



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA  
CURSO DE OCEANOGRAFIA

ANTONIO JEFERSON MUNIZ ALMEIDA

**A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL: HISTÓRICO DE EVOLUÇÃO DA  
OCUPAÇÃO URBANA E SEUS IMPACTOS.**

São Luís - MA

2021

ANTONIO JEFERSON MUNIZ ALMEIDA

**A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL: HISTÓRICO DE EVOLUÇÃO DA  
OCUPAÇÃO URBANA E SEUS IMPACTOS.**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, no formato de artigo, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Samara Aranha Eschrique

São Luís - MA  
2021

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

Almeida, Antonio Jeferson Muniz.

A Bacia Hidrográfica do Rio Anil: Histórico de Ocupação da Evolução Urbana e Seus Impactos / Antonio Jeferson Muniz Almeida. - 2021.

30 f.

Coorientador(a): Adilson Matheus Borges Machado.

Orientador(a): Samara Aranha Eschrique.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2021.

1. Classificação supervisionada. 2. Evolução urbana. 3. Histórico ambiental. 4. Suscetibilidade ambiental. 5. Uso e ocupação da terra. I. Eschrique, Samara Aranha. II. Machado, Adilson Matheus Borges. III. Título.

ANTONIO JEFERSON MUNIZ ALMEIDA

**A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL: HISTÓRICO DE EVOLUÇÃO DA  
OCUPAÇÃO URBANA E SEUS IMPACTOS.**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, no formato de artigo, como requisito para obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Samara Aranha Eschrique  
**(Orientadora/UFMA)**

---

Prof<sup>o</sup>. MSc. Adilson Matheus Borges Machado  
**(UFMA)**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Arkley Marques Bandeira  
**(UFMA)**



## RESUMO

O desenvolvimento urbanístico ocorrido na bacia hidrográfica do rio Anil nos últimos 50 anos, após o fenômeno migratório em direção à capital, agravou os problemas ambientais ocasionados por tensores antropogênicos. O rio, por sua vez, sofre com problemas de contaminação, assoreamento e desaparecimento de nascentes importantes nas áreas mais afetadas. Portanto, o presente trabalho tem o objetivo identificar como se deu o processo de urbanização na bacia e seus possíveis impactos sobre o ambiente, além de identificar as zonas mais suscetíveis a impactos ambientais. A metodologia abrange estudos realizados na área ao longo dos últimos 50 anos e classificação supervisionada do uso e ocupação da área. Os resultados revelam que, as áreas de vegetação deram espaço a indústrias e moradias formais e informais, ocupando a maior área da bacia, enfatizando que, a zona do alto curso do rio é a mais suscetível a impactos.

***Palavras-chave:* Suscetibilidade ambiental, uso e ocupação do solo, classificação supervisionada, evolução urbana, histórico ambiental.**

## ABSTRACT

The urban expansion that has taken place in the Anil river basin in the last 50 years, after the migratory phenomenon towards the capital, has aggravated the environmental problems caused by anthropogenic tensors. The river, in turn, suffers from problems of contamination, silting, and the disappearance of important springs in the most affected areas. Therefore, this work aims to identify how the urbanization process in the basin took place and its possible impacts on the environment, in addition to identifying the most susceptible areas to environmental impacts. The methodology encompasses studies carried out in the area over the last 50 years and supervised classification of the use and occupation of the area. The results reveal that the vegetation areas gave space to formal and informal housing and industries, occupying the largest area of the basin, emphasizing that the upper course area of the river is the most susceptible to impacts.

**Keywords:** Susceptibility, land use and occupation, supervised classification, urban evolution, environmental history.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>DADOS E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>Produção Cartográfica .....</b>	<b>12</b>
<b>Classificação Supervisionada .....</b>	<b>13</b>
<b>Índice de Suscetibilidade dos cursos baixo, médio e alto do rio Anil ...</b>	<b>13</b>
<b>A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL E SEUS DIVERSOS USOS .....</b>	<b>14</b>
<b>Aspectos históricos envolvendo o processo de urbanização .....</b>	<b>14</b>
<b>Potenciais impactos sobre a qualidade da água do rio Anil.....</b>	<b>16</b>
<b>Potenciais impactos sobre a biota .....</b>	<b>18</b>
<b>Potenciais impactos na população Local .....</b>	<b>19</b>
<b>FASES DA OCUPAÇÃO URBANA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL AO LONGO DOS ÚLTIMOS 50 ANOS .....</b>	<b>20</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>30</b>

# A Bacia Hidrográfica do Rio Anil: histórico de evolução da ocupação urbana e seus impactos.

---

ANTONIO JEFERSON MUNIZ ALMEIDA<sup>1</sup>  
SAMARA ARANHA ESCHRIQUE<sup>2</sup>  
ADILSON MATHEUS BORGES MACHADO<sup>3</sup>  
ARKLEY MARQUES BANDEIRA<sup>4</sup>

## Resumo

O desenvolvimento urbanístico ocorrido na Bacia Hidrográfica do Rio Anil nos últimos 50 anos, após o fenômeno migratório em direção à capital, agravou os problemas ambientais ocasionados por tensores antropogênicos. O rio, por sua vez, sofre com problemas de contaminação, assoreamento e desaparecimento de nascentes importantes nas áreas mais afetadas. Portanto, o presente trabalho tem o objetivo identificar como se deu o processo de urbanização na bacia e seus possíveis impactos sobre o ambiente, além de identificar as zonas mais suscetíveis a impactos ambientais. A metodologia abrange estudos realizados na área ao longo dos últimos 50 anos e classificação supervisionada do uso e ocupação da área. Os resultados revelam que, as áreas de vegetação deram espaço a indústrias e moradias formais e informais, ocupando a maior área da bacia, enfatizando que, a zona do alto curso do rio é a mais suscetível a impactos.

**Palavras-chave:** Suscetibilidade ambiental, uso e ocupação da terra, classificação supervisionada, evolução urbana, histórico ambiental.

## Abstract

The urban expansion that has taken place in the Anil river basin in the last 50 years, after the migratory phenomenon towards the capital, has aggravated the environmental problems caused by anthropogenic tensors. The river, in turn, suffers from problems of contamination, silting, and the disappearance of important springs in the most affected areas. Therefore, this work aims to identify how the urbanization process in the basin took place and its possible impacts on the environment, in addition to identifying the most susceptible areas to environmental impacts. The methodology encompasses studies carried out in the area over the last 50 years and supervised classification of the use and occupation

of the area. The results reveal that the vegetation areas gave space to formal and informal housing and industries, occupying the largest area of the basin, emphasizing that the upper course area of the river is the most susceptible to impacts.

**Keywords:** Susceptibility, land use and occupation, supervised classification, urban evolution, environmental history.

### Resumen

El desarrollo urbanístico que se ha producido en la cuenca del río Anil en los últimos 50 años, luego del fenómeno migratorio hacia la capital, ha agravado los problemas ambientales provocados por tenses antropogénicos. El río, a su vez, adolece de problemas de contaminación, sedimentación y desaparición de importantes manantiales en las zonas más afectadas. Por tanto, este trabajo tiene como objetivo identificar cómo se desarrolló el proceso de urbanización en la cuenca y sus posibles impactos sobre el medio ambiente, además de identificar las áreas más susceptibles a impactos medioambientales. La metodología engloba los estudios realizados en la zona durante los últimos 50 años y la clasificación supervisada del uso y ocupación de la zona. Los resultados revelan que las áreas de vegetación dieron lugar a industrias y viviendas formales e informales, ocupando el área más grande de la cuenca, enfatizando que el área del curso superior del río es más susceptible a impactos.

