

## A relação entre o saneamento ambiental e a saúde da população na Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, no município de Imperatriz-MA

### The Relationship between environmental quality and health in the Tocantins River Sub-Basin, in the municipality of Imperatriz-MA

Ana Carolina de Araújo Mourão<sup>1</sup>

Aichely Rodrigues da Silva<sup>2</sup>

#### Resumo

As doenças relacionadas ao saneamento inadequado (DRSAIs), são ocasionadas devido à oferta irregular do abastecimento de água, às políticas ineficazes da gestão de resíduos sólidos e o não tratamento não tratamento de efluentes domésticos. A pesquisa objetivou avaliar a incidência das DRSAIs relacionadas à falta de saneamento ambiental na sub-bacia do Riacho Bacuri entre os anos de 2010 e 2022. Além disso, analisou-se a associação das condições de saneamento ambiental dos domicílios pelo Censo Demográfico (2010) e os casos de incidência das DRSAIs disponibilizados pela Secretaria Municipal de Saúde de Imperatriz-MA. Para isso, foi realizada a análise geoestatística com a aplicação do índice de Moran (LISA Local) e o auxílio do *software GeoDA*. Já para a análise da paisagem foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), os resultados demonstraram que, entre os anos de 2010 e 2022, os bairros Bacuri, Vila Nova, Vila Lobão e Redenção apresentaram as maiores médias das doenças relacionadas à falta de saneamento ambiental. Em síntese, são necessárias: universalização do saneamento básico, ações de educação ambiental e melhorias nas condições das moradias no município de Imperatriz.

**Palavras-Chave:** Saneamento ambiental. Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado. Riacho Bacuri.

#### Abstract

In urban areas, irregular water supply, ineffective solid waste management and domestic effluent treatment policies are factors that cause pathologies such as diseases related to inadequate sanitation (IADRs). This research aimed to assess the incidence of IADRs related to the lack of environmental sanitation in the Riacho Bacuri sub-basin between 2010 and 2022. It also analyzed the association between the environmental sanitation conditions of households according to the Demographic Census (2010) and the incidence cases of IADRs provided by the Municipal Health

<sup>1</sup> Graduando em Geografia Licenciatura. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL. anamourao.20200000625@uemasul.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3856-8609>

<sup>2</sup> Professora do curso de Geografia Licenciatura. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL. aichely.rodrigues@uemasul.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9447-2380>

Department. To do this, geostatistical analysis was carried out using the Moran index (LISA) and the GeoDA software, and the rapid assessment protocol (PAR) was used to analyze the landscape. According to the results, over the years 2010 to 2022, the Bacuri, Vila Nova, Vila Lobão and Redenção neighborhoods had the highest averages of diseases related to lack of environmental sanitation. In summary, there is a need for universal basic sanitation, environmental education actions and improvements in housing conditions in the municipality of Imperatriz.

**Keywords:** Environmental sanitation and diseases related to inadequate sanitation. Bacuri sub-basin.

## Introdução

O saneamento ambiental engloba o abastecimento de água potável, a coleta, o tratamento e a disposição final dos esgotos, dos resíduos sólidos e gasosos; dos serviços de limpeza urbana. O saneamento ambiental também compreende os serviços da drenagem urbana; do controle ambiental de vetores e dos reservatórios de doenças; a disciplina da ocupação e de uso da terra; e as obras para proteção e melhoria das condições de vida (FIOCRUZ, 2004). Por consequência, a falta de saneamento ambiental está estritamente relacionada à poluição e à contaminação das águas para o abastecimento humano e às incidências de doenças de veiculação hídrica (PAIVA; SOUSA, 2018).

No que tange à geografia da saúde, Cesa (2012) relatou que há interligação entre os conhecimentos geográficos e médicos, o que possibilita compreender a importância do meio geográfico (antropizado) no surgimento e na difusão de uma determinada doença. Além disso, a saúde ambiental integra as dimensões históricas, espaciais e coletivas das situações nas quais está inserida, a partir da qualidade de vida das populações e dos ecossistemas (AUGUSTO, 2003). Ademais, está relacionada aos fatores físicos, químicos, biológicos, sociais ou psicossociais de um determinado espaço geográfico (OMS, 2023). Vale destacar que a correlação entre a ocorrência de agravos à saúde e o sistema de abastecimento público foi realizada somente em 1832 por John Snow na Inglaterra (CASTRO; CRUVINEL; OLIVEIRA, 2019).

No meio urbano, o adensamento populacional, as condições precárias de moradia, a oferta irregular do abastecimento de água, as políticas ineficazes da gestão de resíduos sólidos e do tratamento de efluentes domésticos são fatores que causam patologias, tais como: diarreia por

*Escherichia coli*, amebíase, cólera, leptospirose, hepatite A, esquistossomose, toxoplasmose, rotavírus, ascaridíase e arboviroses. Sobre as doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAIs), dividem-se em: (i) doenças de transmissão feco-oral; (ii) doenças transmitidas por inseto-vetor; (iii) doenças transmitidas pelo contato com a água; (iv) doenças relacionadas com a higiene; e (v) geo-helminhos e teníases (FONSECA; VASCONCELOS, 2011).

Já a carência de serviços de coleta e de tratamento de esgoto, mesmo quando há o acesso à água tratada, é a causa de outra parte das infecções gastrointestinais e das doenças transmitidas por mosquitos e animais ou pelo contato com a água contaminada, como acontece nas enchentes. Nessas cheias, a contaminação das águas corrobora para a transmissão de doenças por veiculação hídrica, afetando a saúde humana (ARAÚJO; ZEILHOFER, 2011).

