


**IMPACTOS AMBIENTAIS E VULNERABILIDADES NA ZONA COSTEIRA DO
AMAPÁ: ANÁLISE DA POLUIÇÃO POR RESÍDUOS E EFLUENTES E SUAS
CONSEQUÊNCIAS NA SAÚDE PÚBLICA**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n3-161>

Data de submissão: 17/02/2025

Data de publicação: 17/03/2025

Janiele Costa dos Santos

Graduanda em Bacharelado em Biologia
Universidade Federal do Amapá
E-mail: janielecosta208@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6254-5945>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5236025669988658>

Wilkson dos Santos Silva

Mestrando em Geografia
Universidade Federal do Amapá
E-mail: wilksonsunifap@hotmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-4152-4042>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2695739604383962>

Paula Fernanda Pinheiro Ribeiro Paiva

Doutora em Biotecnologia
Universidade Federal Rural da Amazônia
E-mail: engpaulapinheiropaiva@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8458-3132>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0199030535579361>

Leonardo Sousa dos Santos

Doutor em Geografia
Corpo de Bombeiros Militar e Coordenadoria Estadual de Defesa Civil
E-mail: leonardodrgeo@gmail.com
Orcid: 0000-0003-1912-7100
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8784955066806824>

Manuela Braga de Souza

Mestranda em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará
E-mail: manuelabsouza@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7622-2679>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6630007539410642>

Maria Edilene Pereira Ribeiro

Especialista em Petróleo e Gás
Secretaria de Estado de Energia e Economia do Mar do Estado do Rio de Janeiro
E-mail: edileneribeiro305@gmail.com
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6768-2974>
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8960541030634258>

Maxwell Moreira Baia

Mestre em Geografia

Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

E-mail: maxwmoreirabaia.mmb@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8000-5634>

Orleno Marques da Silva Junior

Doutor em Planejamento Energético

Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá

E-mail: orleno@ppe.ufrj.br

Orcid: 0000-0002-1173-1429

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/5287049055382398>

RESUMO

Os ambientes costeiros compreendem alguns dos ecossistemas mais vulneráveis do globo, com abundância e diversidade de recursos naturais. Os impactos ambientais sobre esses ecossistemas têm aumentado à medida que as cidades costeiras crescem e os poluentes gerados pela população são descartados indevidamente. O presente trabalho tem como objetivo a caracterização e delimitação de áreas potencialmente impactadas por resíduos e efluentes dentro dos limites da Zona Costeira do Amapá. Para isso, foram realizadas as etapas de levantamento de informações sobre a poluição ambiental por resíduos e efluentes na Zona Costeira do Amapá, a execução da estatística descritiva das áreas dos municípios costeiros, a correlação com doenças de veiculação hídrica e o uso do geoprocessamento para análise dos dados. Os resultados mostram que o crescimento desordenado das cidades da zona costeira não é acompanhado por políticas adequadas de desenvolvimento e monitoramento de resíduos sólidos e efluentes. Isso reflete-se em estudos que apontam bacias hidrográficas com níveis elevados de poluentes e baixos índices de saneamento, afetando a população de maneira desigual, sendo a mesorregião norte a mais impactada. Esse cenário afeta a saúde pública com o surgimento de patologias, nas quais a estatística descreve uma relação entre casos de diarreia aguda nos municípios e a precariedade do saneamento. Essa situação evidencia a vulnerabilidade da zona costeira do Amapá, que necessita de mais estudos para uma melhor gestão ambiental, territorial e da saúde.

Palavras-chave: Poluição. Ambiente. Biosistemas.

1 INTRODUÇÃO

A poluição ambiental ocorre em diversas formas, incluindo poluição do ar, da água, do solo, sonora, radioativa e visual (Santos, 2017). As mudanças causadas na fauna e na flora pela poluição alteram a qualidade ambiental, desencadeando processos de degradação resultantes de atividades diretas ou indiretas ao ambiente, conforme estabelecido pela Lei da Política Nacional do Meio Ambiente nº 6.938/1981.

O crescimento dos grandes centros populacionais e as ocupações desordenadas favorecem o desequilíbrio ambiental em áreas inadequadas para habitação ou contaminadas por poluentes orgânicos e inorgânicos nos municípios (Santos et al. 2025). Esses fatores contribuem significativamente para a poluição e a degradação ambiental decorrentes de resíduos sólidos e efluentes.

A problemática dos resíduos sólidos (RS) é antiga, remontando ao início dos primeiros agrupamentos humanos, quando o crescimento das populações e das cidades levou a uma geração vertiginosa de resíduos. Esses resíduos são definidos como matérias sólidas ou semissólidas (Guisar et al., 2006).

A poluição antrópica dos recursos hídricos é ainda mais acentuada devido ao descarte incorreto de materiais sólidos e efluentes, comprometendo a qualidade da água e do esgoto (Libânio, 2005; Richter, 2009). A água contaminada pode causar doenças transmitidas pelo ambiente e afetar negativamente o consumo humano.

Apesar dos avanços nas normas relacionadas ao problema, a ausência de políticas públicas adequadas nesse âmbito é prejudicial. As legislações e sua aplicabilidade são falhas nos municípios, pois a falta de tratamento de esgoto despejado em corpos d'água e a coleta irregular de resíduos sólidos agravam os impactos ambientais. Esses impactos manifestam-se em enchentes, inundações e áreas contaminadas, trazendo sérios problemas de saúde pública (Mondal e Southworth, 2010; Braz e Longo, 2021).

O estado do Amapá, localizado no norte do país e na zona costeira amazônica, possui 11 municípios situados na zona costeira. Essas áreas são ricas em biodiversidade e recursos naturais, abrangendo fatores bióticos e abióticos (Silva et al., 2006; Takiyama e Silva, 2009; Rodrigues e Silva Júnior, 2021). No entanto, o estado apresenta uma carência na delimitação de áreas para a correta disposição e tratamento de resíduos sólidos (Silva, Silva Júnior e Paiva, 2023), o que pode causar impactos negativos devido à destinação incorreta e à contaminação por efluentes.

Nesse sentido, o objetivo do presente artigo é caracterizar áreas potencialmente impactadas por poluentes dentro dos limites da Zona Costeira do Amapá, bem como avaliar o impacto provocado