**Palabras-chave:** Susceptibilidad, uso y ocupación del suelo, clasificación supervisada, evolución urbana, historia ambiental.

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbanístico ocorrido durante o processo de industrialização no Brasil acarretou na migração de milhares de pessoas para as grandes cidades em busca de emprego e melhoria na qualidade de vida. A concentração da população nos grandes centros urbanos não tem sido acompanhada de programas governamentais eficientes para o ordenamento do uso e ocupação do solo. Isso tem levado, principalmente, a população mais carente a ocupar áreas naturalmente inadequadas ou, suscetíveis a riscos naturais e que são ocupadas sem os mínimos preceitos técnicos (PFALTZGRAFF, 2007).

O fenômeno migratório direcionado à capital do estado do Maranhão, que ganhou importância na década de 1960 e 1970 (IBGE, 1971), atingiu seu ponto mais alto na década de 1980, momento em que a Cidade de São Luís apresentou, segundo o censo do IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), um dos maiores índices de crescimento populacional urbano do Brasil (IBGE, 1981).

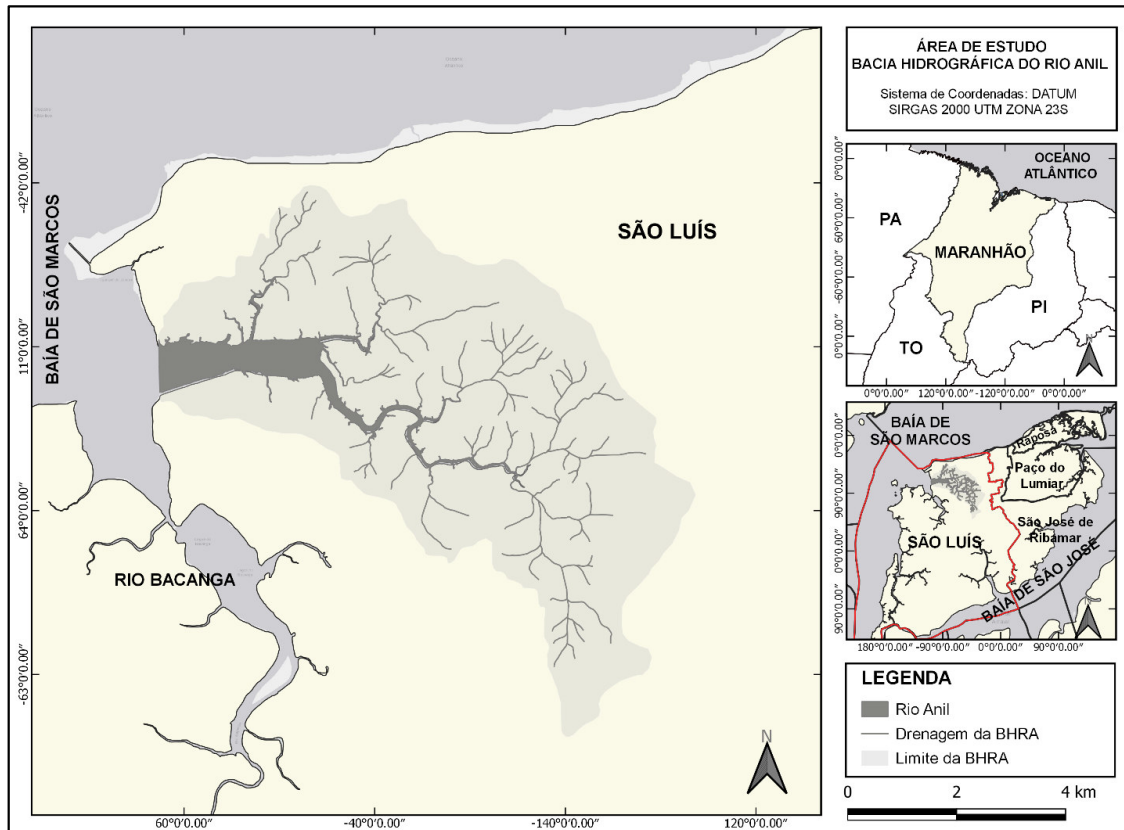
No estado do Maranhão, apesar de haver grande disponibilidade hídrica, tem-se observado nos últimos anos problemas ambientais nos corpos d'água das suas principais bacias, os quais são oriundos da ocupação antrópica e provocados por uso de práticas agroecológicas, comprometendo os mananciais, bem como áreas de manguezais (Brasil, 2002).

Segundo Guerra & Cunha (2005), o desenvolvimento socioeconômico acelerado e desordenado em São Luís ocasionou diversos impactos para os ambientes localizados na região metropolitana, dentre eles, a área da Bacia Hidrográfica do Rio Anil. A partir da segunda metade do século XIX, que caracteriza a segunda fase dos surtos de ocupação do rio Anil, estradas foram construídas, ligando o centro aos atuais bairros do Anil, João Paulo, Vinhais e Calhau, o que contribuiu para a descentralização urbana gradual do centro histórico de São Luís (SOUZA, 2005).

A Bacia Hidrográfica do Rio Anil (BHRA) concentra atualmente a maior área urbanizada relativa ao município de São Luís, possuindo cerca de 244.982 habitantes (Mapa Urbano de São Luís – Bacias Hidrográficas), além de ser a bacia mais urbanizada da Ilha do Maranhão (Figura 1). Mesmo sendo densamente urbanizada, apresenta ainda, um grande contingente de ecossistemas naturais, como o manguezal. A sua urbanização

é resultado do seu processo histórico de ocupação e caracterizado pela ausência de planejamento ambiental e urbano adequado.

**Figura 1.** Área da bacia hidrográfica do rio Anil.



Fonte: Organização do autor

Os problemas decorrentes da expansão urbana são extensivos aos corpos hídricos pelo despejo *in natura* dos esgotos domésticos e pela carga difusa, chorume e sedimentos dos loteamentos abertos que a eles aportam. Portanto, qualquer acréscimo de área ocupada ou adensamento populacional estará agravando, ainda mais, o problema que, atualmente, configura-se como muito grave (DINIZ, 2004). Segundo Teixeira *et al.* (2004), o saneamento possui um impacto profundo na qualidade de vida de uma população, interagindo com questões culturais, econômicas e políticas de uma determinada região.

O presente estudo parte do pressuposto que, o processo de urbanização desordenada da Bacia Hidrográfica do Rio Anil, bem como uso decorrente da exploração de recursos naturais tais como a pesca, uso do solo e água para diversos fins, tem afetado a preservação do ambiente natural, considerando que estes apresentam grande fragilidade, do ponto de vista ambiental às interações antrópicas. Assim, o presente estudo fornecerá

informações sobre a evolução do histórico do uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Anil e seus principais impactos sobre esta, ao longo dos últimos 50 anos.

## **DADOS E MÉTODOS**

O trabalho compreende uma pesquisa bibliográfica, em que fora utilizado como base de dados *on-line* a Biblioteca Digital da Universidade Federal do Maranhão, Boletim do Laboratório de Hidrologia da Universidade Federal do Maranhão, Revista CEUMA Perspectivas, revistas, periódicos e domínios físicos. O levantamento bibliográfico histórico abrangeu o período de 1970 a 2020, compreendendo 50 anos, e em termos de fonte de pesquisa, englobou artigos científicos, monografias, dissertações e teses. Portanto, foi adotado uma abordagem multidisciplinar, dando ênfase ao momento histórico da Bacia Hidrográfica do Rio Anil, o papel da ocupação urbana nas alterações na vegetação da região entre as décadas de 1970 e 2010, as consequências das interrelações entre a dimensão humana e o meio ambiente natural sobre as condições físicas e químicas do rio Anil, bem como o aporte de poluentes provenientes da descarga de esgoto, oriundo da falta de saneamento básico.