Além disso, no Brasil, com a crescente demanda populacional, surgiu a necessidade de expansão territorial, que originou, no decorrer dos anos, as grandes e médias cidades. Essa expansão territorial surgiu de forma desordenada, trazendo consequências para o espaço natural, como a poluição dos recursos d'água que modifica a paisagem natural.

Especificamente, na cidade de Imperatriz do Maranhão, 59,5% da população não dispunha em 2021 de coleta e tratamento de esgoto, e 14,8% apresentaram soluções individuais, como as fossas sépticas, isto é, 74,3% da população não é atendida por esse serviço (TRATABRASIL, 2022). Destaca-se que, nesse município, em 2021 ocorreram 198 internações em decorrência de doenças de veiculação hídrica, isto é, a incidência de 72,5/100.000 habitantes. Além disso, o Riacho Bacuri sofre com as ocupações das margens pelas residências e a canalização de efluentes domésticos *in natura*. Tal fato é preocupante como destacado Spilki (2015) esse cenário de vulnerabilidade tende a se agravar ainda mais em situações de crise de disponibilidade de água.

Considerando todas essas questões, a pesquisa buscou avaliar a qualidade do meio ambiente e da saúde humana na sub-bacia do Riacho Bacuri, afluente do rio Tocantins. Esse riacho é o mais urbanizado do município e está degradado pela falta de saneamento ambiental e pelo avanço da ocupação antrópica.

Dessa forma, a pesquisa pretende avaliar a incidência das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAIs) e à falta de saneamento ambiental na sub-bacia do Riacho Bacuri entre os anos de 2010 e 2022. A pesquisa visou contribuir, com a produção de conhecimento sobre a gestão dos recursos hídricos, no sentido de apoiar ações para a melhoria das condições ambientais do Riacho Bacuri e, conseqüentemente, para a prevenção da proliferação de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. Além disso, estudos semelhantes podem ser realizados em outras localidades, dessa forma, a pesquisa pode ser um aporte para que outros agentes ajam em situações em que a situação se repete.

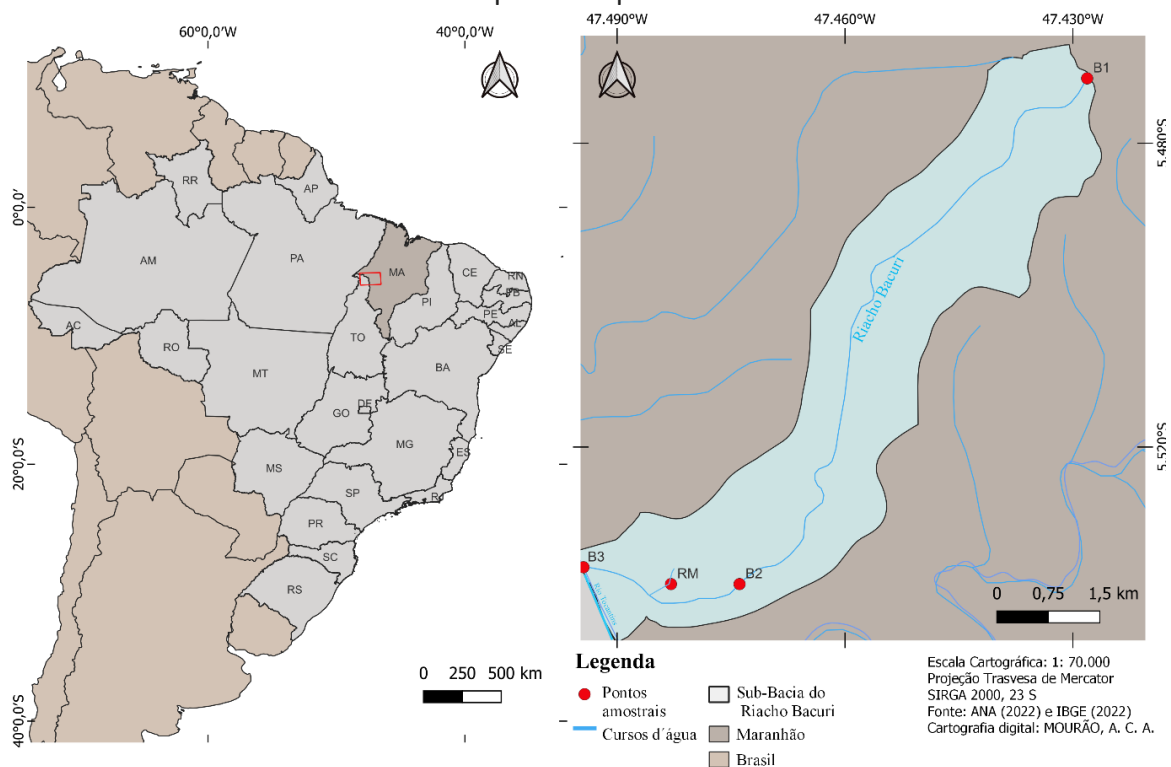
## **Materiais e Métodos**

### Área de estudo

O município de Imperatriz está localizado na região Oeste do Estado do Maranhão, sendo a segunda maior cidade do Estado em população. Neste município, a população estimada foi de 273.110 habitantes; e densidade demográfica de 199,49 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2023). Além disso, Imperatriz é banhada pelo rio Tocantins, que dispõe de afluentes os riachos Cacau, Bacuri, Santa Teresa, Capivara, Barra Grande, Cinzeiro, Angical, Grotão do Basílio e Saranzal.