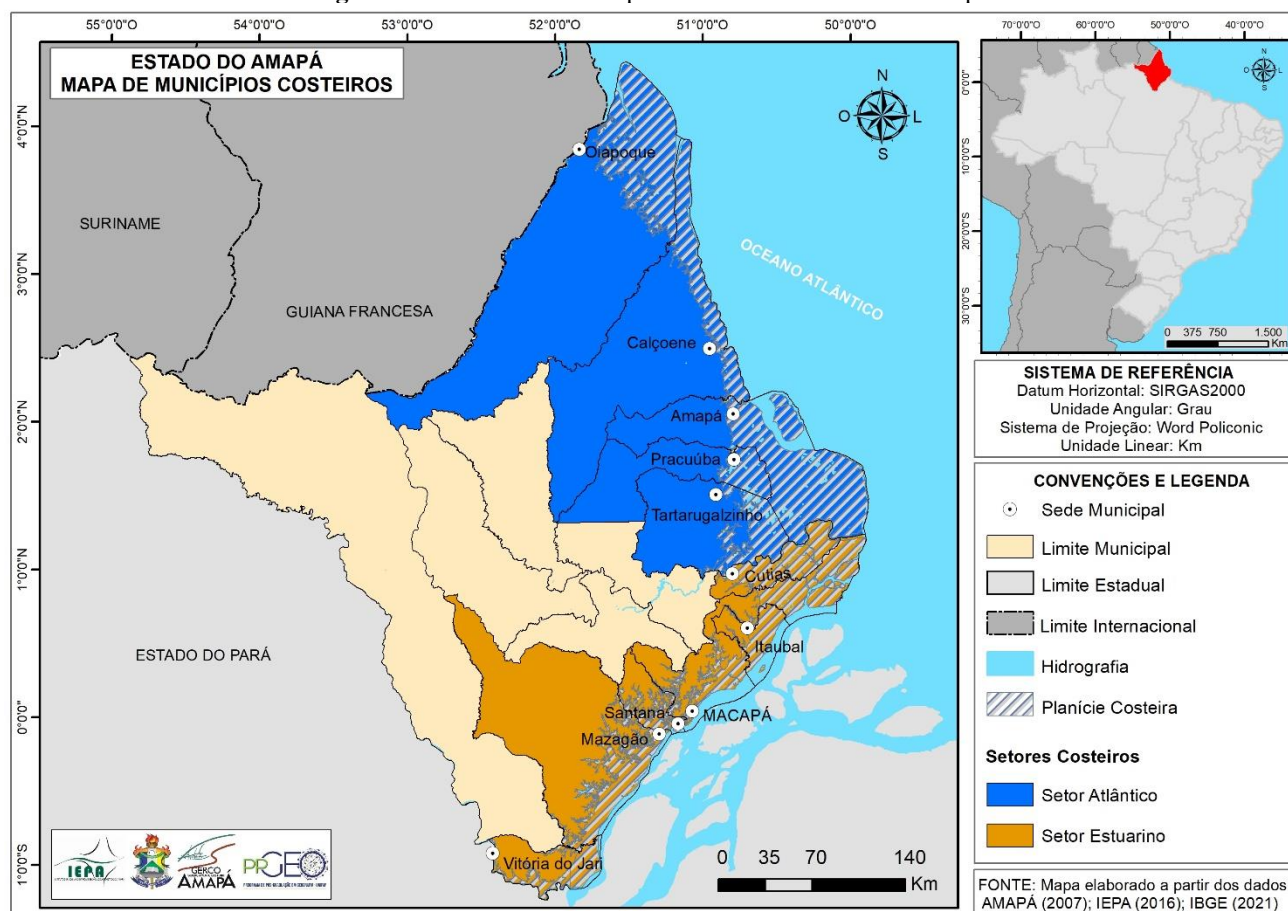
por poluentes orgânicos e inorgânicos de veiculação hídrica com base em fatores ambientais, socioeconômicos e históricos, além de levantar informações e dados sobre as áreas afetadas por poluentes orgânicos e inorgânicos nas esferas ambiental, econômica e de saúde coletiva na zona costeira do Amapá.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDOS

O Amapá está localizado no extremo norte do país, com cerca de 16 municípios, e faz parte da zona costeira amazônica. As cidades analisadas estão situadas na planície costeira do Amapá, sendo elas: Amapá, Calçoene, Cutias, Itaubal, Macapá, Mazagão, Oiapoque, Pracuúba, Santana, Tartarugalzinho e Vitória do Jari (IBGE, 2022; Silva Júnior et al., 2021). O Mapa da Figura 1 mostra as cidades analisadas na costa do Amapá.

Figura 1 - Divisão de município costeiros do Estado do Amapá



Fonte: Silva Junior et al. (2022)

Segundo o censo do IBGE (2022), mais de 90% da população do estado do Amapá está concentrada nos municípios costeiros. Apesar de ser um dos estados menos populosos do Brasil, com 733 mil habitantes, o Amapá apresenta uma alta taxa de urbanização (89,7%), embora enfrente grandes deficiências em seu planejamento urbano e no saneamento básico.

Outro aspecto relevante é a questão dos resíduos no estado. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), o Amapá era o menor produtor de resíduos sólidos urbanos por habitante do país (0,61 kg/hab/dia). No entanto, a gestão desses resíduos não ocorre de maneira especializada e com destinação adequada, principalmente devido às dificuldades dos municípios em fornecer informações que auxiliem no levantamento de dados precisos.

No Amapá, apenas três cidades enviam seus resíduos urbanos para aterros sanitários: Macapá, Santana e Mazagão. Além disso, Pedra Branca possui seu próprio aterro sanitário. Contudo, é importante destacar que os aterros de Santana e Mazagão foram desativados por consórcios, muitas vezes irregulares, e ainda existem problemas relacionados ao serviço de coleta de resíduos (Araújo et al., 2015; Silveira Gomes et al., 2022; Carim et al., 2022; Silva et al., 2023; Diário Oficial do Amapá, 2023).

A questão dos resíduos sólidos, especialmente os urbanos, é um desafio significativo. Quando descartados de forma inadequada, esses materiais podem se decompor ao longo do tempo. Um exemplo disso são os microplásticos, originados da degradação parcial de plásticos maiores, que podem se espalhar pelos sistemas costeiros e, através das correntes marítimas, atingir diferentes partes do globo (Santos et al., 2023).

2.2 LEVANTAMENTO DE DADOS

A pesquisa é de natureza descritiva e quali-quantitativa, utilizando dados de fontes secundárias para a revisão da literatura e discussão dos resultados. Os dados analisados foram aplicados aos municípios do estado do Amapá, com foco nos municípios costeiros. O período selecionado abrange de 2004 a 2024, com a busca de artigos nacionais e internacionais, relatórios estaduais, monografias, dissertações e livros por meio da plataforma Google Acadêmico, além de dados coletados de sites e instituições responsáveis pelo levantamento das fontes de esgoto e água em sites oficiais do governo federal e estadual.

Os dados foram obtidos por meio de projetos como o encarregado da capacitação técnica e elaboração da minuta dos Planos Municipais de Saneamento Básico (TEDPLAN), da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos (ABRELPE), do Portal do Governo do Amapá

(GEA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Instituto Trata Brasil, da Superintendência de Vigilância em Saúde do Estado do Amapá (SVS) e da Concessionária de Saneamento e Água do Estado do Amapá (CSA).

2.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise estatística utilizada é descritiva, e os dados foram coletados e tabulados no software Excel, com foco nos municípios costeiros do Amapá. A partir disso, realizou-se a associação entre doenças de veiculação hídrica e o saneamento básico. A primeira etapa da análise consistiu no cálculo da média aritmética simples da incidência de diarreia aguda na série histórica de 2013 a 2023, considerando os casos registrados a cada 1.000 habitantes nos municípios.

A segunda etapa envolveu o uso do Coeficiente de Correlação de Spearman, que permite analisar a relação entre duas variáveis não lineares. A interpretação do coeficiente baseia-se na direção da mudança das variáveis: quando ambas aumentam ou diminuem conjuntamente, a relação é positiva; quando uma aumenta e a outra diminui, a relação é negativa (Hauke e Kossowski, 2011; Ali Abd AL-Hameed, 2022).

A fórmula do coeficiente é representada a seguir, onde “X” corresponde à primeira variável e “Y” à segunda variável. O valor -1 indica uma relação negativa e inversa, enquanto +1 indica uma relação positiva entre as variáveis analisadas. No caso deste estudo, as variáveis são a incidência de doenças e o saneamento básico nos municípios costeiros.

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

2.4 ELABORAÇÃO DE MAPAS

A confecção dos mapas temáticos foi realizada por meio do software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) e do ArcGIS. As coordenadas foram ajustadas utilizando bases cartográficas e dados secundários da literatura, adaptados a partir de fontes como o IBGE (2022), o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), o Instituto de Pesquisa Científica do Estado do Amapá (IEPA) e a Superintendência de Saúde do Estado do Amapá (SVS).

Os mapas gerados apresentam a distribuição de doenças de veiculação hídrica em áreas poluídas dos municípios costeiros estudados, com base em dados secundários e análise estatística.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Amapá é reconhecido pela sua preservação ambiental, sustentada por uma forte legislação estadual e federal. No entanto, as falhas de fiscalização, alinhadas às políticas públicas ineficazes para as cidades, à ausência de monitoramento de resíduos sólidos, efluentes e a antropização, contribuem para a contaminação de áreas importantes, como os rios do interior do estado e o Rio Amazonas (França Neto, Pontes, Souza Júnior, 2019; Melém e Santos, 2021; Sousa, Araújo, Cavalcante, 2024).