### ***Produção Cartográfica***

As análises foram feitas buscando comparar as modificações aparentes ao longo das décadas, a partir do ano de 1970. Portanto, foram selecionadas 5 imagens que correspondem aos anos de 1975, 1984, 1999, 2009 e 2017 para a produção do mapa de uso e ocupação do solo da área da Bacia Hidrográfica do Rio Anil. Buscou-se selecionar imagens sem a presença de nuvens para melhor visualização e redução da interferência nos resultados. O *software* livre QGis 3.10.11 foi utilizado no pré-processamento das imagens, classificação supervisionada e produção dos mapas de uso e ocupação e dos cursos baixo, médio e alto, com base nos setores censitários definidos pelo IBGE no CENSO de 2010. O sistema de projeção cartográfica utilizado foi UTM (*Universal Transversa de Mercator*), fuso 23S, Datum SIRGAS-2000.



### ***Classificação Supervisionada***

A classificação foi feita a partir do plugin *Semi-Automatic Classification* (SCP), por meio do *software* livre QGIS 3.10.11. As imagens utilizadas foram obtidas a partir das missões do satélite Landsat 2, 5 e 8 (órbita/ponto: 237/062, 220/062, 220/062, 221/062 e 221/062), nas resoluções de 80 m, 30 m e 15 m, através das imagens fornecidas pelo USGS (*United States Geological Survey*), 2018. Para o mapeamento temático foram utilizadas 5 classes, as quais correspondem a: (1) Água, (2) Mangue, (3) Área Ocupada, (4) Vegetação Arbustiva e Rasteira, (5) Solo Exposto.

Para as imagens obtidas através das missões do Landsat-8, realizou-se uma fusão das imagens para combinar as informações espectrais das bandas multiespectrais com a informação geométrica (espacial) mais detalhada da banda pancromática (Banda 8), com o objetivo de melhorar a resolução das imagens, com o auxílio da ferramenta *Band set* do plugin *Semi-Automatic Classification* do *Software* QGIS 3.10.11 (MACHADO, 2020). Contudo, as imagens obtidas através das missões do Landsat-5 e Landsat-2 não apresentavam a banda pancromática, e devido a isso, não foi possível melhorar a resolução das imagens dos anos de 1975, 1984, 1999 e 2009.

### ***Índice de Suscetibilidade Ambiental dos cursos baixo, médio e alto do rio Anil***

O índice de suscetibilidade foi construído a partir da carta de setores censitários do IBGE, 2010, e dos dados de salinidade do rio Anil, com base no levantamento bibliográfico realizado no presente estudo.

Para construir o indicador de cada dimensão (Tabela 1), considerou-se que, salinidades inferiores a 5 g kg<sup>-1</sup> correspondem a suscetibilidade baixa; entre 5 a 20 g kg<sup>-1</sup> correspondem a suscetibilidade moderada; acima de 20 g kg<sup>-1</sup> correspondem a suscetibilidade alta. Já para os setores censitários, considerou-se que, abaixo de 50 correspondem a suscetibilidade baixa; entre 50 a 200 correspondem a suscetibilidade moderada; acima de 200 suscetibilidade alta.

Por fim, fazendo a combinação das duas dimensões (Setores censitários e Salinidade), foi gerado um “índice de suscetibilidade ambiental” de cada curso do rio Anil, com a finalidade de identificar qual área representa maior suscetibilidade aos tenses

antropogênicos. Os cursos alto, médio e baixo foram classificados de acordo com o estudo realizado por (2005), conforme apresentado na Figura 3. Para a divisão das zonas, adotou-se dois critérios: geomorfológico e socioeconômico.

**Tabela 1.** Construção do índice de suscetibilidade por meio da combinação da quantidade de setores censitários e salinidade do rio Anil.

Dimensões		Classificação
Setores Censitários	Salinidade	Índice de Suscetibilidade
Suscetibilidade Baixa	Suscetibilidade Baixa	1. Suscetibilidade Baixa
Suscetibilidade Baixa	Suscetibilidade Moderada	2. Suscetibilidade Baixa-Moderada
Suscetibilidade Moderada	Suscetibilidade Moderada	3. Suscetibilidade Moderada
Suscetibilidade Alta	Suscetibilidade Moderada	4. Suscetibilidade Moderada-Alta
Suscetibilidade Alta	Suscetibilidade Alta	5. Suscetibilidade Alta

Fonte: Organização do autor

## A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ANIL E SEUS DIVERSOS USOS

### *Aspectos históricos envolvendo o processo de urbanização*

O rio Anil, antes denominado rio Maioba pelos Tupinambás, foi assim renomeado pois suas margens eram povoadas por uma planta chamada Anil, e segundo ITAPARY (1995) o rio passou a ser denominado dessa forma a partir de 1730, devido à substância azul desprendida das folhas de Anil, que tingia suas águas de azul.

Em 1614 o rio Anil foi descrito como sendo profundo e largo, desembocando no mar ao pé do rochedo onde foi construído o Forte de São Luís, e onde existia o único ancoradouro da ilha do Maranhão, em que era possível fundear com toda segurança navios de mil a mil e duzentas toneladas (D'ABBEVILLE, 2002). Sua importância no desenvolvimento de São Luís foi destacada por Trovão (1997), que enfatizou a utilização do rio Anil como meio de comunicação e via de transporte de diversos gêneros, produtos agrícolas e matéria prima para indústrias.

O processo histórico de desenvolvimento ocupacional na Bacia Hidrográfica do Rio Anil está intrinsecamente ligado ao desenvolvimento de São Luís, uma vez que este rio vem sendo usado desde as primeiras tentativas de ocupação na capital do Maranhão.

O município de São Luís no ano de 1972 apresentava uma população total de 31.604 habitantes, já em 2010, apresentava população total de 1.014.837 de habitantes, com cerca de 94,5% da população vivendo em área urbana. Em 2020 a população foi estimada pelo IBGE em 1.108.975 habitantes, tendo ainda sua grande maioria morando em áreas urbanas (IBGE, 2021). Na Bacia Hidrográfica do Rio Anil o cenário de aumento populacional é o mesmo. Essa bacia foi a primeira a ser ocupada no início da colonização da ilha do Maranhão, onde estão localizados os municípios de São Luís, Paço do Lumiar, São José de Ribamar e Raposa, ocorrido a partir da foz do rio Anil (SOUZA, 2005).

A partir da década de 50 do século passado, São Luís sagrou-se vitoriosa com a instalação de grandes projetos minero-metalúrgicos em seu território, o que ocasionou um renascimento urbano decorrente do intenso fluxo migratório ocorrido no estado do Maranhão rumo à capital. Certamente, o processo de desenvolvimento urbano de São Luís está ligado à instalação de indústrias de grande porte, tais como CRVD (Companhia Vale do Rio Doce, hoje intitulada VALE S.A.), e ALUMAR (Consórcio Alumínio do Maranhão) (BRITO, 2009). Segundo Gomes (2001), existia a perspectiva de gerar cerca de 25 mil empregos temporários, por parte desse projeto, aliada às obras em conjuntos habitacionais e no sistema viário oriundas do PNCCPM (Programa Nacional de Capitais e Cidades de Porte Médio) como parte da Política Nacional de Desenvolvimento Urbana (PNDU). Outras indústrias se instalaram nas margens do rio Anil no século XX, como a Companhia Brasileira de Óleos e a Companhia Carioca de Óleos (PORTELA, 2002). Destaca-se ainda, a presença do hospital da rede Sarah, ao longo do curso do rio Anil, mas precisamente, na porção estuarina.