Vale destacar que a cidade de Imperatriz passou por um processo de urbanização desordenada e a falta de planejamento do poder público que corroborou para a intensificação da degradação do espaço. Assim, à medida que a população crescia, foram surgindo os problemas ambientais, como a poluição e o assoreamento de córregos d'água, enchentes e inundações favorecem o aumento de sedimentos, prejudicando a qualidade da água (MENDES NETO; SOARES; LUCENA, 2018).

Figura 1- Localização da sub-bacia do Riacho Bacuri e os pontos amostrais desta pesquisa no município de Imperatriz-MA



Fonte: organizado pelas autoras (2023).

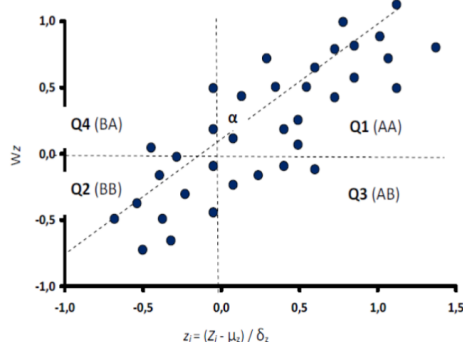
Na sub-bacia do Bacuri, a área urbanizada ocupou 78% (SILVA, 2022), além disso, possível população de aproximadamente de 98.711 habitantes, ou seja, 40% da população do município conforme o Censo Demográfico de 2010. Essa realidade de ocupação e mudanças antrópicas está refletida no Riacho Bacuri. Esse corpo hídrico abrange boa parte do perímetro urbano e a consequência disso é a poluição, já que o riacho recebe diretamente em seu percurso cargas de resíduos líquidos domésticos (MENDES NETO; SOARES; LUCENA, 2018). A figura 1, ilustra a área da sub-bacia do Bacuri e indica os pontos de amostragem B1 (5°28'14"S 47°25'28"W, nascente), B2 (5°32'13"S 47°28'27"W, médio), B3 (5°32'28"S 47°29'20"W, a jusante) e RM (Riacho do Meio, afluente, 5°32'14"S 47°28'57"W).

Tratamento e análise de dados

Os dados referentes às doenças relacionadas saneamento ambiental inadequado (DRSAIs) foram disponibilizados pela Secretaria de Atenção à Saúde no setor de Vigilância Epidemiológica de Imperatriz-MA, a saber: diarreias (em crianças de 0 a 5 anos, apenas dos anos disponíveis de 2019 a 2022), dengue, hepatite A e leishmaniose tegumentar, dos dados notificados entre os anos de 2010 e 2022. Já os dados dos domicílios dos setores censitários (abastecimento de água da rede, sem banheiro, com coleta de lixo) se basearam foram utilizados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2010).

A análise exploratória de dados geospaciais associados a feições de área foi baseada no Índice de Moran. A análise local das variáveis foi dada pelo Moran *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), que é um método não paramétrico. O Índice de Moran Global (I) é a versão espacial do coeficiente de correlação linear que representa o coeficiente entre os valores de uma variável espacial e o valor médio desta variável. Neste índice, a hipótese nula somente poderá ser rejeitada caso [I] resulte estatisticamente diferente de zero, para um nível de significância preestabelecido, o p-valor de 0,05 ou < 0,05, ou seja, margem de confiança igual ou superior a 95%. O diagrama do Índice de Moran Global *scatterplot* é uma comparação dos valores normalizados, em cada área, com a média do *k-neighbor* (vizinhos mais próximos), construindo um gráfico bidimensional dividido em quatro quadrantes, seguindo o proposto por Luzardo, Castañeda Filho e Rubim (2017) como na figura 2.

**Figura 2 – Moran Scatterplot**



Fonte: Luzardo, Castañeda Filho e Rubim (2017)

Onde:

- O quadrante **superior direito (Q1)** contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são maiores que a média global (ambos representados por alto): alto-alto (AA);
- O **quadrante inferior esquerdo (Q2)** contém os casos em que o valor do atributo de cada polígono e o valor médio do atributo nos polígonos vizinhos são menores que a média global (ambos representados por baixo): baixo-baixo (BB);
- O **quadrante inferior direito (Q3)** contém os casos onde o valor do atributo de cada polígono está acima da média global (representado por alto), enquanto o valor médio do atributo em polígonos vizinhos está abaixo daquela média (representado por baixo): alto-baixo (AB);
- O **quadrante superior esquerdo (Q4)** contém os casos em que o valor do atributo de cada polígono está abaixo da média global (representado por baixo), enquanto o valor médio do atributo em polígonos vizinhos está acima daquela média (representado por alto): baixo-alto (BA)

Para a aplicação dessas análises do Índice de Moran, foi utilizado o *software* GeoDA, e o QGIS 3.14 para a confecção dos mapas temáticos das correlações.

Para analisar a paisagem *in loco* da área de pesquisa foi utilizado o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), que é uma análise empírica da condição ambiental do curso d'água e do seu entorno, conforme Silva (2023). O PAR, baseado em uma análise visual sensorial da paisagem que analisa as condições das margens (incluindo a presença de erosão), da mata ciliar, da qualidade da água (alteração na cor e cheiro, presença de resíduos sólidos); a intensidade de urbanização; e a presença de fauna nativa. A pontuação que varia de 0 a 25 (área impactada), 26 a 50 (área alterada) e 51 a 75 (área natural).