Destaca-se o crescimento das cidades sem o devido ordenamento territorial, o que é um problema recorrente nas regiões com elevada urbanização. Um exemplo disso são as cidades de Macapá, Santana e Mazagão (RMM), onde, à medida que as populações crescem, o esgotamento sanitário e o saneamento básico gerados pelo uso e ocupação do espaço geográfico dos municípios não acompanham o seu desenvolvimento (Toste et al., 2015; Silva Júnior, 2021).

Nesse contexto, a zona costeira do Amapá, quando analisado o seu crescimento populacional, apresenta resultados que indicam aumento significativo da população urbana e rural nas sedes municipais da ZCEA. Caso não seja dada a devida atenção, isso pode se tornar prejudicial para a população. A figura a seguir mostra uma maior concentração de cidades com população urbana ao longo da costa do Amapá, de acordo com os dados do IBGE (2021, 2023).

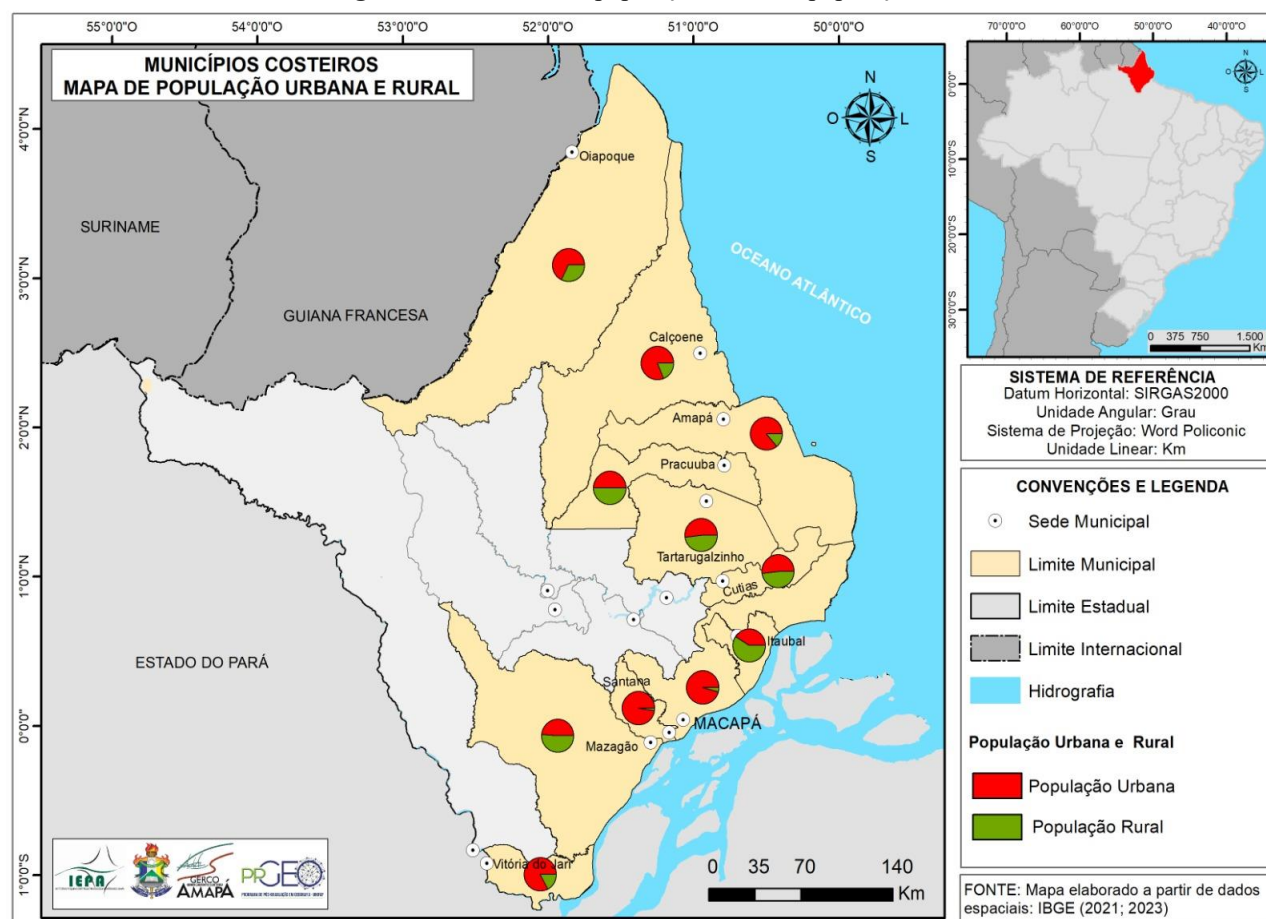
Através da análise do mapa da Figura 2, é possível observar que Macapá e Santana concentram as maiores populações urbanas da costa do Amapá. O estudo de Abreu et al. (2024) aponta, por meio de um modelo de dispersão, que Macapá e Santana são as cidades com maiores contaminantes sanitários nos rios do Amapá. Isso ocorre devido ao fato de serem as cidades com maior número de habitantes e ao fato de não possuírem saneamento básico adequado.

O aumento dessas áreas sem as devidas medidas do poder público dificulta sua espacialização, a identificação dos impactos e o planejamento urbano, como discutido por trabalhos como Toste et al. (2015) e Chagas, Santos e Silva (2016). O impacto ambiental, além da contaminação dos organismos e o desencadeamento de patologias, configura-se como um conflito para o estado, no que diz respeito à gestão ambiental e ao saneamento, ao tratamento da água, esgoto e resíduos sólidos, colocando as cidades em uma situação de vulnerabilidade hídrica e contaminação do solo, quando não são seguidos os padrões estabelecidos pela NBR 7229/1999.

Esse problema se torna ainda mais preocupante quando se considera o descarte de efluentes in natura nos municípios costeiros, como relatado no projeto TEDPLAN (2020), uma prática muito comum no estado (Abreu et al., 2024). Esse descarte origina contaminantes provenientes de resíduos e efluentes orgânicos e inorgânicos, que não são monitorados e muitas vezes não estão em

conformidade com a resolução do CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, aumentando sua concentração.

Figura 2 - Cidades com população urbana e população rural



Fonte: Autores (2024)

Diversos estudos ressaltam a contaminação dos corpos hídricos do estado por poluentes. Um exemplo é o rio Oiapoque, que apresenta alto grau de contaminação por coliformes fecais, indicando o descarte in natura de efluentes sanitários e a presença de traços de mercúrio (Silva Júnior et al., 2015). O rio Araguari sofre a influência das hidrelétricas e a diminuição de oxigênio, o que provoca a mortandade de peixes, além da emissão de gases de efeito estufa (Fearnside, 2015). A bacia do rio Cassiporé é afetada pela contaminação por metais pesados em peixes (Lima et al., 2015), enquanto o rio Amazonas, fonte natural de captação de água em Macapá, contém cianobactéria, liberando a toxina microcistina-LR, que pode ser fatal se não tratada (Oliveira et al., 2019). Outros trabalhos abordam a mesma situação em outros rios do estado (Cunha et al., 2004; Lima et al., 2021).

