

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA INTRUSÃO SALINA NO ARQUIPÉLAGO DO BAILIQUE/AP: UMA ANÁLISE COM SENSORIAMENTO REMOTO

Luana dos Santos Tabosa da Silva¹

Daguinete Maria Chaves Brito²

Orleno Marques da Silva Junior³

RESUMO: O arquipélago do Bailique, localizado na foz do rio Amazonas, enfrenta um quadro crescente de vulnerabilidade socioambiental decorrente da intensificação da intrusão salina em seus recursos hídricos superficiais. Associado à elevação do nível do mar, às mudanças no regime hidrológico e às alterações climáticas globais, esse processo tem comprometido o acesso à água doce, afetando diretamente a saúde, a segurança alimentar e as atividades produtivas das comunidades ribeirinhas. Este artigo tem como objetivo analisar os impactos socioambientais da intrusão salina nas comunidades do Bailique, a partir de uma abordagem interdisciplinar que integra dados ambientais e socioeconômicos. Metodologicamente, o estudo combina medições *in situ* de salinidade superficial, realizadas em diferentes períodos sazonais, com técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, destacando-se a aplicação do índice Normalized Difference Water Index (NDWI) em imagens Landsat processadas na plataforma Google Earth Engine. Complementarmente, são analisados dados socioeconômicos secundários, relativos às condições de moradia, renda, saúde, saneamento e formas de abastecimento hídrico. Os resultados evidenciam a correlação entre a variabilidade sazonal da intrusão salina e o agravamento das vulnerabilidades sociais, revelando que as limitações ambientais e infraestruturais ampliam desigualdades e configuram um desafio de justiça socioambiental. O estudo aponta, ainda, a necessidade de políticas públicas integradas, que articulem soluções tecnológicas, conservação ambiental e participação comunitária, visando ao fortalecimento da resiliência hídrica no arquipélago.

PALAVRAS-CHAVE: Intrusão salina; vulnerabilidade socioambiental; recursos hídricos; sensoriamento remoto; arquipélago do Bailique.

SOCIOENVIRONMENTAL IMPACTS OF SALTWATER INTRUSION IN THE BAILIQUE ARCHIPELAGO, AMAPÁ (BRAZIL): AN ANALYSIS USING REMOTE SENSING

ABSTRACT: The Bailique Archipelago, located at the mouth of the Amazon River, faces a growing scenario of socio-environmental vulnerability resulting from the intensification of saline intrusion into surface water resources. Associated with sea-level rise, changes in the hydrological regime, and global climate change, this process has compromised access to freshwater, directly affecting health, food security, and the productive activities of riverine communities. This article aims to analyze the socio-environmental impacts of saline intrusion in the communities of Bailique through an interdisciplinary approach that integrates environmental and socioeconomic data. Methodologically, the study combines *in situ* measurements of surface salinity, carried out during different seasonal periods, with remote sensing and geoprocessing techniques, highlighting the application of the Normalized Difference Water Index (NDWI) using Landsat imagery processed on the Google Earth Engine platform. In addition, secondary socioeconomic data related to housing conditions, income, health, sanitation, and water supply were analyzed. The results reveal a strong correlation between the seasonal variability of saline intrusion and the intensification of social vulnerabilities, demonstrating that environmental and infrastructural constraints exacerbate inequalities and constitute a socio-environmental justice challenge. The study also highlights the need for integrated public policies that articulate technological solutions, environmental conservation, and community participation to strengthen water resilience in the archipelago.

KEYWORDS: Saline intrusion; Socio-environmental vulnerability; Water resources; Remote sensing; Bailique Archipelago.

¹ Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). Rua Estrada do Bengui, 11B, 66.630-248, Belém, Pará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-5300-0880>. E-mail: eng.luanatabosa@gmail.com.

² Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Professora do Curso de Licenciatura em Geografia. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9856-4290>. E-mail: dagnete@uol.com.br.

³ Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). Pesquisador do IEPA. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1173-1429>. E-mail: orleno@ppe.ufrj.br.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira amazônica constitui um dos sistemas socioambientais mais complexos e dinâmicos do território brasileiro, caracterizando-se pela intensa interação entre processos fluviais, marinhos, climáticos e antrópicos. No arquipélago do Bailique, localizado na foz do rio Amazonas, essa complexidade se manifesta de forma particularmente sensível, uma vez que as comunidades ribeirinhas dependem diretamente dos recursos hídricos superficiais para consumo, subsistência e atividades produtivas. Nas últimas décadas, a intensificação da intrusão salina, associada à elevação do nível do mar, às mudanças no regime hidrológico e às alterações climáticas globais, tem comprometido a disponibilidade e a qualidade da água doce, configurando um cenário de crescente vulnerabilidade socioambiental.

A intrusão salina em estuários amazônicos não se restringe a um fenômeno físico-químico, mas assume contornos sociais, econômicos e territoriais, ao afetar diretamente a saúde pública, a segurança alimentar e as atividades tradicionais, como a pesca artesanal e o extrativismo do açaí. No Bailique, esse processo é agravado por limitações estruturais históricas, como a precariedade do saneamento básico, o isolamento geográfico e as restrições geológicas e hidrogeológicas que inviabilizam a captação de água subterrânea de boa qualidade. Nesse contexto, a análise integrada entre dados ambientais e indicadores socioeconômicos torna-se fundamental para compreender como os impactos da salinização das águas se distribuem de forma desigual entre as comunidades, aprofundando dinâmicas de vulnerabilidade e exclusão socioambiental.

Do ponto de vista metodológico, o estudo adota uma abordagem interdisciplinar, combinando análises ambientais e socioeconômicas para avaliar os impactos da intrusão salina nas comunidades do arquipélago do Bailique. Para tanto, foram utilizados dados de salinidade superficial obtidos em campo, por meio de medições *in situ* em períodos sazonais distintos, associados a técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com destaque para a aplicação do índice Normalized Difference Water Index (NDWI) em imagens Landsat processadas na plataforma Google Earth Engine. Complementarmente, foram analisados dados socioeconômicos secundários, obtidos junto a órgãos estaduais, permitindo correlacionar a qualidade da água com indicadores de renda, saúde, infraestrutura domiciliar e condições de vida, além da elaboração de mapas temáticos e gráficos no ambiente QGIS.

Além desta introdução, este artigo de divulgação de resultados de pesquisa está estruturado em cinco seções principais. A primeira apresenta os procedimentos metodológicos adotados, detalhando as etapas de coleta, processamento e análise dos dados ambientais e socioeconômicos. Em seguida, discute-se o contexto de pesquisa, enfatizando as vulnerabilidades socioambientais do arquipélago do Bailique. A seção seguinte analisa a oscilação sazonal da intrusão salina, com base em dados *in situ* e produtos do sensoriamento remoto. Posteriormente, são discutidos os resultados à luz das relações entre vulnerabilidade e resiliência socioambiental, apontando caminhos para adaptação. Por fim, nas considerações finais, sintetizam-se os principais achados do estudo e apresentam-se reflexões voltadas ao planejamento territorial, à segurança hídrica e à justiça socioambiental na região.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem interdisciplinar proposta nesta pesquisa – que integra dados de salinidade superficial da água com indicadores socioeconômicos – revela-se especialmente relevante ao analisar contextos críticos como o do arquipélago do Bailique, no Amapá. Este estudo buscou compreender as complexas relações entre ecossistemas aquáticos e comunidades ribeirinhas, tendo em vista que a realidade do Bailique ilustra com urgência como a salinização das águas, impulsionada pelas mudanças climáticas, impacta diretamente a vida das populações locais. Os

resultados da pesquisa, ao correlacionarem variações de salinidade com condições socioeconômicas, forneceu subsídios essenciais para entender (e mitigar) crises como a que afeta essa região, onde a intrusão salina e a elevação do nível do mar comprometem o acesso à água potável.