Devido a isso, houve grande migração de pessoas oriundas do meio rural, e segundo o IBGE, as décadas de 70 e 80 foram evidenciadas por um aumento de 99,5%; sendo que desse valor percentual, 42,2% correspondiam a pessoas oriundas do interior. Assim, somando-se também a mão-de-obra mais qualificada, houve ainda mais pressão em termos de demanda por espaço territorial, o que explica o fenômeno de valorização imobiliária obedecendo aos critérios pautados em aspectos econômicos, de conforto e proximidade do centro (FERREIRA, 2001).

Souza (2005) relatou que as décadas de 80 e 90 foram marcadas pela multiplicação de ocupações irregulares, comumente chamadas de invasões, em sua maioria na região do tabuleiro central, nas proximidades das nascentes do rio Anil, e também pelo crescimento dos bairros na margem direita, próximo à foz, como São Francisco e Renascença.

É importante ressaltar que, as águas do rio Anil também foram utilizadas, por muito tempo, para consumo humano. Em 1856, a Companhia Anil tinha a finalidade de fornecer à população água potável dos mananciais do rio Anil. A Companhia se tornou operante em 1862, contudo, após sofrer com sabotagens, a mesma foi dissolvida, pois ameaçava os negócios da poderosa D. Ana Jansen, que vendia água em carroças pela cidade (MORAES, 1989).

Assim, percebe-se como se configura a infraestrutura urbana de São Luís, inclusive os problemas causados entre eles, destacam-se os problemas ambientais nas áreas de mangues, especificamente os manguezais localizados na Bacia Hidrográfica do Rio Anil, pois para a construção de palafitas ocorre todo um processo de desmatamento dos mangues, onde a vegetação é cortada, deixando-se apenas as raízes da vegetação (GOMES, 2001). Segundo Bezerra (2008), a lógica da ocupação das áreas de mangue, pautou-se pela acessibilidade promovida pela instalação de corredores viários. Assim, o processo de ocupação se deu originalmente pelas áreas mais próximas aos referidos corredores.

### ***Potenciais impactos sobre a qualidade da água do rio Anil***

Em 2019, São Luís se encontrava na posição 83<sup>a</sup> no quesito de indicadores de saneamento básico no *ranking* composto pelas 100 maiores cidades do país. Segundo os dados do mesmo *ranking*, apenas 48,73% da população se beneficia da coleta de esgoto, sendo que, destes, somente 15,77% é tratado, apesar da existência de serviços de água tratada para 83,23% dos habitantes (SNIS, 2019). Os dados da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Maranhão (CAEMA), mostraram que o rio Anil recebia uma carga de cerca de 40.840 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> de efluentes sanitários na década de 80, que foram ampliadas para 50.600 m<sup>3</sup> dia<sup>-1</sup> na década de 90 (ATAÍDE, 1999). Caridade & Santos (2017),

apontaram que apenas seis bairros, dentre os inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Anil, que se enquadram como bom no que se refere a esgotamento sanitário.

Considerando que a qualidade da água é um fator determinante para a manutenção da saúde da população, Gomes (2001) mostrou que a construção desordenada de palafitas nas margens do rio Anil gerou o lançamento de efluentes domésticos e de resíduos sólidos no canal fluvial, agravando a proliferação de doenças vetoriais que atingem a população ribeirinha local.

Feitosa (1989), identificou baixa contribuição fluvial no período de estiagem, contudo, identificou baixos valores de salinidade no período chuvoso, devido ao aumento na vazão do rio Anil, facilitando o processo de dissolução dos íons salinos na água, considerando as zonas dos cursos baixo e médio. De acordo com Machado (2017) a salinidade do rio Anil apresenta características típicas de regiões estuarinas, com altos valores no período de estiagem ( $34,02 \text{ g kg}^{-1}$ ), quando a competência fluvial diminui, permitindo que a maré atue com maior intensidade no estuário.

Serra *et al.* (2003) demonstrou o crítico estado sanitário e ambiental do estuário do rio Anil, com base em pesquisas envolvendo avaliações microbiológicas e parâmetros ambientais. Ao encontrar altos valores de nitrito ( $1,91 \text{ mg L}^{-1}$ ) e amônia ( $3,41 \text{ mg L}^{-1}$ ), constatou que as maiores concentrações destes compostos ocorriam no período de estiagem da região, devido à ausência de chuvas. O nitrito é uma forma intermediária de nitrogênio raramente acumulado em condições naturais. Seu acúmulo, portanto, sugere um desequilíbrio nos ciclos biogeoquímicos na região, além de ser tóxico à biota como um todo.

Ao estudar o índice de estado trófico e o índice de proteção à vida aquática no rio Anil, Silva *et al.* (2014) observaram altas concentrações de fósforo em áreas próximas às nascentes, e ressaltaram a inexistência de coleta e tratamento de esgoto nestes pontos. Os mesmos autores, demonstraram ainda o estado crítico variando de supereutrófico a hipereutrófico, e classificações como *ruim* e *péssimo* no que se refere à qualidade da água, em função tanto da elevada concentração de nitrogênio amoniacal como da baixa concentração de oxigênio dissolvido.

O estudo de Santos (2018), ressalta o acréscimo das concentrações de metais-traço nos sedimentos de interesse ambiental em duas frações granulométricas no estuário do rio Anil, evidenciando a forte influência da densidade demográfica sobre o ambiente,

principalmente pela emissão de esgoto doméstico e hospitalar que contribuem para a entrada de metais de origem antropogênica no ambiente. Contudo, ao encontrar valores máximos de  $7,37 \mu\text{g g}^{-1}$  para Alumínio e  $5,15 \mu\text{g g}^{-1}$  para Ferro, enfatizou que o estuário do rio Anil está sujeito, ainda, à influência da descarga fluvial, em decorrência da drenagem da bacia hidrográfica, considerando que as principais fontes desses elementos nesta região é a formação litológica.

Souza (2005) observou que, apesar de algumas concentrações de metais-traço no sedimento terem ultrapassado os limites considerados como não contaminado pelas Agências Ambientais do Canadá e EUA, (Níquel:  $22,03 \mu\text{g g}^{-1}$ , Cobre:  $30 \mu\text{g g}^{-1}$  e Zinco  $131,2 \mu\text{g g}^{-1}$ ), na maioria dos resultados os valores ficaram muito próximos do limite. Em outras palavras, tomando-se como base o estudo realizado, a porção estuarina do rio Anil não foi considerada como contaminada, embora houvesse necessidade de atenção especial a alguns elementos como o que apresentaram valores crescentes, sobretudo no baixo curso. É importante ressaltar que, ao longo da pesquisa, notou-se que o rio Anil apresenta escassez em estudos voltados para contaminação do corpo hídrico, entretanto, com base nos estudos citados, é perceptível a vulnerabilidade do ambiente aos tensores antropogênicos gerados a partir do processo histórico de urbanização desordenada em São Luís.