## Resultados e discussão

Neste estudo, as DRSAIs detectadas na população residente na sub-bacia do Riacho Bacuri foram: diarreia, dengue, hepatite A e leishmaniose tegumentar. Na Figura 3, é possível observar os bairros com mais e menos casos de diarreia pela média. Os dados de diarreia utilizados foram apenas os obtidos do Hospital Municipal Infantil, em crianças de 0 a 5 anos, foram 76 casos a cada

100mil habitantes. Foram detectados 137 casos de diarreia no bairro Bacuri em 2022, e apenas 10 casos em 2020. O bairro Bacuri se destacou por apresentar o maior índice dessa patologia, com 286 casos entre os anos de 2019 e 2022, seguido dos bairros Vila Nova (173) e Vila Lobão (144), na figura 3. Nesta pesquisa, apenas nesses bairros citados foram internadas 603 crianças devido a diarreia. Contudo, esse número pode não revelar o real cenário da área pesquisada, refletindo em subnotificação, visto que muitos pacientes realizarem o tratamento da doença em domicílio com o uso de chás e soro caseiro (PORTELA *et al.* 2013). A diarreia é considerada uma doenças do cotidiano fazendo com que os indivíduos doentes não procurem as Unidades de Saúde para o tratamento.

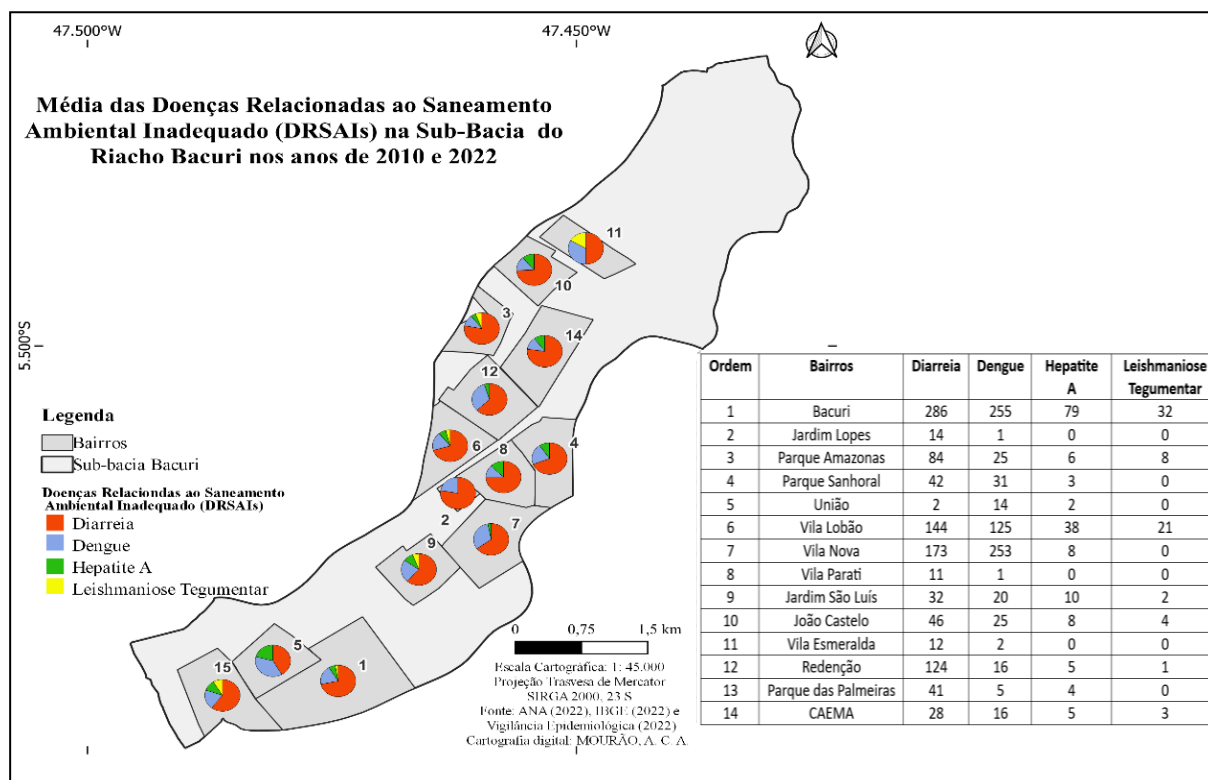
Segundo o Ministério da Saúde (2016), a diarreia faz parte do grupo de doenças infecciosas gastrointestinais que podem ter duração de até 14 dias. Essa infecção acontece quando há ingestão de água ou alimentos contaminados. No meio urbano o sistema de abastecimento público de água pode ocorrer vazamentos nas tubulações e intermitência do sistema podem comprometer a qualidade da água que chega à população, carreando agentes etiológicos causadores de doenças, sendo um dos sintomas mais comuns a diarreia aguda (CASTRO; CRUVINEL; OLIVEIRA, 2019). Na pesquisa de Silva *et al.* (2022), os fatores socioeconômicos e ambientais foram relevantes para a identificação da prevalência geral das enteroparasitoses, tais como: quantidade de cômodos do domicílio; material com que a casa foi construída; tipo de abastecimento de água na residência; tipo de água a ser ingerida; consumo de frutas e verduras; higiene das mãos antes das refeições e após usar o banheiro.