A metodologia proposta, a qual combina análise ambiental e dados sociais, não apenas enriquece o conhecimento científico sobre esses ecossistemas, mas também oferece um modelo para ações práticas. No caso do Bailique, a aplicação desses *insights* pode orientar políticas públicas alinhadas com as recomendações do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022) e da Organização das Nações Unidas (UNFCCC, 2015), promovendo estratégias de adaptação climática que considerem tanto a preservação ambiental quanto as necessidades das comunidades. Assim, a pesquisa demonstra como uma abordagem interdisciplinar pode transformar dados técnicos em ferramentas concretas para enfrentar desafios urgentes, como a crescente vulnerabilidade hídrica em regiões costeiras.

A aplicação das geotecnologias desempenha papel crucial nesta pesquisa, exigindo uma compreensão aprofundada de seu conceito e abordagem específica na manipulação de dados orbitais. Isso inclui a obtenção de imagens de satélites, o processamento dessas informações para a elaboração de mapas temáticos utilizando dados vetoriais e raster, os quais são disponibilizados por instituições oficiais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Amapá Terras e Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). Além disso, a utilização da plataforma Google Earth Engine (GEE) é fundamental para monitorar de forma contínua as variações sazonais na extensão da água na área de estudo.

Na fase da pesquisa dedicada à produção de informações cartográficas e complementares, foram desenvolvidos mapas relacionados à localização da área de estudo e outros utilizados para enriquecer a parte escrita do trabalho. Esses mapas foram elaborados a partir de arquivos vetoriais, utilizando o *software* QGIS 3.28. Além disso, foram gerados gráficos para apresentar o perfil socioeconômico nas comunidades de estudo, utilizando dados secundários fornecidos pelo Amapá Terras.

Os dados do perfil socioeconômico das comunidades Freguesia, Vila Progresso, Junco, Itamatatuba e Filadélfia foram obtidos por meio de visitas e reuniões realizadas com órgãos públicos relevantes do estado do Amapá, com destaque para o Amapá Terras e o IEPA. As coletas ocorreram durante a execução do Plano de Recuperação de Assentamentos do Arquipélago do Bailique, em abril de 2023, e os dados foram posteriormente disponibilizados para consulta.

Por meio desses dados, observa-se que, a depender da localidade, a vulnerabilidade socioeconômica da população abrange diversos parâmetros, entre os quais se destacam as condições domiciliares, a infraestrutura urbana, as características dos chefes de família, a situação educacional, a renda familiar e as condições de trabalho, entre outros (Lima, 2018). Partindo dessa premissa e com auxílio da metodologia do IBGE (2022), a pesquisa de levantamento de dados socioeconômicos das comunidades foi realizada de acordo com os parâmetros expostos no Quadro 1.

QUADRO 1 – Parâmetros avaliados

Parâmetro	Categorização
Educação	Grau de escolaridade
Trabalho e rendimento	Faixa de rendimento
Identificação do domicílio	Espécie e tipo de imóvel ocupado
Informações sobre moradores (para domicílios particulares e coletivos)	Quantidade de moradores
Características do domicílio	A principal forma de abastecimento de água, a água utilizada, destino do esgoto do banheiro e/ou sanitário e descarte do lixo
Condições de saúde	Estado atual de saúde
Qualidade da água	Classificação da água utilizada, de acordo com a Resolução n. 20 do CONAMA (1986)
Socioeconômico	Principal ocupação de subsistência e influência da qualidade da água para renda e produtividade

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

É relevante ressaltar que essa análise abrangente do contexto social, a ser examinada por meio de questionários, é crucial, uma vez que influencia diretamente na capacidade de resposta a eventos extremos.