A infraestrutura para a coleta e disposição de resíduos deve ser destacada neste contexto, pois apenas três municípios possuem acesso a aterros sanitários. Santana e Mazagão destinam seus resíduos

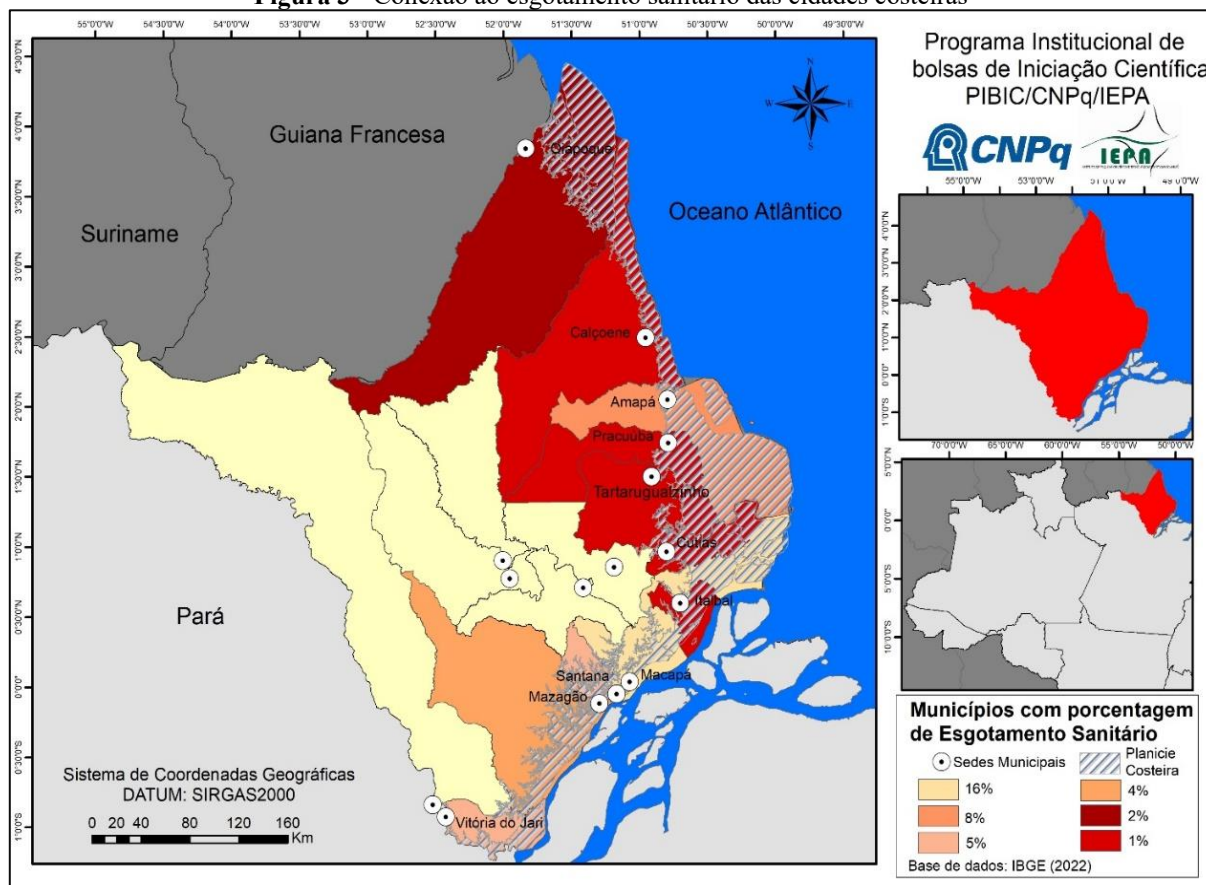
para o aterro de Macapá, enquanto Pedra Branca passou a integrar o quadro com o seu próprio aterro sanitário (Diário Oficial do Amapá, 2020; Silva, Silva Júnior, Paiva, 2023). O estado apresenta vulnerabilidade em relação aos resíduos gerados devido à presença de áreas inadequadas para a criação de aterros. O IMAP (2013) relata que é comum o transporte de resíduos para fora das cidades, onde são incinerados. Apenas o município de Tartarugalzinho dispõe de uma recente lei municipal de resíduos sólidos (Lei Municipal nº 487/2023), que institui o Plano Municipal Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (Tartarugalzinho, 2023).

As políticas públicas ainda enfrentam desafios na implementação e monitoramento das ações. A busca pelo levantamento do panorama das políticas, como a elaboração do Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), em 2023, ainda não havia se iniciado. A criação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) está em elaboração, de acordo com o GEA (2023). O estado ainda conta com o Termo de Execução Descentralizada para a Elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB-TEDPLAN), em parceria com a FUNASA, para diagnosticar os municípios relacionados ao saneamento do Amapá (Batista et al., 2015; GEA, 2023, 2024).

A fragilidade do estado em relação aos efluentes e resíduos sólidos é exacerbada pela urbanização. Estudos apontam bacias hidrográficas exorréicas, com maior antropização de contaminantes provenientes dos resíduos e efluentes das cidades costeiras, afetando áreas adjacentes. O impacto é visível na saúde, com o surgimento de patologias, na socioeconomia, com pescados contaminados por metais pesados, microplásticos e alta matéria orgânica, além do risco de eutrofização, poluição por cadeia alimentar e poluição pontual e difusa nos municípios (Viana, 2015; Abreu e Cunha, 2016; Souza et al., 2022; Souza, Araújo, Cunha, 2024; Abreu et al., 2024).

É importante destacar os índices de cobertura dos serviços de saneamento, que constituem um impacto social para a população, pois são atingidos de maneiras diferentes por fatores pré-existentes de vulnerabilidade, como pessoas de baixa renda, moradores de bairros periféricos ou em áreas de ressaca, e pelo acesso ao serviço público de abastecimento e infraestrutura. Esses fatores ampliam as desigualdades sociais, econômicas e no setor da saúde, com o aumento de doenças (Silva et al., 2020; SINIS, Trata Brasil, IBGE, 2021, 2022, 2023). A relação entre os corpos hídricos e os resíduos é um pilar essencial para o saneamento adequado do estado, que pode sofrer com desastres naturais, como enchentes, inundações e áreas contaminadas, prejudicando a população, especialmente em relação às diferenças sociais (Mondal e Southworth, 2010; Braz e Longo, 2021). A Figura 3 ilustra a porcentagem dos municípios da ZCEA com conexão ao esgotamento sanitário.

Figura 3 - Conexão ao esgotamento sanitário das cidades costeiras



Fonte: Autores (2024)

A mesorregião Norte do Amapá é a mais afetada, com os municípios de Cutias, Tartarugalzinho, Pracuúba, Calçoene e Oiapoque. Na mesorregião Sul, a cidade de Itaubal também se destaca. São áreas que sofrem com a falta de saneamento no Amapá. Embora essas cidades apresentem uma densidade populacional pequena, exceto Oiapoque, que possui aproximadamente 27 mil habitantes, o caso desses municípios se distingue por seu pequeno porte e pela expansão desordenada, com ocupação irregular, como discutido no trabalho de Melém e Santos (2021). No projeto TEDPLAN (2020), é levantada a relação entre os sistemas hídricos e a coleta de resíduos desses municípios, observando-se a ausência de legislações específicas. Não é encontrado plano para o crescimento urbano, esgotamento ou resíduos nessas cidades, sendo a fossa séptica e o descarte em rios da própria cidade as práticas mais comuns.

A companhia responsável pelos serviços de esgoto no Amapá (CAESA), atualmente privatizada, atribuiu ao grupo Equatorial (CSA/Equatorial) a responsabilidade por novas obras e melhorias no setor de saneamento do estado. No entanto, os números ainda são considerados inferiores, como pode ser visto na figura, e, comparada a outras regiões do Brasil, a região Norte detém o menor índice de saneamento (Grupo Equatorial, 2024).