### ***Potenciais impactos sobre a biota***

Apesar de não ser utilizado como manancial da cidade, segundo Souza (2005), o rio Anil serviu, e ainda continua servindo, embora de maneira muito precária, como fonte de pescado e diversos outros recursos naturais, sobretudo para as populações menos favorecidas, que dependem de forma direta ou indireta desses recursos. Contudo, devido às pressões advindas do intenso aglomerado urbano que se instalou na área da Bacia Hidrográfica do Rio Anil, alguns estudos apontaram impactos nas comunidades de peixes e moluscos importantes para o consumo humano da população ribeirinha local.

Em termos de biota, Martins-Juras *et al.* (1987) identificaram o predomínio das famílias *Ariidae* (bagres), *Mugilidae* (tainhas), *Sciaenidae* (pescadas) e *Engraulidae* (sardinhas), tanto em número de indivíduos como de espécies no estuário do rio Anil. Em 2003, Pinheiro-Júnior observou a existência de 43 espécies de peixes pertencentes a 35

gêneros e 23 famílias, enfatizando a dominância das espécies *Arius herzbergii* (bagre guribú), *Mugil curema* (tainha sajuba), *Pseudauchenipterus nodosus* (papista) e *Mugil gaimardianus* (tainha pitui), representando cerca de 87% das espécies capturadas, não sendo mais tão frequentes organismos da família *Sciaenidae*, de maior valor comercial.

Segundo Serra *et al.* (2003) a extração de moluscos como o sururu (*Mytella falcata*) e sarnambi (*Anomalocardia brasiliiana*) também era bastante comum no rio Anil, muito embora seus estudos tenham apontado a contaminação destes moluscos pela bactéria *Vibrio parahaemolyticus*, apresentando sérios riscos de intoxicação alimentar para a população consumidora. Desta forma é importante ressaltar que, os maiores índices de contaminação de sururu foram no período de estiagem, devido ao menor aporte de água doce (Salinidade: 14 a 19 UPS), porém os índices mais elevados para o sarnambi foram encontrados em áreas com baixa salinidade (Salinidade: 5 a 10 UPS), enfatizando a necessidade de estudo para a compreensão do comportamento de determinados microrganismos patogênicos em ambientes complexos como os estuários (Serra *et al.*, 2001).

### **Potenciais impactos na população local**

A bacia do rio Anil apresenta uma situação que não atende aos eixos propostos no saneamento básico, sendo deficiente nos padrões da prestação dos serviços de saneamento básico e, conseqüentemente, grande variação nos indicadores de salubridade ambiental que impactam negativamente na comunidade local (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Sabe-se que, de 1970 a 1994 uma área localizada à direita do rio Anil, nas proximidades do bairro do Jaracaty, foi utilizada para disposição final de todo o lixo da cidade de São Luís. Este rio, então, sofreu impactos de escoamentos oriundos do “Lixão do Jaracaty”, cujos efeitos se fazem sentir até hoje, sendo que a área em questão representava um dos principais focos de vetores patológicos, que oferecem riscos para a saúde pública de expressiva parcela da população assentada nos bairros, que se encontram na sua influência imediata (FREIRE, 1990; DE ALCÂNTARA, 2004).

Acreditando que o estado de poluição bacteriológica fluvial possa ser responsável pela causa principal das diarreias infantis nesta cidade, Lee Liao *et al.* (1984), ao determinar

o número de bactérias totais e o índice de coliformes totais e fecais, constatou que as águas do rio Anil não podiam ser utilizadas para abastecimento da cidade, entretanto, caso houvesse autoridades da saúde pública que se dispusessem a tomar providências quanto ao tratamento dos esgotos sanitários antes do desaguamento no rio, a população ribeirinha poderia desenvolver atividades de lazer e de fins profissionais sem risco de contaminação.

O estudo de Caridade & Santos (2007) revelou a grosso modo que, os casos de Hepatite A na região da BHRA estavam relacionados com o tipo de abastecimento de água e esgotamento sanitário da região, enfatizando que, os altos casos (variando de 7 a 18) foram condicionados pelo uso do rio, lago, mar e fossa séptica para diversos fins, bem como fonte de abastecimento de água, fonte de lazer e pesca, além do descarte de efluentes domésticos.

Em 2009, as doenças mais frequentes no local relacionadas ao contato com a água do rio Anil, de acordo com o relato dos entrevistados nos estudos de Martins & Lopes (2009), foram infecções intestinais e dermatites, sendo a maior incidência destas onde a quantidade de lixo lançada no rio era maior.

Já em 2018, dentre as doenças que mais acometiam as pessoas que moravam em áreas de palafitas nas margens do rio Anil, a gripe era a mais comum (48%), seguida de uma série de outras enfermidades (22%), como dor de cabeça, alergias, asma, febre, diarreia, leptospirose, tuberculose, micoses e verminoses. A dengue também foi muito citada (19%) (COELHO & CASTRO, 2018).

Portanto, percebe-se que a região da BHRA é desprovida de medidas efetivas com o objetivo de prevenir e recuperar danos ambientais, com enfoque na prevenção de doenças e na erradicação de seus vetores, colocando em risco a vida das pessoas que dependem de forma direta e indireta do rio Anil.

### **Fases da ocupação urbana na bacia hidrográfica do rio anil ao longo dos últimos 50 anos**

Ligado às questões socioambientais e econômicas, o processo de desenvolvimento urbano na Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 e 2010 desencadeou



grandes variações nas classes de estudo apresentadas neste artigo, principalmente no que se refere à área ocupada e nas áreas de vegetação arbustiva e rasteira (Tabela 1).

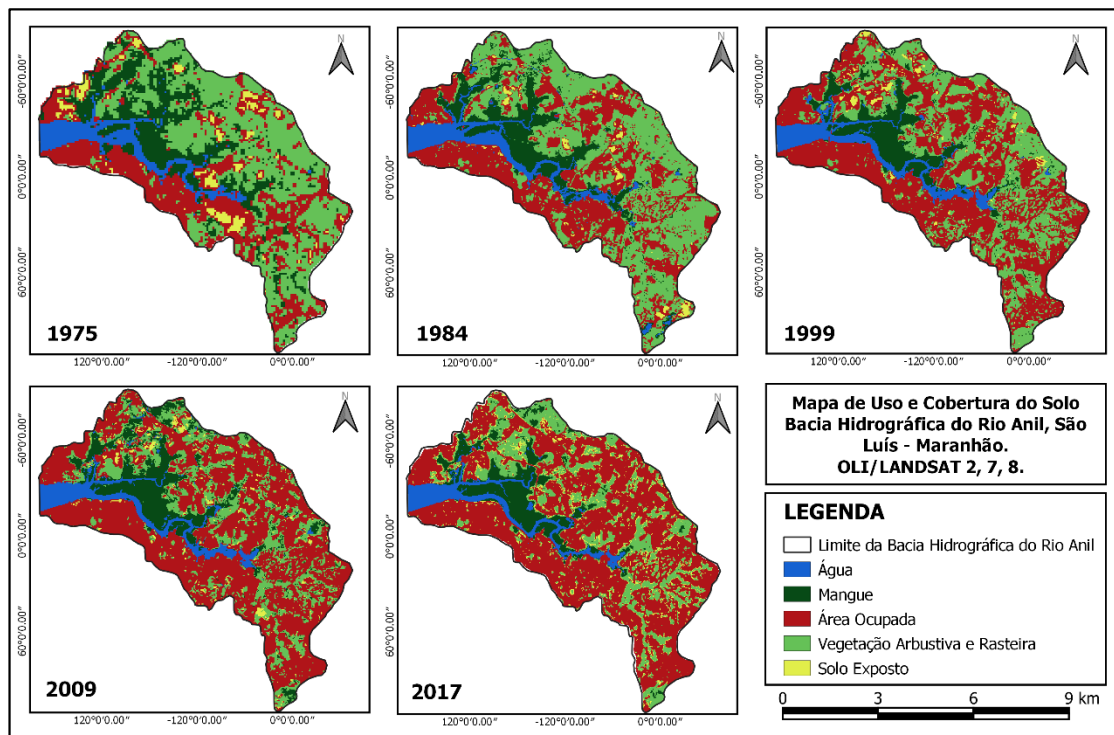
**Tabela 2.** Comparação entre as áreas das classes de uso e cobertura da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 e 2010.