O trabalho de campo teve como intuito a coleta de dados primários. Para isso, foi realizado um planejamento prévio das atividades a serem realizadas, uma vez que o acesso ao arquipélago é limitado por condições que variam, desde aspectos financeiros até fatores naturais. O planejamento incluiu a escolha dos meses de análise, sendo feitos em duas estações: verão e inverno amazônicos, para ser feita a comparação do índice de salinização da água nos períodos distintos de maior e menor vazão. Foram, então, delimitados os meses de abril e novembro de 2023. A seleção das comunidades estudadas considerou sua distribuição no arquipélago, sendo escolhidas: Freguesia, Vila Progresso, Junco, Itamatatuba e Filadélfia.

A avaliação da oscilação sazonal da intrusão salina foi conduzida por meio da utilização de um equipamento Medidor Multiparâmetro (pH/Cond/OD/Temp), conforme representado na Figura 1. Esse dispositivo foi empregado em locais previamente demarcados pelo Projeto de Riscos Ambientais e Costeiros do Amapá, uma iniciativa conduzida pelo IEPA. Os pontos de coleta foram estrategicamente selecionados nas comunidades objeto de estudo, visando abranger áreas representativas e suscetíveis à intrusão salina.

FIGURA 1 – Medidor multiparâmetro (pH/Cond/OD/Temp).



Fonte: Acervo da autora (2025).

O intuito desta abordagem foi assegurar uma análise abrangente e precisa da variação sazonal, permitindo uma compreensão mais profunda dos padrões ambientais nas localidades em questão. Dessa forma, a utilização do Medidor Multiparâmetro em consonância com os pontos

demarcados pelo projeto contribuiu para a coleta de dados significativos e confiáveis. É importante ressaltar que a medição se deu de forma horizontal, mediante as limitações do equipamento, embora a forma de medição mais adequada seja a vertical. Devido à falta de equipamentos para tal, optou-se por se trabalhar apenas com medições superficiais. Estas poderão ser comparadas com os dados dos sensores remotos, os quais também trabalham com a refletância da superfície da água.

Vale destacar que dentre essas comunidades abrangidas pelo Projeto de Riscos Ambientais e Costeiros do Amapá, cinco foram selecionadas como foco de estudo no presente trabalho. A seleção dessas comunidades específicas foi cuidadosamente realizada com base em critérios predeterminados, considerando sua representatividade em termos de vulnerabilidade à intrusão salina e outros fatores pertinentes à pesquisa.

FIGURA 2 – Pesquisadores no campo



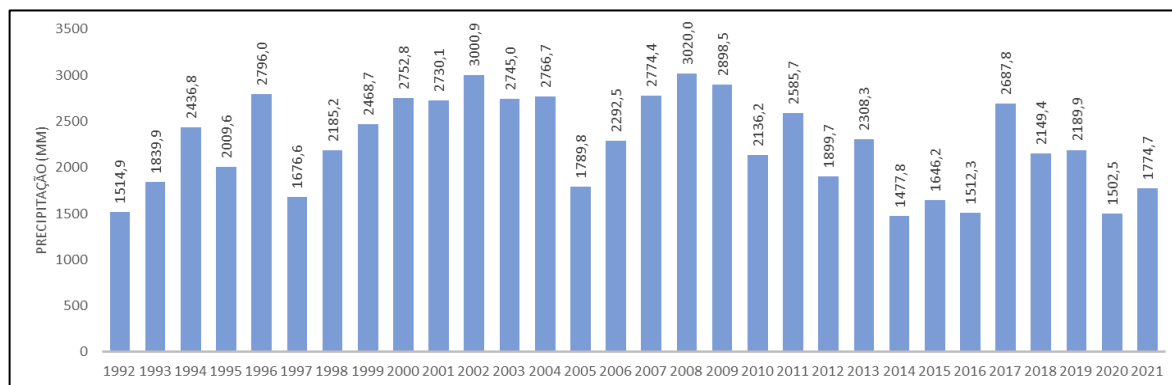
Fonte: Acervo da autora (2025).