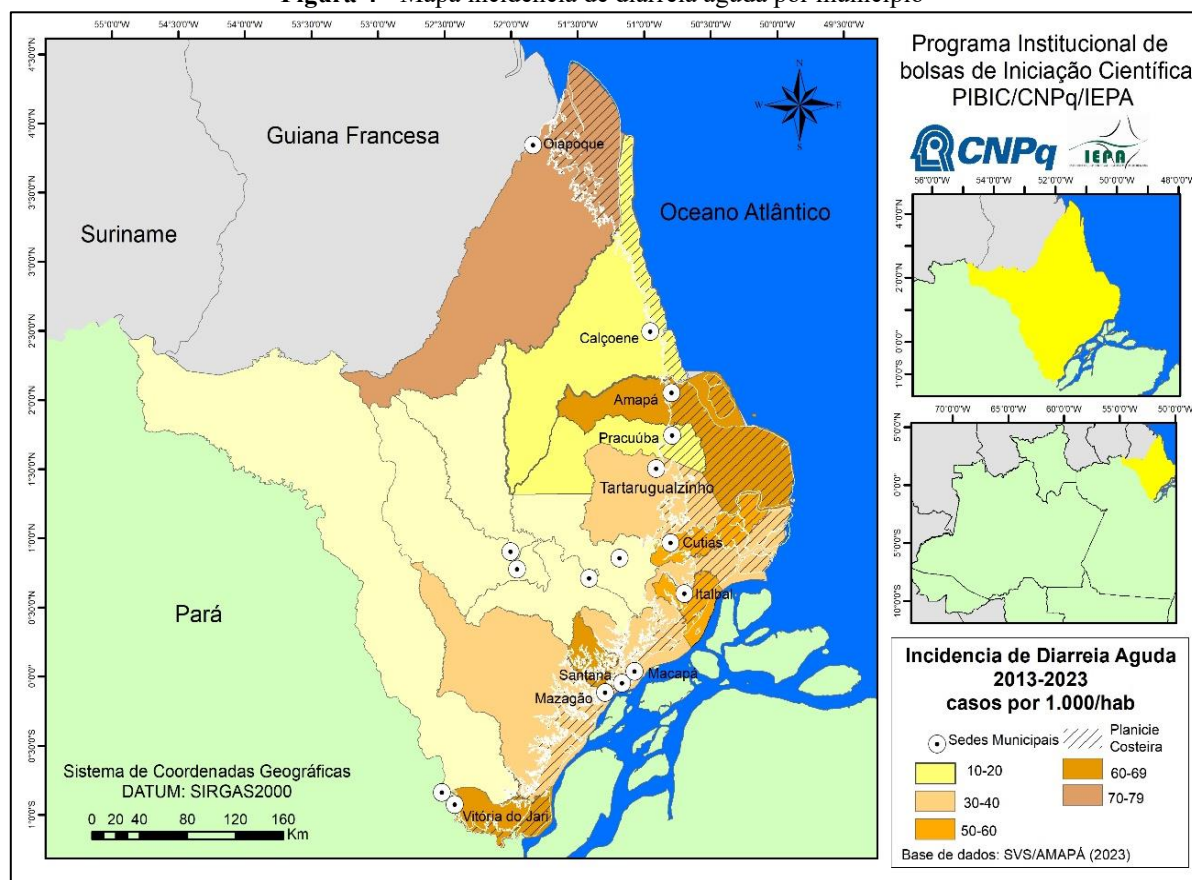
Em ofício enviado à Companhia de Águas do Amapá, em 2024, a Equatorial respondeu que dispõe de obras concluídas e outras em andamento, conforme os municípios. Observa-se que o estado, junto ao grupo Equatorial, ainda apresenta lacunas na padronização de informações entre as secretarias responsáveis, o que dificulta a compreensão da situação das regiões costeiras prioritárias para estudos técnicos e pesquisas científicas. Essas pesquisas ocorrem, em sua maioria, nas regiões metropolitanas, como Macapá, Santana e Mazagão, enquanto as outras cidades da ZCEA são alcançadas de maneira desproporcional, o que dificulta a compreensão dos problemas regionais.

Além disso, as problemáticas relacionadas a patologias podem se agravar com a associação de doenças e infecções geradas por saneamento básico inadequado, resíduos sólidos e efluentes, afetando de maneira desigual a população. Entender essa relação entre os municípios costeiros, as patologias e o esgotamento sanitário é crucial para o desenvolvimento da ZCEA e para a implementação de medidas eficientes (Costa e Mendonza, 2007).

O saneamento inadequado e o descarte irregular de resíduos podem indicar uma correlação com a incidência de locais contaminados. Alguns estudos discutem essa temática, como o de Rezende, Oliveira e Kuhn (2024), que encontraram contaminantes de metais pesados em lixões. Os resíduos sólidos e efluentes afetam a saúde coletiva, causando doenças e aumento de casos de arboviroses (dengue, chikungunya e zika), doenças fecal-oriais (leptospirose), cólera, hepatites (A e E), conforme descrito no trabalho de Silveira Gomes e Oliveira Belém (2022), além de outros problemas, como o chorume, depósito de resíduos em rios e córregos, e a atuação de catadores de lixo, entre outros. A diarreia aguda, proveniente de outros fatores, está, no entanto, relacionada ao saneamento inadequado, à qualidade ambiental da água e às condições de higiene (Correia et al., 2021; Moura, Landau, Ferreira, 2016). Essas doenças podem ser indicadores sociais, acentuando ainda mais as desigualdades, como é o caso da dengue, que está frequentemente associada ao acúmulo de lixo (Gomes et al., 2020; Sobral et al., 2016).

Desse modo, a Superintendência de Vigilância em Saúde do Estado do Amapá (SVS/AP) forneceu dados sobre as incidências de diarreias agudas, que mostram os municípios costeiros com as maiores incidências desses casos, conforme ilustrado na Figura 4, com a relação para cada município costeiro.

Figura 4 - Mapa incidência de diarreia aguda por município

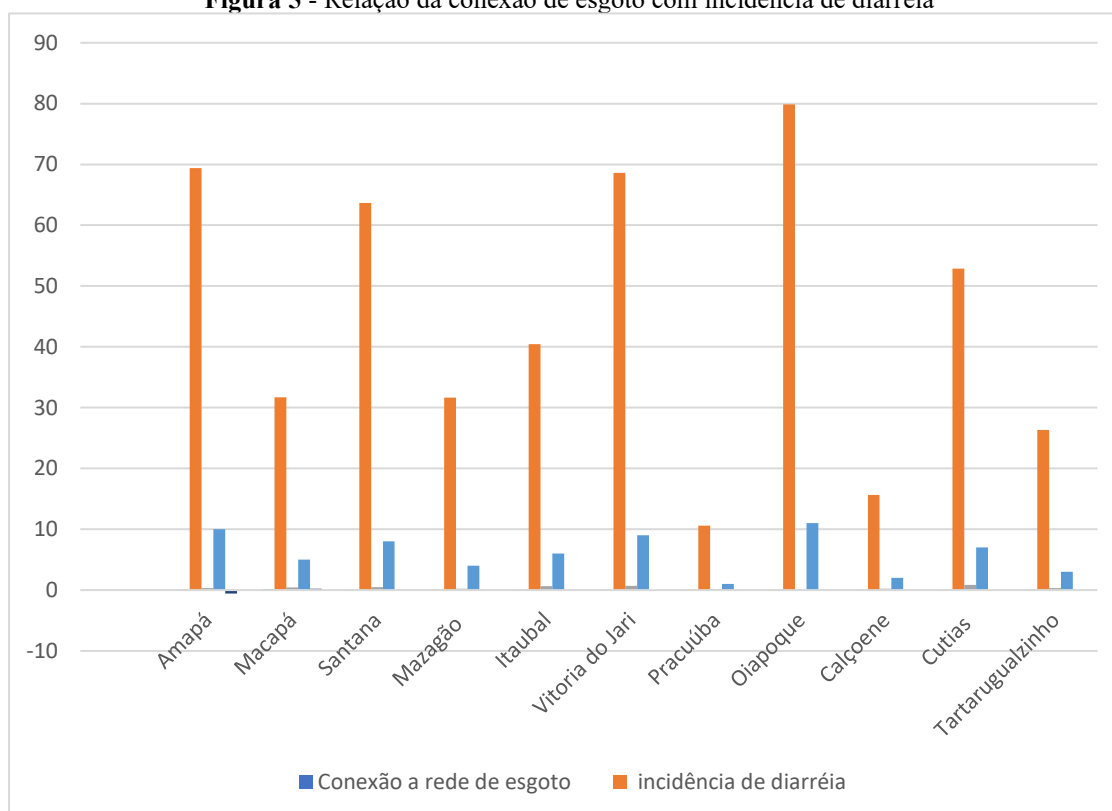


Elaboração: Autores (2024)

Ao analisar os municípios com maiores incidências de diarreia aguda, observa-se que o maior número de casos se concentra em Amapá e Oiapoque. Uma das justificativas para isso é a relação de baixos índices de gestão de resíduos e efluentes, que poderiam contribuir para a redução desses índices, como mostrado no trabalho de Mol, Queiroz e Gomes (2020). Oiapoque, por exemplo, sofre há décadas com a falta de um aterro adequado, assim como com a poluição de suas águas (Silva Júnior, Fuckner, Freitas, 2014). O mapa identifica que os municípios mais afetados apresentam uma elevada ocorrência de casos, relacionados aos baixos índices de saneamento, o que pode estar atrelado ao tratamento inadequado dos resíduos nesses municípios (Figura 5).

