do processo de sua ocupação.

As informações geológicas e hidrogeológicas apresentadas para a área indicam uma alta vulnerabilidade à intrusão da cunha salina.

O perfil litológico indica que as camadas portadoras de água subterrânea ocorrem em torno de 50 metros de profundidade, a partir das intercalações com siltitos e argilitos, siltitos e arenitos finos. As camadas arenosas de menor profundidade devem atuar menos como aquíferos e mais como meio de transito das águas percoladas, em razão da baixa saturação, que explica a intermitência do sistema fluvial regional.

A região é coberta por sedimentos quaternários compreendendo uma área extensa e plana pertencente à planície flúvio-marinha e fluvial, constituída por sedimentos lodosos, ricos em matéria orgânicas e nutrientes, mal drenados, pertencentes à Formação Açuí. A área apresenta uma rica biodiversidade associada ao manguezal, porém, sofre com os problemas ambientais oriundos da intensa urbanização tais como: assoreamento, inundação, urbanização do mangue (aterramento), lançamento de resíduos sólidos, desmatamentos e queimadas.

Entre os processos físicos passíveis de avaliação na área de estudo, destacam-se os processos erosivos, áreas com instabilidades de taludes, áreas sujeitas a alagamentos e assoreamento e/ou sedimentação dos corpos hídricos.

O padrão de uso e ocupação do solo demonstra um acentuado crescimento demográfico e expansão das malhas urbanas em direção a zona costeira a partir da década de 80, com a instalação do entreposto de minério de ferro da Companhia VALE, próximo ao porto de Itaqui e implantação da ALUMAR e do Terminal Marítimo da Ponta da Madeira, criando um novo vetor de crescimento e aumentando o processo de adensamento urbano nas proximidades da bacia hidrográfica do Bacanga.

Este crescimento vem pressionando gradativamente a vegetação natural, ampliando o grau de fragmentação e afetando a riqueza e diversidade das formações remanescentes. A região, portanto, constitui, atualmente, em sua maior porção, um mosaico vegetacional de sucessão. Manguezais, Restingas, Babaçuais, Florestas Secundárias (Capoeiras), Matas de Várzeas e Matas de Galeria são as principais tipologias vegetais dos sítios investigados.

A alteração na qualidade de água na Lagoa do Bacanga, principalmente com relação aos parâmetros relacionados à balneabilidade, reflete os impactos devido o lançamento *in natura* de esgotos domésticos decorrente da ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico

A presença dos sítios arqueológicos já conhecidos na região demonstra que a área averiguada fora ocupada por distintos grupos humanos relacionados a períodos pré-coloniais e históricos.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Contribuição a geomorfologia do Estado do Maranhão. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 3, n. 5, p. 35-44, 1960.
- ARRUDA, A. E.; HELLER, L. Acesso à água e esgotos em ocupação urbana na Região Metropolitana de Belo Horizonte: efeitos na saúde, qualidade de vida e relações de gênero. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 32, p. e320204, 2022.
- AZEVEDO NETTO, C. X. Preservação do patrimônio arqueológico: reflexões através do registro e transferência da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 37, p. 7-17, 2008.
- BANDEIRA, A. M. Os sambaquis na Ilha de São Luís-MA: processo de formação, cultura material cerâmica e cronologia. **Revista Memorare**, v. 5, n. 1, p. 315-360, 2018.
- BARBOSA, G. V.; PINTO, M. N. Geomorfologia das Folhas SA-23 (São Luís) e parte da Folha SA-24 (Folha Fortaleza). In: **RADAMBRASIL, Levantamento de Recursos Naturais**, v. 3. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1973.
- BARRETO, H. N.; DANTAS, M. E.; PEREIRA, E. D.; SANTOS, J. H. S. Geomorphology of Maranhão State. In: **Geomorphology of the Northeast Region of Brazil**. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024. p. 17-48.
- BARROS, J. S.; OLIVEIRA FILHO, J. M. **Setorização de áreas de risco geológico**: São Luís Gonzaga do Maranhão. Belo Horizonte: SGB-CPRM, jan. 2023. Relatório técnico. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/23427>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- BURNETT, C. F. L. **Urbanização e desenvolvimento sustentável**: a sustentabilidade dos tipos de urbanização na cidade de São Luís do Maranhão. 2006. 230 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.
- CAMARA, L. R. A.; SANTOS, M. C.; COSTA, A. B. S.; CAMARA, A. B. P.; COELHO, G. T. F. Análise Físico-Química e Bacteriológica da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, São Luís –

MA. In: RODRIGUES, J. F. (org). **Inovação, Gestão e Sustentabilidade**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. cap. 7, p. 112-120.