Para a elaboração do modelo de análise da intrusão salina, o qual utilizará um código do GEE, foi feita classificação supervisionada utilizando o NDWI. Essa classificação supervisionada é um processo automatizado que individualiza estatisticamente o mosaico de entrada, baseando-se no treinamento indicado pelo usuário. As amostras superficiais são as bases que norteiam os parâmetros do treinamento e, por conseguinte, a individualização das classes dentro da área, em dois períodos distintos, sendo estes nos meses de janeiro a junho e julho a dezembro.

É importante salientar que, embora a classificação supervisionada com NDWI forneça informações valiosas sobre o índice de salinidade, sua capacidade é superficial. Para uma análise mais precisa, especialmente quando se trata de identificar e classificar diferentes fontes de água, a combinação dessa abordagem com dados coletados no local pode fornecer resultados mais confiáveis e significativos. A análise vertical, com a coleta de amostras em pontos específicos, permite avaliação das características da água em diferentes profundidades e locais, o que contribui para interpretação mais acurada das condições hídricas em relação à salinização da região em estudo.

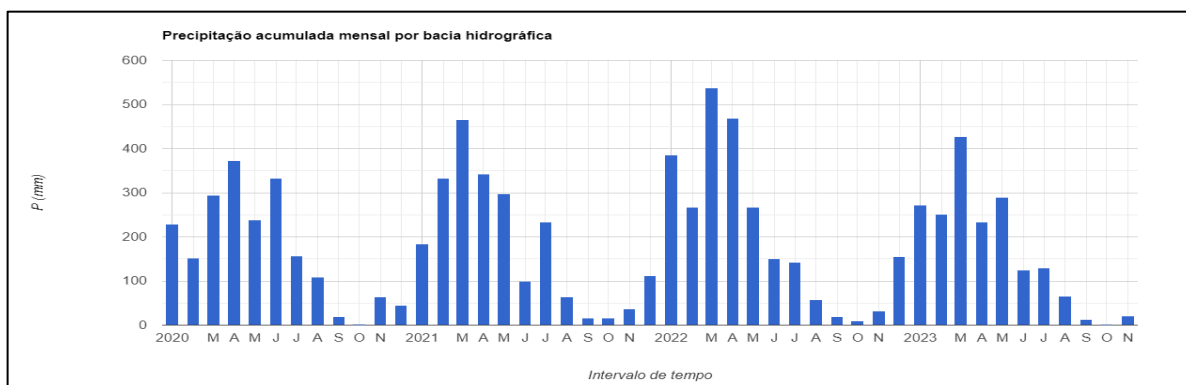
Em um segundo momento, por meio do GEE, foram adquiridos dados meteorológicos de pluviometria mensal e anual. O Gráfico 1 mostra a climatológica normal dos anos 1992 a 2021, representando a precipitação anual com o intuito de conceber padrões climáticos típicos; já o Gráfico 2 exibe a precipitação mensal, ao longo dos anos de 2020 a 2023, coletada a partir de imagens do satélite *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data* (CHIRPS). Os valores de pluviosidade foram registrados em milímetros (mm) e foi possível gerar uma regressão linear, com a finalidade de verificar aumento ou redução da chuva.

GRÁFICO 1 – Normal Climatológica, de 1992 a 2021



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

GRÁFICO 2 – Precipitação acumulada mensal, de 2020 a 2023.