Na bacia do Bacuri foram notificados 790 casos de dengue entre 2010 e 2022, com 80 casos a cada 100mil habitantes. Já a maior quantidade de casos de dengue foi no bairro Bacuri: 255 casos entre os anos de 2010 e 2022. Nesse bairro, o ano com o maior número de notificações foi 2011, com 81 casos; por outro lado, em 2021, foi notificado apenas 1 caso, que pode ter ocorrido devido à pandemia da COVID-19, conforme dados da Secretária Municipal de Saúde. Isso porque COVID-19 e dengue apresentam semelhanças clínicas e laboratoriais (MASCARENHAS *et al.*, 2020). Os bairros com menos casos de dengue foram Jardim Lopes, União, Vila Parati e Palmeiras. Diante do



exposto, os bairros que apresentaram maior incidência de dengue indicaram falta de saneamento básico, propiciando assim a proliferação da doença.

**Figura 3** – Total das incidências de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na sub-bacia do Riacho Bacuri, município de Imperatriz-MA, de 2010 a 2022.



Fonte: organizado pelas autoras (2023).

Vale dizer que a dengue é transmitida pela picada do mosquito *Aedes aegypti*, sendo uma doença febril aguda (BRASIL, 2016). Essa doença caracteriza-se por ser infecciosa, transmitida por um vetor relacionado à água, o mosquito *Aedes aegypti*, que tem seu ciclo de vida relacionado ao acúmulo de água e que se propaga, principalmente, no período posterior às maiores chuvas e temperaturas elevadas, o que proporciona ambiente favorável à proliferação desse mosquito (CONCEIÇÃO; RODRIGUES, 2017).

Quanto ao aparecimento desse vetor e à expansão em áreas urbanas, são causados principalmente pela falta de saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a

coleta de lixo (TAUIL, 2001). Também é importante considerar que o Brasil enfrenta uma epidemia de dengue desde 1986, potencializada pelas condições precárias de habitação, saneamento e ausência de acesso à água tratada. Esses desfavoráveis indicadores socioeconômicos refletem a qualidade de vida da maioria da população (MASCARENHAS *et al.*, 2020).

Em relação à hepatite A, nos bairros analisados foram notificados 168 casos, fato que representou 17 casos a cada 100mil habitantes. No bairro Bacuri foram notificados 79 casos no período de 2010 a 2022. Os casos de hepatite A, na Figura 3, mostram que dos 15 bairros analisados os bairros Parque Amazonas e Vila Esmeralda não registraram nenhum caso dessa doença. Conforme Gomes *et al.* (2020), nas regiões Norte e Nordeste as hepatites são mais incidentes correspondendo a 55,7% dos casos de todo o Brasil. A hepatite A é uma doença que se prolifera, sobretudo, pela ausência de saneamento básico, pois possui transmissão via feco-oral, ou seja, pela ingestão de água contaminada por fezes ou por alimentos cultivados com água contaminada (BASSO; RIGHI, 2015). Essa patologia é considerada um doenças negligenciadas assim como a leishmaniose tegumentar americana por não receber a devida atenção no atendimento médico, no desenvolvimento de medicamentos e de métodos diagnósticos, e nas condições sociais de vida das populações, conforme a WHO (2020).

Ao se analisar as notificações de casos de leishmaniose tegumentar americana (LTA), verificou-se que o bairro Bacuri obteve 71 casos nos bairros analisados de 2010 a 2022. Os bairros com menores registros foram: Jardim São Luís, Vila Esmeralda e CAEMA (Figura 3), já com a maior taxa o Bacuri com 32 casos notificados. A leishmaniose tegumentar é causada por protozoários do gênero *leishmania sp.* Essa doença é infecciosa, transmitida pela picada do mosquito flebotomíneo fêmea (espécie de mosca) infectado. A leishmaniose tegumentar provoca úlceras na pele e mucosas (boca, nariz e garganta). Ademais, a LTA pode estar relacionada a fatores associados à precariedade de ações de saneamento ambiental, ao deslocamento da população, às condições de moradia e à falta de acesso aos serviços de saúde (RIBEIRO *et al.*, 2017).