Os impactos causados na saúde, no ambiente, na socioeconomia, nos corpos hídricos e nos resíduos apontam para a necessidade de um direcionamento adequado nas gestões urbana, ambiental e territorial, a fim de compreender os riscos e as consequências dessa temática para o Amapá. A estatística descritiva, nesse caso, consegue relacionar as variáveis de estudo entre saneamento e diarreia aguda, para identificar se existe uma correlação entre esses fatores nos municípios analisados.

Figura 5 - Relação da conexão de esgoto com incidência de diarreia



Fonte: Autores (2024)

O resultado da estatística, utilizando o coeficiente de correlação de Spearman, indica que existe uma relação inversamente moderada e fraca, conforme descrito por Martínez Ortega et al. (2009). As variáveis analisadas são abordadas em outras pesquisas, como a de Araújo et al. (2021), que descreve a relação entre as patologias e a diarreia aguda nos municípios do Amapá. É importante destacar que os casos de diarreia podem ser provenientes de outros fatores, e nas notificações da SVS não é discutida a causa específica das doenças, sendo apenas registradas. No entanto, encontra-se uma relação com o saneamento, especialmente no que diz respeito aos resíduos sólidos e efluentes.

O Amapá, nesse contexto, é um dos estados mais preservados do país e faz parte da zona costeira amazônica, juntamente com o Pará e Maranhão. A região é conhecida por sua grande relevância ambiental e econômica, sendo banhada pelo rio Amazonas. A divisão dos setores costeiros abrange o setor estuarino e oceânico, com condições hidrodinâmicas que moldam os processos de erosão, sedimentação e transporte, possibilitando uma grande biodiversidade (Batista et al., 2009; Shaw, 2019; Rodrigues e Silva Júnior, 2020; Santos et al., 2022).

A capital Macapá, por exemplo, possui em sua zona urbana áreas úmidas, ocupadas por ressacas e várzeas que podem ser alagadas, além das ações de antropização que interferem nos ecossistemas de grande importância para os lugares sensíveis às mudanças, como o estuário

amazônico (Takiyama et al., 2004; Nery, Oliveira, Freitas, 2015). A interferência ambiental pela ausência de tratamento de saneamento básico inadequado pode acentuar essas mudanças.

Macapá está entre os 20 piores municípios em termos de atendimento a saneamento, permanecendo nessa posição por uma década. A cidade ocupa consistentemente uma posição entre o ranking das piores cidades em termos de esgotamento sanitário, com pouca variação em sua posição, de acordo com os dados do Trata Brasil (2023).

O crescimento das cidades sem o planejamento territorial adequado leva a um tratamento insuficiente de efluentes, e a cobertura de saneamento não alcança a totalidade dos centros populacionais dos municípios costeiros. No entanto, os resultados disso são refletidos no meio biótico e abiótico.

As cidades situadas na zona costeira descartam resíduos sólidos urbanos e efluentes domésticos de forma inadequada, o que desencadeia reações à jusante e à montante. As bacias hidrográficas da zona costeira são importantes por conectar fluxos de sedimentos, o que pode alterar o ambiente. É no estuário que os efeitos da erosão do solo da bacia e do despejo na rede fluvial de efluentes ricos em matéria orgânica, nutrientes e poluentes contaminantes podem gerar impactos cumulativos (Kennish, 2002; Nicolodi, Zamboni e Barroso, 2009). O resultado disso é a proliferação de mosquitos, poluição de corpos hídricos e degradação da cobertura vegetal (Albuquerque e Souza, 2015; TEDPLAN, 2020).

Pesquisas realizadas no estado revelam a presença de contaminantes no setor estuarino, como no rio Cuñaní (Calçoene). A causa disso pode estar relacionada à formação de sedimentos com altos percentuais de matérias orgânicas localizadas na zona costeira amazônica. O estudo analisou 23 elementos químicos no litoral do Amapá, servindo como base para identificar possíveis contaminações (Siqueira et al., 2018; Arruda Xavier et al., 2020).

Em 2015, estudos revelaram a possível contaminação por metais pesados, como cádmio, cromo, cobre, chumbo, zinco e mercúrio, em peixes de consumo, como a *Plagioscion squamosissimus*. A alta concentração de metais indica contaminação na bacia do rio Cassiporé, com risco para os seres humanos, podendo causar doenças neurológicas e genéticas. O poluente inerte, como o mercúrio encontrado na Amazônia, em especial nas cidades do Amapá, nos sistemas aquáticos de interiores e nas cidades costeiras, representa risco para adultos, mulheres em idade fértil e crianças, devido ao aumento de mercúrio. O valor excede o recomendado pela Organização Mundial da Saúde em aproximadamente 28%, sendo a maioria em rios interiores da região do estado do Amapá (Lima et al., 2015; Hacon et al., 2020).

Devido ao histórico de empresas mineradoras no Amapá, algumas regiões enfrentam problemas relacionados aos metais, como é o caso da exploração de manganês e seu armazenamento inadequado de minérios. O despejo em trechos específicos, como no caso do rio Amazonas e igarapés, utilizados pelos moradores de Elesbão, apresenta níveis de contaminação acima do recomendado pelo Ministério da Saúde, o que é considerado um perigo para a saúde humana (Pinheiro e Souza, 2017; Cardoso et al., 2021). A contaminação por metais pesados é uma realidade inegável para o estado, evidenciando a fragilidade dos corpos hídricos quando não são monitorados ou quando as áreas não são identificadas, o que causa danos ao meio físico, ao ecossistema e à saúde coletiva.

Os bioindicadores de qualidade ambiental e de saúde, como o fitoplâncton, relacionam-se aos fatores ambientais no meio aquático. Por exemplo, em ambientes aquáticos, como na Lagoa dos Índios, Lagoa Santa Clara e na Estação de Tratamento de Água (ETA), alguns táxons de fitoplâncton presentes são indicativos de ambientes tóxicos, ácidos e eutrofizados. Na ETA de Macapá (ETAM), o grupo Chlorophyta libera cianotoxinas nas águas, o que gera sabor e odor no meio, causando problemas na qualidade da água consumida (Oliveira et al., 2019; Silva et al., 2021).

4 CONCLUSÃO

Os estudos apontam para a qualidade da água, que influencia diretamente o consumo, e as contaminações por matérias orgânicas e inorgânicas, que podem ocorrer de forma natural ou intencional. A contaminação por efluentes e a degradação de resíduos sólidos contaminantes em áreas de interesse econômico e ecológico, além da exposição de grupos específicos, podem resultar em problemas relacionados a metais pesados. O saneamento básico e a água tratada são considerados vulneráveis e necessitam de mais pesquisa para compreender o grau de dificuldade e mitigar soluções por meio de políticas públicas. É essencial a atuação do poder estadual para caracterizar as áreas costeiras com resíduos sólidos e efluentes.