CASTRO, A. C. L.; COSTA, J. J.; SILVA, M. H. L.; AZEVEDO, J. W. J. Riscos Ambientais das Ocupações Irregulares nas Planícies Alagáveis da Bacia Hidrográfica do Bacanga, Ilha de São Luís, Maranhão. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Fortaleza, v. 15, p. 339-351, 2024.

CASTRO, T. C.; CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SILVA, M. H. L.; FERREIRA, H. R. S.; AZEVEDO, J. W. J.; FRANÇA, V. L. Social and Environmental Impacts on Rural Communities Residing Near the Industrial Complex of São Luis Island, State of Maranhão, Brazil. **Journal of Sustainable Development (Impresso)**, Toronto, v. 10, p. 249-260, 2017.

COELHO, K. K. F.; CASTRO, A. C. L. Mudanças Socioeconômicas e Ambientais da População Ribeirinha na Bacia Hidrográfica do Rio Anil, São Luís-MA. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, v. 22, n. 2, p. 1091-1120, 2019.

COOKE. R. U.; DOORNKAMP, J. C. **Geomorfology in Environment Management: a new introduction**. Oxford: Clarendon Press, 1990. 410p.

CORRÊA, V. E. S.; RIBEIRO, D. R. R.; PINHEIRO JUNIOR, J. R.; SOARES, L. S. Análise da Integridade das Áreas de Preservação Permanente das Sub-Bacias do Batatã e Maracanã, Sistema Bacanga. In: SILVA, G. C.; CAETANO, A. N. G.; PEREIRA, W. L. M.; SILVA, V. I. B.; MACHADO, A. M. B.; SOHN, C. D. M. (Org.). **Impactos ambientais da exploração dos recursos hídricos e energéticos**. 1ed. São Luís: EDUFMA, 2022, p. 84-92.

CORRÊA, W.; CARVALHO, M. W. L.; MENDES, T. J. Atualização da classificação climática e balanço hídrico climatológico no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 32, p. 517-543, 2023.

COSTA, J. M.; SOARES, L. S.; MACHADO, A. M. B.; BANDEIRA, A. M.; AQUINO JÚNIOR, J. Paisagem Percepções e Análise Swot: Abordagem Holística: Turismo, Saúde Ambiental da Bacia do Bacanga. **Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, Iporá, v. 13, n. 5, p. 272-289, 2024.

COSTA, M. J. M.; DUALIBE, R. O.; CUTRIM, K. D. G.; FEITOSA, A. C. Educação ambiental e patrimonial: perspectivas e contribuições para a preservação do patrimônio natural e desenvolvimento da área Itaqui-Bacanga em São Luís-MA. **Revista CPC**, São Paulo, v. 15, n. 29, p. 96-123, 2020.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Geodiversidade da Ilha do Maranhão: levantamento da geodiversidade – nota explicativa**. Teresina: CPRM, 2020. 149 p. Escala 1:50.000. Disponível em: [https://rigeo.sgb.gov.br/Geodiversidade\\_da\\_Ilha\\_do\\_Maranhao.pdf](https://rigeo.sgb.gov.br/Geodiversidade_da_Ilha_do_Maranhao.pdf). Acesso em: 13 jul. 2025.

CUNHA, J. A. O.; SOUSA, D. C.; CÓRDOBA, V. C. Evolução estratigráfica dos depósitos cretáceos da porção norte da Bacia de São Luís-Grajaú (NE do Brasil). **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 151-170, 2019.

DIAS, L. N.; TEIXEIRA, A. F.; SILVA, M. H. L.; CASTRO, A. C. L. Avaliação da Qualidade Ambiental da Sub-bacia do Rio das Bicas, Ilha de São Luís – MA. **REDE: Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 16, n. 2, 2024.

FERREIRA, É. P.; CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SOUZA, A. J. S.; LYRA, I. N. O.; SERRA, L. A.; SOARES, L. A.; MARTINS, J. C. S. Os efeitos ambientais do desenvolvimento industrial e as comunidades tradicionais do distrito industrial de São Luís–MA. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, Paraná, v. 22, n. 3, p. e3847-e3847, 2024a.

FERREIRA, É. P.; CASTRO, A. C. L.; SOARES, L. S.; SOUZA, A. J. S.; SILVA, T. S.; MATOS, M. E. S.; JANSEN, T. R. S.; LYRA, I. N. O. Alterações na dinâmica territorial do distrito industrial de São Luís–MA e os impactos no modo de vida das comunidades tradicionais. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, Paraná, v. 22, n. 3, p. e3848-e3848, 2024b.