Classes	1975 (km <sup>2</sup> )	1984 (km <sup>2</sup> )	1999 (km <sup>2</sup> )	2009 (km <sup>2</sup> )	2017 (km <sup>2</sup> )
Água	3,38	3,43	3,17	2,97	2,59
Vegetação de Mangue	8,35	5,62	4,38	5,72	4,27
Área Ocupada	12,97	15,68	21,51	24,92	25,02
Vegetação Arbustiva e Rasteira	18,24	19,12	14,65	9,80	9,12
Solo Exposto	1,60	0,69	0,84	1,13	2,60

Fonte: Organização do autor

A classificação supervisionada da área da Bacia Hidrográfica do Rio Anil referente às décadas de 70, 80, 90 do século XX, 00 e 10 do século XXI mostrou a disposição das principais classes de uso, ocupação e cobertura do solo (Figura 2), corroborando com os resultados apresentado na tabela 1, que mostra os valores em km<sup>2</sup> correspondentes às classes de interesse.

**Figura 2.** Mapa de classificação supervisionada da Bacia Hidrográfica do Rio Anil entre as décadas de 1970 a 2010.



Fonte: Organização do autor

De modo geral, a vegetação de mangue na BHRA perdeu cerca de 4,08 km<sup>2</sup> ao longo das décadas. Segundo Mochel (1997), ao avaliar a perda da cobertura das áreas de manguezais ao longo da ilha do Maranhão, demonstrou que juntos, o rio Anil e a Lagoa da Jansen apresentaram perda de 31% entre os anos de 1991 e 1997.

Bezerra (2008), considerando que a área de mangue e a área de palafitas e ocupações subnormais correspondiam 2,2% e 2,1% da bacia, respectivamente, evidenciou que as zonas de manguezais estavam em pleno processo de “sucessão urbano-espacial”, caracterizado pelo aterro dessas áreas, resultando no seu desaparecimento. O autor destaca ainda que o processo de sucessão ocorre pela ocupação subnormal, por meio da população de baixa renda, e pela pressão imobiliária, por meio do intermédio de grandes empreendimentos em áreas que se apresentam como sendo de expansão comercial e/ou sistemas urbanos classificados como “nobres”, enfatizando a pressão que o manguezal sofre nas intermediações do bairro do Jaracaty.

A forte expansão urbana no bairro do Jaracaty se deu através da construção da Ponte Bandeira Tribuzzi, que permitiu um novo padrão de infraestrutura urbana na área, evidenciado pelo avanço sobre as áreas de mangue. Um dos principais empreendimentos comerciais instalados na área é o São Luís Shopping, inaugurado em 20 de novembro de 1999 (BEZERRA, 2008).

No que diz respeito aos serviços prestados pelas áreas de mangue, destacam-se as pesquisas de Mochel *et al.* (2001), que enfatizam a importância das espécies de *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia* para os manguezais da Ilha, visto que produzem troncos e raízes (escoras e pneumatóforos), localizadas nas zonas entre marés; onde seus ramos folhosos oferecem proteção aos troncos e raízes do excessivo calor e luz do sol, tornando-os um substrato ideal para o crescimento de algas. Por fim, ressalta-se que o corte dessas espécies de mangue para a fabricação de carvão e alimentação de fornos, também constitui outra atividade representativa na pressão antrópica sobre a vegetação, sendo estas proibidas por Lei federal (SOUZA, 2005).

A área ocupada chama atenção por apresentar a maior expansão e adensamento ao longo das décadas estudadas, com cerca de 12,05 km<sup>2</sup> de aumento. Historicamente, o processo de urbanização não se deu de forma homogênea em toda a bacia (Figura 2), mas sim de forma bastante concentrada na margem esquerda do rio Anil, onde está localizado

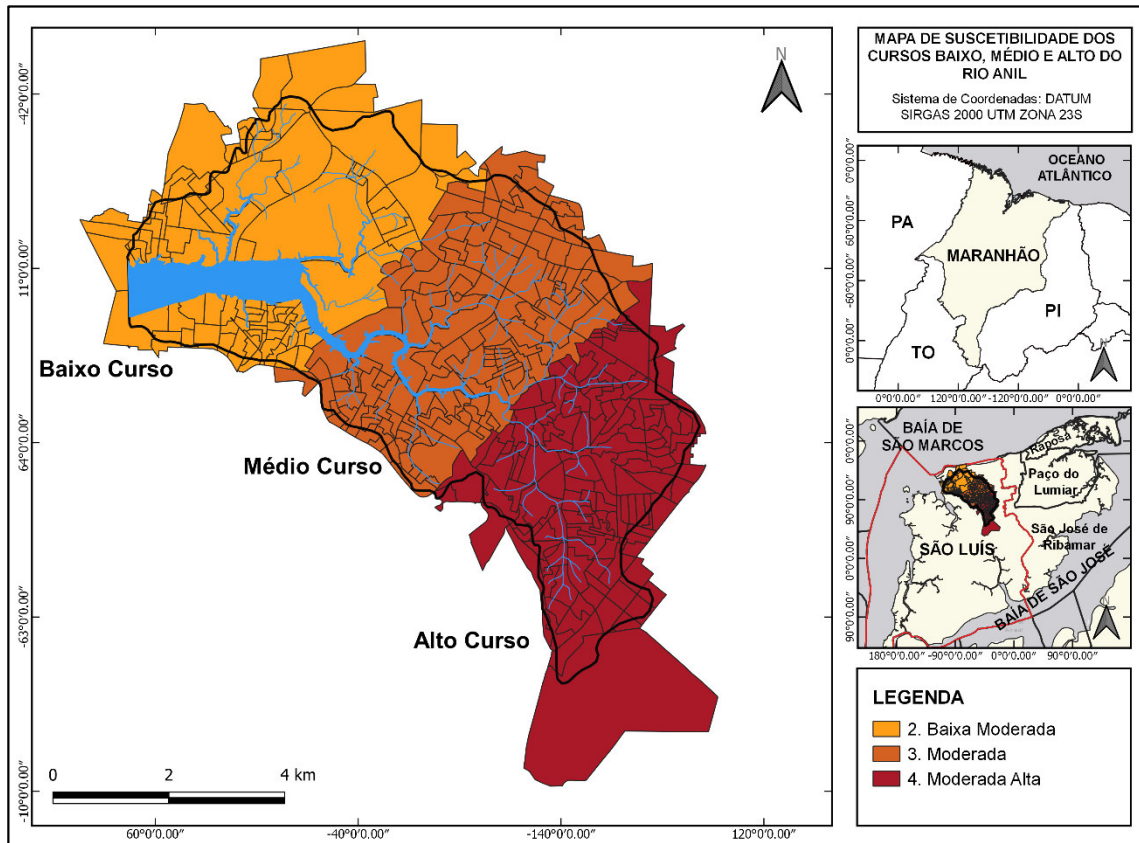
o centro de São Luís. Portanto, torna-se evidente a tendência de desmatamento e supressão da vegetação mais densa (arbustiva) e da vegetação rasteira, em consequência do intenso processo de urbanização ocorrido a partir da década de 70, que desencadeou pressões remanescentes e progressivas em função de uma lógica que tinha como base aspectos imobiliários, econômicos e sociais de acordo com a oferta e demanda de terra na margem direita do rio Anil.