O estado do Amapá apresenta uma fragilidade significativa no que tange ao saneamento, que, de acordo com a Lei nº 11.445/2007, é o conjunto de medidas que propõe condições adequadas para o ambiente e para a promoção da saúde, especificando o saneamento como o cuidado com os corpos hídricos, devido à poluição, como a contaminação por metais pesados nos rios, e possivelmente à incidência de diarreia, em função dos efluentes urbanos da ZCEA e da prática inadequada de descarte de resíduos in natura nos municípios. Isso atinge a população de forma desproporcional, além de afetar a saúde pública, conforme demonstrado pelas estatísticas apresentadas neste trabalho.

É necessário que se dê mais atenção às políticas públicas eficazes para a implementação de medidas que reduzam os problemas que afetam as áreas da ZCEA, com o objetivo de melhorar a

qualidade de vida das pessoas que ocupam essa região. Estudos adicionais sobre o ambiente costeiro amapaense são essenciais para compreender a relação da urbanização nas cidades costeiras e as consequências de origem antropológica, como as de matérias orgânicas e inorgânicas provenientes de resíduos sólidos e efluentes, que influenciam nas mudanças na fauna e flora dos ambientes costeiros.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993
- ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos. Especiais. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>. Acessado em 10 de outubro de 2023.
- ABREU, C. H. M. D.; ARAÚJO, E. P.; CUNHA, H. F. A.; TEIXEIRA, M.; CUNHA, A. C. Domestic sewage dispersion scenarios as a subsidy to the design of urban sewage systems in the Lower Amazon River, Amapá, Brazil. *PeerJ*, v. 12, p. e16933, 2024
- ABREU, V. S., CORREIA, R. G., NEVES, R. L. P., SENADO, J. A. V., & DA SILVA, E. J. S. O uso de agrotóxicos nas propriedades de agricultores familiares do município de Tartarugalzinho, estado do Amapá. *Cadernos de Agroecologia [Volumes 1 (2006) a 12 (2017)]*, v. 10, n. 3, 2015.
- ALBUQUERQUE, E. L. S.; SOUZA, M. J. N. Bacias Hidrográficas Costeiras: importância e cenário degradacional no setor leste metropolitano de Fortaleza, estado do Ceará. *Revista GeoUECE*, v. 4, n. 6, p. 151-174, 2015.
- ALI ABD AL-HAMEED, K. Spearman's correlation coefficient in statistical analysis. *International Journal of Nonlinear Analysis and Applications*, v. 13, n. 1, p. 3249-3255, 2022.
- AMAPÁ, Diário oficial. Macapá. Disponível em: <https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/cidades/pedra-branca-se-torna-o-segundo-municipio-do-amapa-a-adotar-o-aterro-sanitario/>> Acessado di a 24 de julho de 2024
- ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros Vergel do Lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 4, n. 2, p. 626-668, 2015.
- ARAÚJO, P. E.; BRITO, A. U.; CUNHA, H.; CUNHA, A. C. Indicadores de abastecimento de água e doenças de transmissão hídrica em municípios da Amazônia Oriental. *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 26, p. 1059-1068, 2021.
- ARRUDA XAVIER, D., DOS SANTOS, V. F., DE MIRANDA, A. G. O., & BERRÊDO, J. F. Determination of background geochemistry of an Amazon estuary: The Cuñaní Estuary–Amapá. *Marine Pollution Bulletin*, v. 155, p. 111144, 2020.
- BATISTA, A. P. B.; SILVA APARÍCIO, W. C.; SILVA APARÍCIO, P.; SANTOS, V. S.; LIMA, R. B.; MELLO, J. M. Caracterização estrutural em uma floresta de terra firme no estado do Amapá, Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 35, n. 81, p. 21-33, 2015.
- BATISTA, E. M.; SOUZA FILHO, P. W. M.; SILVEIRA, O. M. F. Avaliação de áreas deposicionais e erosivas em cabos lamosos da zona costeira Amazônica através da análise multitemporal de imagens de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 27, p. 83-96, 2009.
- BRAZ, S. N.; LONGO, R. M. Qualidade ambiental das cidades: uso de bioindicadores para avaliação da poluição atmosférica. *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, v. 2, p. 1-21, 2021.

CARDOSO, F. M. N.; TELLES, C. R.; MILHOMEM, W. M. C.; JUNIOR, S. V. T.; VIDAL, L. J. G.; BEZERRA, R. M.; BRAGA, F. S.; VASCONCELOS, H. G. C.; ALMEIDA, A. F.; LIMA, S. E. A.; GOMES, M. R. F. Avaliação de elementos inorgânicos em água e uma população humana exposta a rejeitos de minério. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, v. 9, n. 4, p. 35-45, 2021.

CARIM, M. J. V.; TORRES, A. M.; TAKYIAMA, L. R.; SILVA JUNIOR O. M.; SOUZA, M. O.; SOUTO, F. A. F.; BAIA, M. M.; BARATA, J. B.; SOUZA, A. J. B.; SOUZA CORREA, P. R. Impactos da disposição de resíduos sólidos urbanos no solo e água nos municípios de Macapá e Santana–Amapá. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. e37111528211-e37111528211, 2022.

CORREIA, C. V.; HUSZCZ, B. G.; P. B. A.; SANTOS, A. G. E.; MARTENS, L. B. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no Brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas?. *Brazilian Medical Students*, v. 5, n. 8, 2021.

COSTA, C. F. S., MENDOZA-SASSI, R. A. Identificação de patógenos humanos nas águas que margeiam a cidade do Rio Grande/RS. *Revista Baiana de Saúde Pública*, v. 31, n. 2, p. 201-201, 2007.

CSA. Concessionária de Saneamento do Amapá. Em Macapá, Arsap acompanha obra da nova adutora da zona norte. 2022. Disponível em: <https://csa-equatorial.com.br/2023/01/27/em-macapa-arsap-acompanha-obra-da-nova-adutora-da-zona-norte>. Acesso em 09 de maio de 2024.

CUNHA, A. C. D.; CUNHA, H. F. A.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P.; DANIEL, L. A.; SCHULZ, H. E. Qualidade microbiológica da água em rios de áreas urbanas e periurbanas no baixo Amazonas: o caso do Amapá. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 9, p. 322-328, 2004.

FRANÇA NETO, C.; PONTES, H. L.; FERREIRA, T. R. F.; SOUZA JÚNIOR, A. M. A situação da irregularidade fundiária em municípios de pequeno porte no estado do Rio Grande do Norte. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 10, p. 22383-22390, out. 2019

HACON, S. S.; COSTA, M. O.; GAMA, C. S.; FERREIRA, R.; BASTA, P. C.; SCHRAMM, A.; YOKATA, D. Mercury exposure through fish consumption in traditional communities in the Brazilian Northern Amazon. *International journal of environmental research and public health*, v. 17, n. 15, p. 5269, 2020.

HAUKE, J., & KOSSOWSKI, T. Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones geographicae*, v. 30, n. 2, p. 87-93, 2011.

IBGE - 2022 INSTITUTO DE PESQUISA DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023

IMAP. Instituto de meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Amapá. Relatório dos lixões municipais do Estado do Amapá 2013. Macapá, 2013.

KENNISH, M. J. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental conservation*, v. 29, n. 1, p. 78-107, 2002.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de tratamento e qualidade de água. 2005.

LIMA, D. P. D., SANTOS, C., SILVA, R. D. S., YOSHIOKA, E. T. O., & BEZERRA, R. M. Contaminação por metais pesados em peixes e água da bacia do rio Cassiporé, Estado do Amapá, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 45, n. 4, p. 405-414, 2015.

LIMA, L. M.; SILVA, C. N.; PAULA, C. Q.; MARINHO, V. D. N. M.; MELO ROSA, A. Transformações no médio Rio Araguari, no Amapá: contribuições ao debate sobre conflitos na pesca artesanal. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 2, p. 12475-12494, 2021

MARTÍNEZ ORTEGA, R. M., TUYA PENDÁS, L. C., MARTÍNEZ ORTEGA, M., PÉREZ ABREU, A., & CÁNOVAS, A. M. El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, v. 8, n. 2, p. 0-0, 2009.