FRANÇA, D. V. B.; MORAIS, M. S; SILVA, Q. D.; BEZERRA, J. F. R. Movimentos gravitacionais de massa na bacia hidrográfica do Bacanga: o caso dos bairros Vila Embratel e Salinas do Sacavém–São Luís/MA. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, Campinas, v. 1, p. 3795-3806, 2017.

FREITAS, W. B.; SPLETOZER, A. G.; SILVEIRA, L. J.; BARBOSA, R. A. Influência do uso e manejo do solo na infiltração de água: uma revisão. In: Guimarães LB, Freitas PG (ed). **Meio ambiente: gestão, preservação e desenvolvimento sustentável**. Rio De Janeiro: E-publicar, 2021. cap. 28, p. 417-434.

FSADU/Petrobras. **Estudo de Impacto Ambiental-Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Terminal Aquaviário da Petrobras no Itaqui. Fundação Sousândrade de Apoio e Desenvolvimento da UFMA**. São Luís – MA. 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geologia do Maranhão**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. São Luís (MA). **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis>. Acesso em: 13 jul. 2025.

ICMBio – INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Monitoramento da biodiversidade para conservação dos ambientes marinhos e costeiros**. Brasília: ICMBio, 2024. ISBN 978-65-5693-074-9. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/publicacoes-diversas/fauna-e-flora/monitoramento-da-biodiversidade-para-conservacao-dos-ambientes-marinhos-e-costeiros-1.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Patrimônio arqueológico**. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/patrimonio-cultural/patrimonio-archeologico/>. Acesso em: 14 jul. 2025.

IPHAN – INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Sítio arqueológico em São Luís (MA) representa marco da pré-história brasileira**. Brasília: IPHAN, 08 jan. 2024. Atualizado em 05 abr. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/iphan/pt-br/assuntos/noticias/sitio-archeologico-chacara-rosane-em-sao-luis-ma-representa-marco-da-pre-historia-brasileira>. Acesso em: 13 jul. 2025.

JOVINO, E. S.; ANGELINI, R.; COSTA, C. W.; BRESSIANI, D. A.; CUNHA, K. P. V. Impactos do uso e cobertura do solo na produção de sedimentos em área de manancial peri-urbano tropical. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 34, p. e64640, 2022.

KLEIN, E. L.; SOUSA, C. S. Geologia e recursos Minerais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas–SIG: texto explicativo dos mapas Geológico e de recursos Minerais do Estado do Maranhão. **Escala**, v. 1, n. 750, 2012.

LAZARETTI, L. R.; MARION FILHO, P. J. Estrutura etária e crescimento econômico: evidências no Rio Grande do Sul/Brasil (1991-2010). **Economía, sociedad y territorio**, Zinacantepec, v. 18, n. 58, p. 797-823, 2018.

LIMA, M.; SILVA, M. A.; LIMA, S. C.; CASSINO, M. F.; TAMANAHA, E. Desafios das práticas arqueológicas e da preservação: dinâmicas socioculturais sobre e nos entornos dos sítios arqueológicos na Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 16, n. 2, p. e20190153, 2021.

LIMA, S. M. S. A.; LOPES, W. G. R.; FAÇANHA, A. C. Urban planning challenges in the expansion of cities: Between plans and reality. **URBE: Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 11, p. e20180037, 2019.

LISBOA, G. S.; BEZERRA, J. F. R. Análise das propriedades física do solo dos processos erosivos acelerados na bacia do Rio Bacanga: o caso das voçorocas Torres e Cepromar. **Revista Contexto Geográfico**, Maceió v. 8, n. 17, p. 63-77, 2023.

MARANHÃO. **Estudo de Pedologia e cobertura vegetal. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.** Programa. Estadual de Gerenciamento Costeiro Macrozoneamento diagnóstico ambiental da microrregião de aglomeração urbana de São Luís e dos municípios de Alcântara, Bacabeira e Rosário. São Luís: SEMA/GERCO, 1998, 186 p., Apostila.

MARANHÃO. **Zoneamento ecológico-econômico do Estado do Maranhão.** Maranhão: Governo do Estado do Maranhão, 2006. Disponível em <http://www.zee.ma.gov.br>. Acesso em: 13 jul. 2025.

NASCIMENTO, G. V. S.; DA SILVA, I. W. H.; DO NASCIMENTO, M. B. Análise da precipitação anual e da quadra chuvosa para o município de São Luís, Maranhão. **Para Onde!?**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, 2024.

PEREIRA, E. D.; ZAINÉ, J. E. Mapa geológico-Geotécnico da Bacia do Rio Bacanga – São Luís (MA). **Geociências**, Rio Claro, v. 26, n. 1, p. 45-54, 2007.