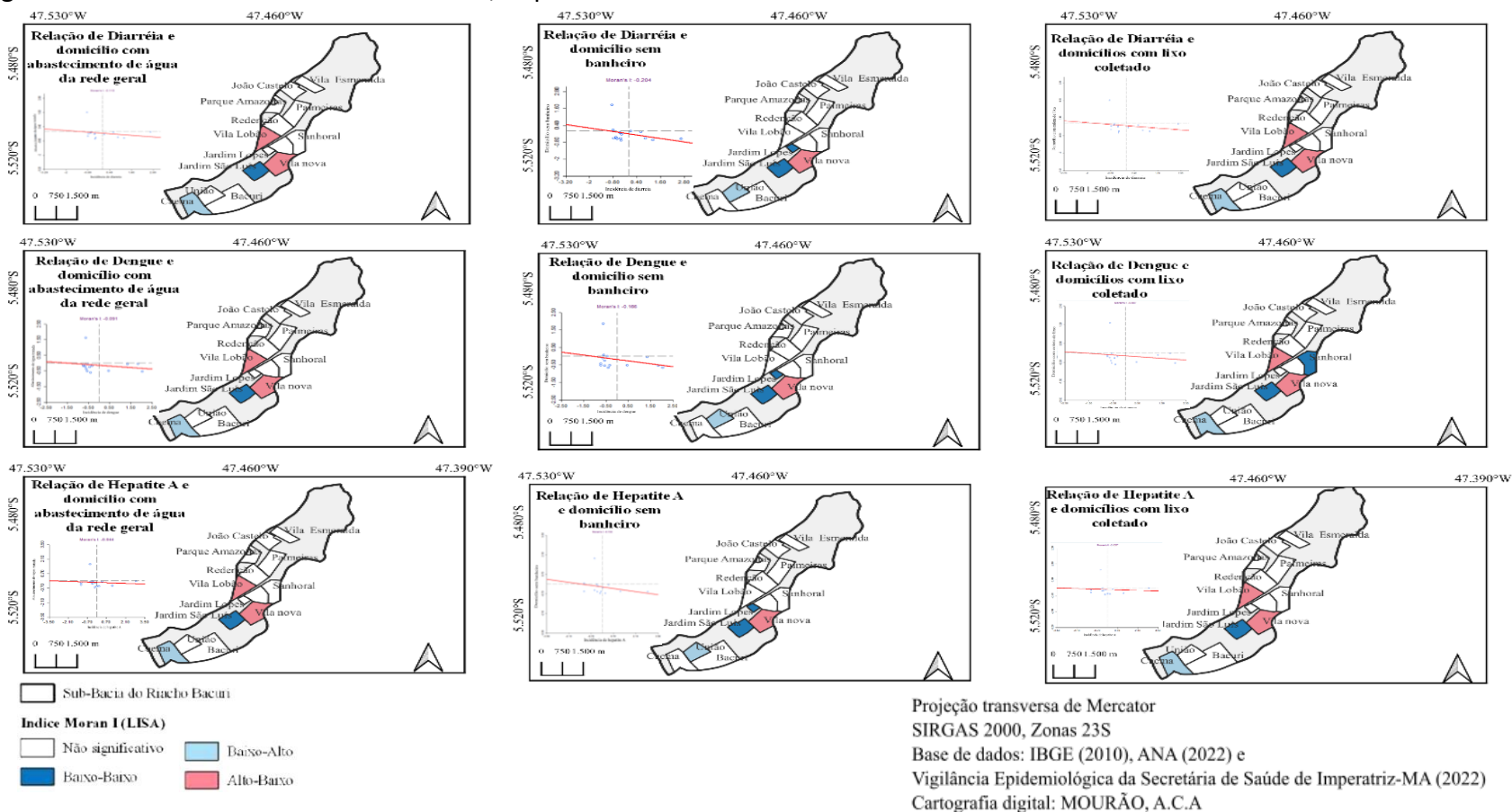
## Doenças relacionadas ao saneamento inadequado (DRSAIs) e saneamento básico na sub-bacia hidrográfica do Riacho Bacuri

De acordo com a Figura 4, a relação de diarreia, dengue e hepatite A com a correlação dos domicílios com abastecimento de água da rede geral, indicada pelo Índice de Moran LISA, demonstrou correlação “Alto-Baixo”, com destaque para o bairro Vila Nova (2.813 residências abastecidas pela rede geral de água e 83 não dispõem desse serviço) e para a Vila Lobão (5.685 residências ligadas à rede e 137 não dispõem desse serviço). O bairro que apresentou índice “Baixo-Baixo” foi o Jardim São Luís (1.351 casas abastecidas com água tratada e 113 não dispõem desse serviço).

A qualidade da água e a falta de saneamento básico estão relacionadas à proliferação de doenças de veiculação hídrica. No Maranhão, em 2018, foram internadas 42.188 pessoas com doenças de veiculação hídrica, sendo 91 óbitos (TRATABRASIL, 2022). Assim, pode-se dizer que a água não tratada se torna vetor de transmissão de doenças infecciosas.

Segundo o Índice de Moran LISA, a classe “Baixo-Baixo” está presente nos bairros Jardim Lopes e Jardim São Luís, onde não foram identificados residenciais sem banheiro. Já na classificação “Alto-Baixo”, no bairro Vila Nova, na área da sub-bacia do Riacho Bacuri, foram identificadas 12 residências sem banheiro. O bairro da CAEMA, por sua vez, foi classificado como “Baixo-Alto” pelo índice, com 373 domicílios sem banheiro. Conforme a pesquisa de Imada *et al.* (2016), realizada em um município da região amazônica, as condições de saneamento melhoram com o aumento no número de banheiros com vasos sanitários, implantação do tratamento de água na zona urbana, aumento da escolaridade materna e acesso ao serviço de saúde.

**Figura 4 -** Análise das doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado e a correlação com as características gerais de domicílio na sub-bacia do Bacuri, Imperatriz-MA



Fonte: organizado pelas autoras (2023).

Para a correlação de diarreia, dengue, hepatite A e domicílios com coleta de lixo, o bairro CAEMA apresentou classificação “Baixo-Alto” para todas as doenças. Na classe “Baixo-Baixo”, foram encontradas diarreia e hepatite A no bairro Jardim São Luís; e no bairro Sanhoral, dengue. Os bairros que apresentaram classificação “Alto-Baixo” foram Vila Nova e Vila Lobão. Já os bairros que estão representados pela cor branca na Figura 3 são os que não obtiveram significância.

### Análise da paisagem da sub-bacia hidrográfica do riacho bacuri e a saúde ambiental

Ao analisar a paisagem da sub-bacia hidrográfica do Riacho Bacuri, é possível verificar que, na nascente (Figura 5A), há a presença de vegetação ciliar, como também de macrófitas aquáticas, sendo um fator de boas condições de preservação sendo a média do PAR  $61 \pm 3$  caracterizada como área natural. A remoção da vegetação ciliar tem impactos consideráveis na qualidade da água e nos serviços ambientais dos ecossistemas aquáticos (TUNDISI; TUNDISI, 2010), na área da sub-bacia do Bacuri essa vegetação é escassa como demonstrado na figura 5.