MELEM, J. B. C., SANTOS, K. P. A questão territorial urbana do município de Amapá-Amapá: REURB-S, possibilidades de atuação do estado. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 28455-28476, 2021.

MOL, M. P. G., QUEIROZ, J. T. M., GOMES, J., & HELLER, L. Gestão adequada de resíduos sólidos como fator de proteção na ocorrência da dengue. *Revista Panamericana de Salud Pública*, v. 44, p. e22, 2020.

MONDAL, P.; SOUTHWORTH, J. Evaluation of conservation interventions using a cellular automata-Markov model. *Forest Ecology and Management*, v. 260, n. 10, p. 1716-1725, 2010.

NICOLODI, J. L.; ZAMBONI, A.; BARROSO, G. F. Gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras no Brasil: implicações para a Região Hidrográfica Amazônica. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 9, n. 2, p. 9-32, 2009.

OLIVEIRA, E. C; CASTELO-BRANCO, R. SILVA. L.; SILVA, N. AZEVEDO. J.; VASCONCELOS, V. E CUNHA, A. First detection of microcystin-LR in the amazon river at the drinking water treatment plant of the municipality of Macapá, Brazil. *Toxins*, v. 11, n. 11, p. 669, 2019.

PINHEIRO, M. O.; SOUZA, C. B. Efeitos teratogênicos dos metais pesados sobre a infertilidade humana e malformações congênitas. *UNILUS Ensino e Pesquisa*, v. 14, n. 35, p. 47-58, 2017.

PORTAL DO GOVERNO DO AMAPÁ, GEA, 2022. Disponível em: <<https://www.portal.ap.gov.br/noticia/0302/ppi-de-residuos-solidos-amapa-e-o-primeiro-estado-brasileiro-a-pactuar-universalizacao-do-servico#:~:text=O%20Amap%C3%A1%20%C3%A9%20o%20primeiro,gerar%20emprego%2C%20renda%20e%20oportunidades>> Acessado em 13 de Setembro de 2023.

PORTAL DO GOVERNO DO AMAPÁ, GEA, 2024. Disponível em: <https://www.amapa.gov.br/noticia/0203/combate-a-dengue-governo-do-amapa-decreta-situacao-de-emergencia-em-10-municipios-do-estado#:~:text=A%20maioria%20de%20casos%20se,e%20Tartarugalzinho%20com%2032%20casos.> > Acessado em 1 de Março de 2024.

RODRIGUES, M. R. C.; SILVA JUNIOR, O. M. Panorama Geral da Zona Costeira do Estado do Amapá. *Rev. Bras. De Geogr. Física*, v. 14, p. 1654-1674, 2021.

SANTOS, A. M. Poluição do meio ambiente. Ed. LTC. Rio de Janeiro, 20217.

SANTOS, J. C.; RODRIGUES, M. R. C.; SILVA JUNIOR, O. M. A problemática dos microplásticos nos ambientes costeiros amazônicos. Editora Conhecimento Livre. Goiás, 2023.

SANTOS, L.; SILVA F.; RIBEIRO J.; SILVA JUNIOR, O.; ANDRADE, M.; COSTA, F.; MIRANDA, W.; BARBOSA, A. Mapa de múltiplas ameaças do Pará: uma ferramenta estratégica para alerta e resiliência frente aos eventos extremos na Amazônia. REVISTA ARACÊ, São José dos Pinhais, v.7, n.1, p.3105-3121, 2025

SANTOS, V. F; JÚNIOR, B. B. N.; SOUZA, F. M.; SILVA, L. M.S Amapá: um estado costeiro-reflexões sobre vulnerabilidades, riscos e adaptações a mudanças climáticas. Encontros e percepções geográficas: diálogos e provocações, p. 110, 2022.

SHAW, R. Global coasts in the face of disasters. In: Coastal Management. Academic Press, 2019. p. 1-4.

SILVA JUNIOR, O. M.; SANTOS, L. S.; RODRIGUES, M. R. C. Panorama dos riscos costeiros no estado do Amapá: conhecer para agir. 2020.

SILVA JÚNIOR, O. M.; FUCKNER, M. A.; FREITAS, M. A. V. Gestão de recursos hídricos fronteiriços e transfronteiriços na Amazônia – Estudo de caso na bacia do Rio Oiapoque. Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP), (ISSN: 2359-0831 - on line), Belém, v. 01, n. 02, p. 115-136, jul./dez. 2014.

SILVA JÚNIOR, O. M.; SILVA, E. A. C.; AMARAL, C. F. A. C.; MELÉM, T. M. F.; SILVA, W. S.; SILVA, P. S. F. ATLAS geográfico escolar do Estado do Amapá. Editora da Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2021.

SILVA, D. N.; OLIVEIRA, A. L. A.; MENDES, E. C. Pobreza e saneamento básico. Mundo e Desenvolvimento: Revista do Instituto de Estudos Econômicos e Internacionais, v. 3, n. 4, p. 66-94, 2020.

SILVA, E. G.; MENDES, M. P. Características e prevenção da contaminação Escherichia Coli. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 22, p. 17-17, 2022.

SILVA, L. M. A.; SILVA, S. L. F. A atividade pesqueira na região atlântica da costa do Amapá: município de Amapá, Pracuúba, Tartarugalzinho e baixo Araguari. Inventário Biológico das Áreas do Sucuri e Região dos Lagos no Estado do Amapá. Macapá: IEPA, p. 173-187, 2006.

SILVA, R. C.; SILVA JÚNIOR, O. M.; PAIVA, P. R. F. P.; SANTOS, A. M. Análise da disposição de resíduos sólidos nos municípios do estado Amapá a partir da utilização do geoprocessamento. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, v. 1, n. 15, p. 225-243, 2023.

SILVEIRA GOMES, A. O.; OLIVEIRA BELÉM, M. O lixo como um fator de risco à saúde pública na cidade de Fortaleza, Ceará. SANARE-Revista de Políticas Públicas, v. 21, n. 1, 2022.

SINIS. Sistema nacional de informações sobre saneamento. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es>> Acessado em 17 de novembro de 2023.

SINIS: Sistema Nacional de informação sobre saneamento básico 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/agua-e-esgotos-1/2019>> Acessado em 28 de outubro de 2023.

SOUSA, T. S., ARAÚJO, E. P., & CUNHA, A. C. Water surface variability in oceanic and estuarine coasts of Amapá, Brazil. *Aquatic Sciences*, v. 86, n. 2, p. 45, 2024.

SOUZA NEGRÃO, Y.; SOUSA, H. C; RANIERI, L. A. Vulnerabilidade à erosão costeira em praias amazônicas e a ocupação populacional em áreas de riscos. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n. 2, p. 1264-1284, 2022.

TAKIYAMA, L. R., SILVA, A. Q., COSTA, W. J. P., & NASCIMENTO, H. S. Qualidade das águas das ressacas das bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú. *Diagnóstico das ressacas de Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Curiaú*. Macapá: CPAQ/IEPA, p. 81-104, 2004

TAKIYAMA, L. R.; SILVA, U. R. L. D. Experiências na Utilização de Metodologias Participativas para a Construção de Instrumentos de Gestão Costeira no Estado do Amapá, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 9, n. 2, p. 33-45, 2009.

TEDPLAN. Termo de Execução Descentralizada. Projeto Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) do Estado do Amapá. UNIFAP/FUNASA. p. 52. 2018.

Trata Brasil, saneamento e saúde. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/manual-imprensa.pdf> > Acessado em 22 de Janeiro de 2024.

TRATA BRASIL. Trata Brasil, saneamento e saúde. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2023/>. Acessado em 11 de dezembro de 2023.

VIANA, R. L.; FREITAS, C. M.; GIATTI, L. L. Saúde ambiental e desenvolvimento na Amazônia legal: indicadores socioeconômicos, ambientais e sanitários, desafios e perspectivas. *Saúde e Sociedade*, v. 25, p. 233-246, 2016.