O mapeamento temático realizado na BHRA, demonstrou que houve expressivas mudanças nas áreas de solo exposto ao longo dos 50 anos, com aumento de cerca de 1,91 km<sup>2</sup>. Durante as décadas de 70, 80, 90 e 00, estas áreas se mantiveram em forma de aglomerados (Figura 2). Contudo, na última década, ocuparam diversas áreas de forma difusa, sendo a maior área em extensão, com cerca de 2,60 km<sup>2</sup>, para esta classe durante os 50 anos, o que corresponde a 6,35% da extensão total da bacia. Portanto, observa-se que as áreas de solo exposto são fases de transição dentro do processo de urbanização.

Diante dos resultados apresentados, torna-se evidente que, a área de vegetação da BHRA foi bastante degradada em decorrência do processo intenso de urbanização dos últimos 50 anos, comprometendo a qualidade ambiental e contribuindo com o desaparecimento de nascentes importantes para o rio Anil. Segundo Trovão (1997), a construção dos conjuntos COHAB Anil contribuiu para o desaparecimento dos mananciais ali situados, destacando também, o desaparecimento de nascentes nas regiões próximas ao aeroporto do Tirirical.

As nascentes estão localizadas, em grande parte, à montante, na região do alto curso do rio Anil, onde as condições ambientais são agravadas por diversos fatores que contribuem diretamente no índice de suscetibilidade ambiental encontrado nas zonas de alto, médio e baixo curso do rio Anil (Figura 3).

**Figura 3.** Mapa de suscetibilidade dos cursos baixo, médio e alto do rio Anil, com base nos setores censitários e na salinidade.



Fonte: Organização do autor

De acordo com os dados do IBGE (2010), as zonas de alto e médio curso apresentam as maiores quantidades de setores censitários, cerca de 139 em cada zona, o que implica dizer que, o alto e médio curso do rio Anil concentram a maior parte da população na área da BHRA.

As zonas do alto curso estão situadas na região do Tabuleiro Central, sendo composta, em sua maioria, por conjuntos habitacionais e por favelas que avançam sobre as áreas de nascentes. Ressalta-se que, esta zona não recebe influência da dinâmica de maré, como cita Souza (2005), sendo esta, importante no processo de dissolução de compostos que estão associados com a perda da qualidade da água para usos múltiplos, contaminação dos corpos hídricos e da biota, impactos socioeconômicos, perda do potencial turístico e da pesca, além de contribuir diretamente para a proliferação de vetores patogênicos. Portanto, a área do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Anil, apresenta suscetibilidade moderada alta às pressões antrópicas, pois a dissolução dos compostos de origem antropogênica depende, quase que, exclusivamente, da descarga fluvial.

Embora a zona do médio curso apresente alta quantidade de setores censitários, os impactos provenientes da urbanização são minimizados pela presença da dinâmica de maré que, atua na dissolução dos compostos de origem antropogênica. Contudo, os estudos citados neste artigo, mostram que, os impactos ambientais podem ser observados ao longo de todo o corpo hídrico, ressaltando o assoreamento do curso d'água do rio Anil. Portanto, esta zona apresenta suscetibilidade moderada com base na classificação adotada no presente estudo.

Assim como o médio curso, a zona do baixo curso está inserida na porção estuarina do rio Anil, sofrendo influência direta da dinâmica de maré e da descarga fluvial. Segundo Bezerra (2008), as áreas com maior percentual de domicílios ligados à rede geral de esgoto, encontram-se na zona do baixo curso, onde estão localizados os bairros tidos como nobres de São Luís (Jaracaty, Calhau, São Francisco e o centro histórico), reforçando aspectos sociais. É importante ressaltar a existência de palafitas às margens do rio Anil, caracterizando impactos sobre a vegetação de mangue (desmatamento) e na qualidade da água (Descarte de resíduos sólidos e despejo de esgoto *in natura*). Sendo assim, a zona do baixo curso também é suscetível a possíveis impactos gerados por tensores locais, ou do fluxo contínuo do rio Anil, que promove o carreamento de compostos ao longo dos cursos alto e médio, configurando, então, suscetibilidade baixa moderada.

É de suma importância ressaltar a contribuição do manguezal nas zonas de médio e baixo curso, pois desempenham papel fundamental na retenção de compostos de origem antropogênica e na proteção do curso do rio contra assoreamentos.

De maneira geral, toda a extensão do rio Anil é suscetível, ainda que, em intensidades diferentes, às pressões antropogênicas ligadas aos múltiplos usos na área da bacia hidrográfica, contudo, o alto curso se encontra mais suscetível, uma vez que se trata de uma área com baixa infraestrutura e ausência de plano de gestão de recursos hídricos, além de apresentar características de ambiente deposicional.

### **Considerações finais**

Com base no assunto abordado no presente artigo, a região da BHRA recebeu, ao longo das décadas, um alto número de habitações formais e informais. O grande aumento

na ocupação das áreas da bacia foi motivado por fatores como instalação de indústrias, expectativa na geração de empregos e da especulação imobiliária. Acredita-se que, as modificações geradas pelo intenso e rápido processo de urbanização, gerou possíveis impactos ambientais, que estão interferindo de forma direta e indireta nas características naturais do rio Anil ao longo dos últimos 50 anos, uma vez que, a área é deficiente em intervenções no âmbito de preservação e restauração ambiental.

Os resultados evidenciaram o processo gradual de ocupação urbana na margem direita do rio Anil, e conseqüentemente a redução das áreas de vegetação arbustiva e rasteira que, são importantes na manutenção de ambientes naturais. Esse processo diminuiu a resiliência do ambiente, fazendo com que o mesmo dependa de intervenções, por meio do poder público e da sociedade como um todo, nos processos de recuperação.

Por fim, com base na classificação desenvolvida, as zonas do alto curso do rio Anil apresentam maior suscetibilidade às pressões antropogênicas, seguido da zona de médio curso e por fim, a zona de baixo curso. Esta ferramenta, portanto, pode contribuir na gestão de recursos hídricos fortemente impactados pelas pressões antrópicas a eles submetidas. Essa metodologia e indicadores podem ser replicados e adaptados para outras áreas semelhantes à estudada no presente trabalho.

## **Referências**

ALMEIDA, B. de A. et al. Saneamento básico e seus impactos na qualidade ambiental e social: Análise do bairro Anil localizado na bacia hidrográfica do rio Anil em São Luís - MA. **In: 30º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio Grande do Norte, 2019.

ATAÍDE, J.C. **Degradação da bacia do rio Anil**. Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 1999.

BEZERRA, D. da S. **O ecossistema manguezal em meio urbano no contexto de políticas públicas de uso e ocupação do solo na bacia do rio Anil, São Luís, Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

BRITO, C. D. dos S. B. **O processo de uso e ocupação do solo urbano previsto no plano diretor de São Luís - MA.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2009.

COELHO, K. K. F. DE CASTRO, A. C. L. Mudanças socioeconômicas e ambientais da população ribeirinha na bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís - MA. **Revista de Políticas Públicas**, v. 22, n. 2, p. 1091-1120, 2018.

DA SILVA, Gilmar Silvério. et al. Avaliação integrada da qualidade de águas superficiais: grau de trofia e proteção da vida aquática nos rios Anil e Bacanga, São Luís (MA). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 19, p. 245-250, 2014.