O ponto médio (Figura 5B) resultou em área alterada, com valor da média PAR  $9 \pm 3$ , em três períodos amostrais. Através da imagem é possível visualizar área de urbanização, remoção da mata ciliar, canalização de esgotos domésticos e resíduos sólidos lançados diretamente no riacho. Esse mesmo cenário foi encontrado por Nova e Tenório (2019) no estado do Pernambuco, os autores evidenciaram que a degradação dos mananciais relacionada ao uso e ocupação da terra e ao saneamento básico inadequados, processos inerentes ao crescimento urbano desordenado, e impulsionam a ocorrência de doenças.

A relação entre água, esgotos e aparecimento de doenças infecto-parasitárias revela a associação entre água, esgotos e qualidade de vida da população de forma abrangente (ARRUDA; HELLER, 2022). Vale destacar, que o saneamento básico possui duas perspectivas: prevenir enfermidades ou promover a saúde (CRUZ; MIERZWA, 2020), sendo um fator essencial para a promoção da saúde ambiental nos bairros pesquisados. Em Imperatriz esse nexo entre acesso a serviços de saneamento ambiental e qualidade de vida é uma demanda que deveria ter prioridade nos debates políticos e na sociedade.



Ademais, nesse trecho há lava-jatos que despejam produtos químicos diariamente no riacho. Esses fatores contribuem para a poluição das águas e alteram a paisagem devido à ação antrópica. Segundo Coelho e Silva (2019) em 1 litro do efluente de lava-jato é capaz de tornar poluído 4,5 litros de água.

**Figura 5** – Pontos analisados ao longo da sub-bacia do Riacho Bacuri, Imperatriz-MA.

A – área de nascente, localizada na divisa dos municípios Imperatriz e João Lisboa (B1).



B – Médio Bacuri, no bairro Bacuri em Imperatriz (B2).



C – Foz Bacuri, no bairro CAEMA, em Imperatriz (B3).



D – Riacho do Meio, afluente no centro de Imperatriz (RM).



Fonte: organizado pelas autoras (2023).

Em relação às imagens que correspondem ao Riacho do Meio (RM), foram classificadas apresentando média para o PAR de  $8\pm 3$  (fz), caracterizando-se como área impactada. O RM possui área impactada pelo recebimento de lançamentos de esgoto *in natura* e resíduos sólidos devido ao fato de as margens estarem totalmente urbanizadas. A água apresentava odor específico de esgoto *in natura*, associado ao lançamento de dejetos, coloração opaca e erosões acentuadas durante todo o percurso, mostrando intensa ação antrópica no Riacho do Meio, afluente do Bacuri (Figura 5D). No período seco, o odor se intensificou, e a coloração se tornou mais acinzentada devido ao pouco fluxo de água corrente.

Já o PAR para o B3 demonstrou  $46\pm 6$ , classificando-se como alterado (Figura 5C). Isso se deve ao fato de que esse ponto, conforme é possível analisar na imagem, recebe lançamentos de resíduos domésticos de esgoto e resíduos sólidos devido a suas margens serem totalmente urbanizadas. Neste estudo, ao observar esse ponto constatou-se que há uma grande quantidade de espuma branca proveniente do despejo de efluentes domésticos sem tratamento.

### Considerações finais

Perante os resultados obtidos, constatou-se que o índice de doenças infecciosas está relacionado à falta de saneamento ambiental. Neste estudo, foi encontrada correlação positiva entre os bairros com falta de saneamento ambiental e as DRSAIs. Os resultados demonstraram que, de 2010 a 2022, os bairros Bacuri, Vila Nova, Vila Lobão e Redenção apresentaram as maiores médias das doenças relacionadas à falta de saneamento ambiental.

Sob o viés social, o processo de urbanização na sub-bacia do Riacho Bacuri trouxe consigo problemas socioambientais como a poluição da água do riacho, dado que a mata ciliar desse curso d'água foi substituída pela urbanização desordenada e há ausência de saneamento básico no perímetro urbano de Imperatriz-MA. Em síntese, as doenças para as quais a população mais buscou atendimento no hospital infantil municipal e nos postos de saúde foram aquelas por veiculação hídrica, como diarreia, dengue, hepatite A e leishmaniose tegumentar. Logo, neste estudo foi possível encontrar a relação entre as incidências das DRSAIs e a falta de saneamento

ambiental que atinge os bairros mais populosos e com pior infraestrutura, como os bairros Bacuri, CAEMA e Redenção I e II.

Por fim, com o Protocolo de Avaliação Rápida considerou-se que somente o ponto B1 é ainda considerado como área natural. Já os demais pontos resultaram em áreas alterada e impactada. Em síntese, são necessárias: universalização do saneamento básico, ações de educação ambiental e melhorias nas condições das moradias no município de Imperatriz. Ademais, faz-se necessária a gestão ambiental da sub-bacia do Riacho Bacuri, com a finalidade de promover a qualidade ambiental dessa área.

### Agradecimentos

Os pesquisadores agradecem à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), ao financiamento das bolsas de Iniciação Científica, à Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) e a Secretaria de Atenção à Saúde no setor de Vigilância Epidemiológica de Imperatriz-MA pela disponibilização dos dados.

### Referências

- ARAÚJO, G. C.; ZEILHOFER, P. Padrões espaciais da qualidade da água na bacia do rio Cuiabá e rio São Lourenço - Mato Grosso. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 7, n. 13, p. 55–70, 2011.
- ARRUDA, A.; HELLER, L. Acesso à água e esgoto em ocupação. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 32, n. 2, p. 1 -21, 2022.
- AUGUSTO, L. G. S. Saúde e Vigilância Ambiental: um tema em construção. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, p.177 – 187, 2003.
- BASSO, L. A.; RIGHI, E. Casos de hepatite A e leptospirose no município de Porto Alegre – RS entre os anos de 2007 a 2011. **Hygeia**, n. 11, v. 20, p. 66 - 84, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Desenvolvimento da Epidemiologia em Serviços. **Guia de Vigilância em Saúde**. 1. ed. atual. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016.
- CASTRO, R. S. de; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. da M. Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal-Brasil. **Saúde Debate**, v. 43, especial 3, p. 8-19, 2019.