PINHEIRO, J. M.; COSTA, M. I. A.; PINHEIRO, G. C. Identification of climatic patterns and atmospheric dynamics in São Luís, Maranhão. **Geoambiente On-line**, Goiânia, n. 47, 2023.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**, v. 3. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1973.

RADAMBRASIL. **Mapa de Geomorfologia da Folha SA 23 São Luís, escala 1:1.000.000**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1993.

ROCHA, I. R.; CABRAL, J. B. P. Alterações no Uso da Terra da Bacia Hidrográfica da UHE Salto do Rio Verdinho, Goiás, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, p. 142-153, 2017.

RODRIGUES, T. L. N.; ARAUJO, C. C.; CAMOZZATO, E.; RAMGRAB, G. E. (Org) **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: São Luís, Folha SA-23-2-A, Cururupu Folha SA-23-X-C, escala 1: 250.000**, Brasília: CPRM, 1994, 185 p.

SAB – SOCIEDADE DE ARQUEOLOGIA BRASILEIRA. **Presente e futuro do patrimônio arqueológico no Brasil.** Consultor Jurídico, São Paulo, 26 jul. 2021. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2021-jul-26/opiniao-presente-futuro-patrimonio-arqueologico-brasil/>. Acesso em: 13 jul. 2025.

SANT'ANA JÚNIOR, H. A. Complexo portuário, reserva extrativista e desenvolvimento no Maranhão. **Caderno CRH**, Salvador, v. 29, n. 77, p. 281-294, 2016.

SANTANA, T. C.; SÁ, J. P.; ABREU, J. M. S.; FERNANDES, J. F. F.; GONÇALVES, H. G. P.; BARROS, M. C.; CARVALHO-COSTA, L. F.; TCHAICKA, L.; FRAGA, E. C. The marine and estuarine bony fishes (Teleostei) of the Golfão Maranhense on the eastern Amazon coast, northern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 85, p. e286625, 2025.

SANTOS, L. E. N. Estratégias do capital na produção do espaço urbano: o processo de verticalização e as desigualdades socioespaciais em São Luís, Maranhão. **Caderno de Geografia**, Coimbra, v. 25, n. 44, p. 191-220, 2015.

SANTOS, T. C. B. V.; SOARES, L. S.; SANTOS, M. C. F. V.; BANDEIRA, A. M. Utilização de geoprocessamento na localização de potenciais sítios arqueológicos associados a camboas de pedra no litoral maranhense. **Cadernos do LEPAARQ (UFPEL)**, p. 144-151, 2024.

SEMA/MA – SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS. **Informe Meteorológico nº 28/25.** São Luís: SEMA/MA, 2025. Disponível em: [https://www.sema.ma.gov.br/uploads/sema/docs/N%C2%80\\_28\\_25\\_INFORME\\_METEOROL%C3%93GICO.pdf](https://www.sema.ma.gov.br/uploads/sema/docs/N%C2%80_28_25_INFORME_METEOROL%C3%93GICO.pdf). Acesso em: 13 jul. 2025.

SILVA, C. A. M. Trajetórias socioeconômicas compartilhadas no Brasil: cenários para a dinâmica populacional e os desafios à adaptação e mitigação. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Rio de Janeiro, v. 40, p. e0250, 2023.

SOARES, L. S. **Avaliação da Aplicação do “Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas” como Subsídios para Formulação de Políticas Públicas de Conservação das Sub-bacias Hidrográficas dos Rios Batatã e Maracanã, Ilha de São Luís – MA.** 2010. 216 p. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010.

SOARES, L. S.; BANDEIRA, A. M.; SILVA, M. H. L.; CASTRO, A. C. L. Análise integrada e problemas socioambientais da bacia hidrográfica do Bacanga, São Luís-MA. **Rede: Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 138-150, 2021.

SOARES, L. S.; CARDOSO, K. M. O. Avaliação da Dinâmica da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, São Luís – MA. In: RODRIGUES, V. P. (org.). **Caderno de resumos do XXX Seminário de Iniciação Científica SEMIC**. São Luís: EDUFMA, 2018. p. 162.

TEIXEIRA, A. F.; ROSA, D. T. V.; DIAS, L. N.; CASTRO, A. C. L. Impactos da ocupação humana na sub-bacia do Rio Maracanã, pertencente à bacia hidrográfica do Bacanga, Ilha de São Luís-MA. **Revista Territorium Terram**, São João del-Rei, v. 7, n. 13, p. 574-586, 2024.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. **Cartografia geotécnica**. São Paulo: Oficina de texto, 2004. 190p.