DE ALCÂNTARA, E. H. Mudanças climáticas, incertezas hidrológicas e vazão fluvial: o caso do estuário do rio anil. **Caminhos de Geografia**, São Paulo, v. 5, n. 12, 2004.

D'ABBEVILLE, C. **História da missão dos padres capuchinhos na Ilha do Maranhão e circunvizinhanças.** São Paulo: Siciliano, 2002.

DINIZ, A. M. et al. **Uma avaliação do impacto ambiental oriundo dos deslocamentos promovidos por programas de desfavelamento em áreas de preservação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FEITOSA, A.C. **Evolução morfogenética do litoral norte da ilha do Maranhão.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia. Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1989.

FREIRE, J. R. **Áreas de riscos de erosão na bacia do rio Anil, São Luís- MA.** Monografia (Graduação em Geografia) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 1990.

GERRA, A.J.T. CUNHA, S. B. Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. **Bertrand Brasil.** Ed. 3, p. 416, Rio de Janeiro, 2005.

GOMES, C. de M. T. **Degradação ambiental urbana e qualidade de vida nas áreas de manguezais ocupadas por palafitas em São Luís - MA.** Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia – Presidente Prudente, São Paulo, 2001.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>>. Acesso em: 04 de jun. de 2021.

ITAPARY, Joaquim. **A falência do ilusório: memória da Companhia de Fiação e Tecidos do Rio Anil**. Alumar, 1995.

LEE LIAO, Po-S.D. et al. Análise dos indicadores bacterianos de poluição dos rios Anil e Bacanga, na Ilha de São Luís, Estado do Maranhão, Brasil. **Revista de saúde pública**, v. 18, p. 278-287, 1984.

MACHADO, A. M. B. **Distribuição dos nutrientes dissolvidos na coluna de água e caracterização do sedimento de fundo do estuário do Rio Anil – MA**. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

MACHADO, A. M. B. Comparação de imagens Oli/Landsat-8 e MSI/Sentinel-2 no mapeamento de uso e cobertura da terra na ilha do Maranhão. **Revista Equador**, v. 9, n. 3, p. 209-232, 2020.

MARTINE, G.; MCGRANAHAN, G. Brazil's negligent urban transition and its legacy of divided cities. In: MCGRANAHAN, G.; MARTINE, G. (Eds.). **Urban Growth in Emerging Economies: Lessons from the BRICS**. New York: Routledge, 2014. p. 15–54.

MARTIS, A. L. P.; LOPES, M. J. S. Caracterização da população ribeirinha do estuário do rio anil (SL-MA), com base em aspectos sociais, econômicos e ambientais. **Boletim do Laboratório de Hidrologia**, São Luís, v. 22, p. 9-16, 2009.

MARTINS-JURAS, I.A.G.; JURAS, A.A.; MENEZES, N.A. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. São Paulo. V. 4, p. 105-113. 1987.

MOCHEL, F.R. et al. Degradação dos Manguezais na Ilha de São Luís (MA): Processos naturais e impactos antrópicos. In: **PROST, M.T.R.C E MENDES, A. Ecossistemas Costeiros: Impactos e Gestão Ambiental**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001.



PFALTZGRAFF, P.A. **Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana do Recife.** Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal Paulista, 2007.

PINHEIRO-JR, J.R. **Estrutura da comunidade de peixes do estuário do Rio Anil, Ilha de São Luís – MA.** Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Departamento de Biologia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2003.

PORTELA, F.R. **Caracterização e problemática ambiental dos rios Anil, Bacanga e Tibiri no município de São Luís – MA.** Monografia (Graduação em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2002.

SANTOS, T. T. L. **Distribuição e partição geoquímica de metais em sedimentos de estuários de macromaré, Baranhão, Brasil. Dissertação.** (Mestrado em Oceanografia). Departamento de Oceanografia. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

SERRA, C. L. M. et al. Ocorrência de *Vibrio parahaemolyticus em sarnambi (Anomalocardia brasiliiana)* e sururu (*Mytella falcata*) capturados no estuário do rio Anil, São Luís, MA. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, p. 116-117, 2001.

SERRA, C. L. M. et al. Avaliação de parâmetros físicos e químicos e pesquisa de *Vibrio parahaemolyticus* em águas do estuário do rio Anil (São Luís - MA). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 25, p. 261-266, 2003.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Instituto Trata Brasil.** Ranking do Saneamento 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnosticos>>. Acesso em: 12 de maio de 2021.

SOUZA, B. de B. G. **Caracterização de indicadores socioambientais na bacia do rio Anil, São Luís – MA, como subsídio à análise econômica ambiental do processo de desenvolvimento.** Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2005.

TROVÃO, J.R. **Transformações sociais e econômicas no espaço rural da ilha do Maranhão.** Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia. Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 1997.

## ANEXOS

## NORMAS PARA SUBMISSÃO DE ARTIGOS: REVISTA Ambiente &amp; Sociedade.

Tabela 3. Informações sobre a revista.

ISSN	Nome	Área de Avaliação	Qualis	Volumes por Ano
1809-4422	Ambiente & Sociedade (On-line)	Ciências Ambientais	A2	2

## FORMATO DO MANUSCRITO

1. **O manuscrito** deve ser estruturado da seguinte forma: Título em português, Resumo, Palavras-chave, Título em inglês, Abstract, Key-words, Título em espanhol, Resumen, Palabras-clave, introdução, desenvolvimento do texto, referências. Notas de rodapé são opcionais.
2. Para a avaliação, o texto pode ser redigido nos idiomas: **português, espanhol ou inglês**.
3. Fonte **Arial 12** e **espaçamento 1,5** (um e meio) entre linhas.
4. O arquivo todo do manuscrito deverá ter o **mínimo de 35.000 e máximo de 50.000 caracteres**, considerados os espaços e incluídas as referências.
5. **Título do artigo** deve ter, no máximo, 15 palavras.
6. **O Resumo, abstract e resumen**, devem conter cada, de 100 a 150 palavras. Não deve ser redigido em primeira pessoa e deve incluir tema geral, problema de pesquisa, objetivos, métodos e principais conclusões.
7. As **Palavras-chave, keyword e palabra clave**, devem ser no mínimo 5 e no máximo 8, nas três línguas.
8. **Elementos gráficos (Tabelas, quadros e figuras) são permitidos apenas o total de cinco elementos**, numerados em algarismos arábicos na sequência em que aparecerem no texto. Devem estar em formato original que permita sua edição e **devem ser incluídos no corpo do texto**. Todo os elementos gráficos devem possuir fonte, incluídos aqueles elaborados pelos autores. Quadros e tabelas não podem ultrapassar de uma página. Observar as normas da ABNT para referências e inserção de legendas e fontes em cada elemento. Consulte um guia rápido, caso tenha dúvidas no link: [http://www.biblioteca.fsp.usp.br/~biblioteca/guia/i\\_cap\\_04.html](http://www.biblioteca.fsp.usp.br/~biblioteca/guia/i_cap_04.html)
9. As **citações no corpo do texto e as referências** deverão obedecer às normas da ABNT e, opcionalmente, Vancouver para autores filiados às universidades estrangeiras. Consulte um guia rápido, caso tenha dúvidas no link [http://www.biblioteca.fsp.usp.br/~biblioteca/guia/i\\_modelos.html](http://www.biblioteca.fsp.usp.br/~biblioteca/guia/i_modelos.html)
10. **Maiores detalhes em:** <https://www.scielo.br/journal/asoc/about/#instructions>