CESA, M. V. **Água e outros fatores na ocorrência das doenças de vinculação hídrica na Ilha de Santa Catarina**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

COELHO, A. de F.; SILVA, A. B. da. Reúso de água em empreendimentos de lavagem de veículos. In: ZUFFO, A. M. **Engenharia sanitária e ambiental: tecnologias para a sustentabilidade**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019 (Engenharia Sanitária e Ambiental, v.4). 114 -125p.

CONCEIÇÃO, F. S.; RODRIGUES, Z. M. R. Geografia da saúde: contexto dos agravos relacionados à água na bacia hidrográfica do Rio Boa Hora, município de Urbano Santos, MA. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 26, p. 148-155, 2017.

CRUZ, N.; MIERZWA, J. C. Saúde pública e inovações tecnológicas para o abastecimento público. **Saúde e Sociedade**, v. 29, n. 1, p. 1 – 8, 2020.

FONSECA, F. R.; VASCONCELOS, C. H. Análise espacial das Doenças Relacionadas ao Saneamento Ambiental Inadequado no Brasil. **Cad. Saúde Colet.**, v. 19, n. 4, p. 448 – 453, 2011.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de saúde, 2004. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_saneamento\\_3ed\\_rev\\_p1.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf). Acesso em: 30 jun. 2022.

GOMES, A. M.; SOUSA, T. F. de; SILVA, L. L. D. da; *et al.* Hepatites virais: uma análise clínico-epidemiológica no Estado do Tocantins nos últimos 18 anos. **Revista Patologia do Tocantins**, v. 7, n. 2, p. 107 – 113, 2020.

IBGE. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/imperatriz>. Acesso em: 24 maio 2023.

IMADA, K. S.; ARAÚJO, T. S. de; MUNIZ, P. T.; PÁDUA, V. L. de. Fatores socioeconômicos, higiênicos e de saneamento na redução de diarreia na Amazônia. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. 77, p. 1-11, 2016.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em: 28 set. 2023.

LUZARDO, A. J. R.; CASTAÑEDA FILHO, R. M.; RUBIM, I. B. Análise espacial exploratória com o emprego do Índice de Moran. **GEOgraphia**, v. 19, n. 40, p. 161-179, 2017.

MASCARENHAS, M. D. M.; BATISTA, F. M. de A.; RODRIGUES, M. T. P.; *et al.* Simultaneous occurrence of COVID-19 and dengue: what do the data show? **Cad. Saúde Pública**, v. 36, n. 6, p. 1-10, 2020.

MENDES NETO, J. Á.; SOARES, Z. T.; LUCENA, V. B. Identificação de pontos de degradação na trajetória do Riacho Bacuri na cidade de Imperatriz – Maranhão. **Revista Educação Ambiental em Ação**, n. 48, p. 1-10, 2018.

- MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude> . Acesso em: 04 de abril. 2023.
- NOVA, F. V. P. V.; TENÓRIO, N. B. Doenças de veiculação hídrica associadas à degradação dos recursos hídricos, município de Caruaru-PE. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 71, p. 250-264, 2019.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Indicadores de saúde**: elementos conceituais e práticos. Disponível em: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49057/9789275720059\\_por.pdf?sequence=5](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/49057/9789275720059_por.pdf?sequence=5). Acesso em: 10 jun. 2023.
- PAIVA, R. F. P.; SOUZA, M. F. P. Associação entre as condições socioeconômicas e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 1- 11, 2018.
- PORTELA, R. A.; LEITE, V. D.; PEREIRA, C. F.; ROCHA, M. F. de M. Comportamento das doenças diarreicas nas mudanças sazonais no município de Campina Grande -PB. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 9, n. 17, p. 116 - 128, 2013.
- RIBEIRO, M. D.; FERRAUDO, A. S.; ZAIA, IJ. E.; ANDRADE, M. A. Condições de saneamento como indicador epidemiológico para Leishmaniose Tegumentar Americana na Amazônia sul ocidental brasileira. **Vigil. Sanit. Debate**, v. 5, n. 2, p. 64-7, 2017.
- SILVA, A. R. da. Análise da paisagem em um afluente do Rio Tocantins no município de Imperatriz-MA. **Revista Contexto Geográfico**, v. 7, n. 15, p. 134-146, 2022.
- SILVA, M. B.; NASCIMENTO, E. G. C.; QUEIROZ NETO, J. B. de; COSTA, F. R. da; BARRETO, M. A. F. A influência das características ambientais e dos fatores condicionantes na frequência das parasitoses intestinais na infância. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 18, p. 164-176, 2022.
- SPIPKI, F. R. Crise hídrica, saúde e parâmetros de qualidade microbiológica da água no Brasil. **Revista USP**, n. 106, p. 71-78, 2015.
- TAUIL, P. L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, p. S99-S102, 2001.
- TRATABRASIL. **Painel do Saneamento**. 2022. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=210530> Acesso em: 21 de nov. 2022.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop.**, v. 10, n. 4, p. 67-75, 2010.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ending the neglect to attain the Sustainable Development Goals: a road map for neglected tropical diseases 2021**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240010352-2030>. Acesso em: 27 de nov. 2023.