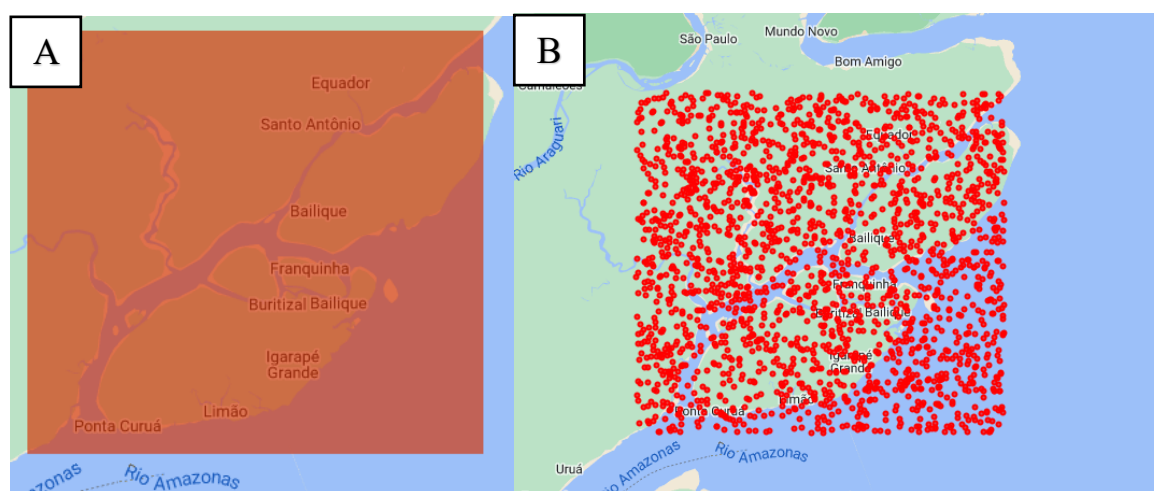


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

A partir da seleção dos meses (abril e novembro), de acordo com a precipitação mensal, o monitoramento do processo de intrusão salina se deu por meio do NDWI, o qual é um método estatístico de estimação de curvas de densidades para uma análise geográfica de comportamentos de padrões com melhor visualização, sendo que os resultados mais próximos de 1 são mais salinos, já os mais próximos de 0 menos salinos (Farifteh *et al.*, 2008). Após, foi feita uma comparação, utilizando amostras de salinidade em comunidades do arquipélago no ano de 2023, nos meses indicados. Em etapa posterior, os resultados serão exportados em formato *.tiff* para a elaboração dos produtos.

As etapas de elaboração do código contaram inicialmente com a seleção da área de interesse. Foram utilizados pontos que coletam informações dos números digitais associados aos índices de água: NDWI, pela variável “varNDWI=image.normalizedDifference”, conforme Figura 3.

FIGURA 3 – Seleção da área e nuvem de pontos



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

É importante salientar que a geração da classificação supervisionada utilizando o NDWI deu-se a partir da imagem Landsat 8, coleção 2. Esse conjunto de dados contém refletância da superfície corrigida atmosféricamente e temperatura da superfície terrestre derivada dos dados produzidos pelos sensores Landsat 8 OLI/TIRS. Essas imagens contêm cinco bandas visíveis e de infravermelho próximo (VNIR) e duas bandas de infravermelho de ondas curtas (SWIR) processadas para refletância de superfície ortorretificada e uma banda de infravermelho térmico (TIR) processada para temperatura de superfície. Elas também contêm bandas intermediárias utilizadas no cálculo dos produtos ST, bem como bandas QA (Earth Engine Data Catalog, 2024).

Para a construção dos resultados e geração de produtos, foram utilizados dados temáticos matriciais na forma de imagens de satélite e dados cadastrais vetoriais no formato de *shape*, todos obtidos de forma gratuita em plataformas e base de dados públicos. A coleta e análise dos dados que foram adquiridos ao longo do desenvolvimento da pesquisa consiste na aplicação destes na geração de mapas e gráficos para a representação acerca da discussão sobre a utilização do método NDWI e da intrusão salina, os quais objetiva-se que sejam subsídios para o entendimento da temática e para a solução dos problemas encontrados, como contribuição ao acervo científico já existente.

3 CONTEXTO DE PESQUISA: VULNERABILIDADES NO BAILIQUE

3.1 O arquipélago

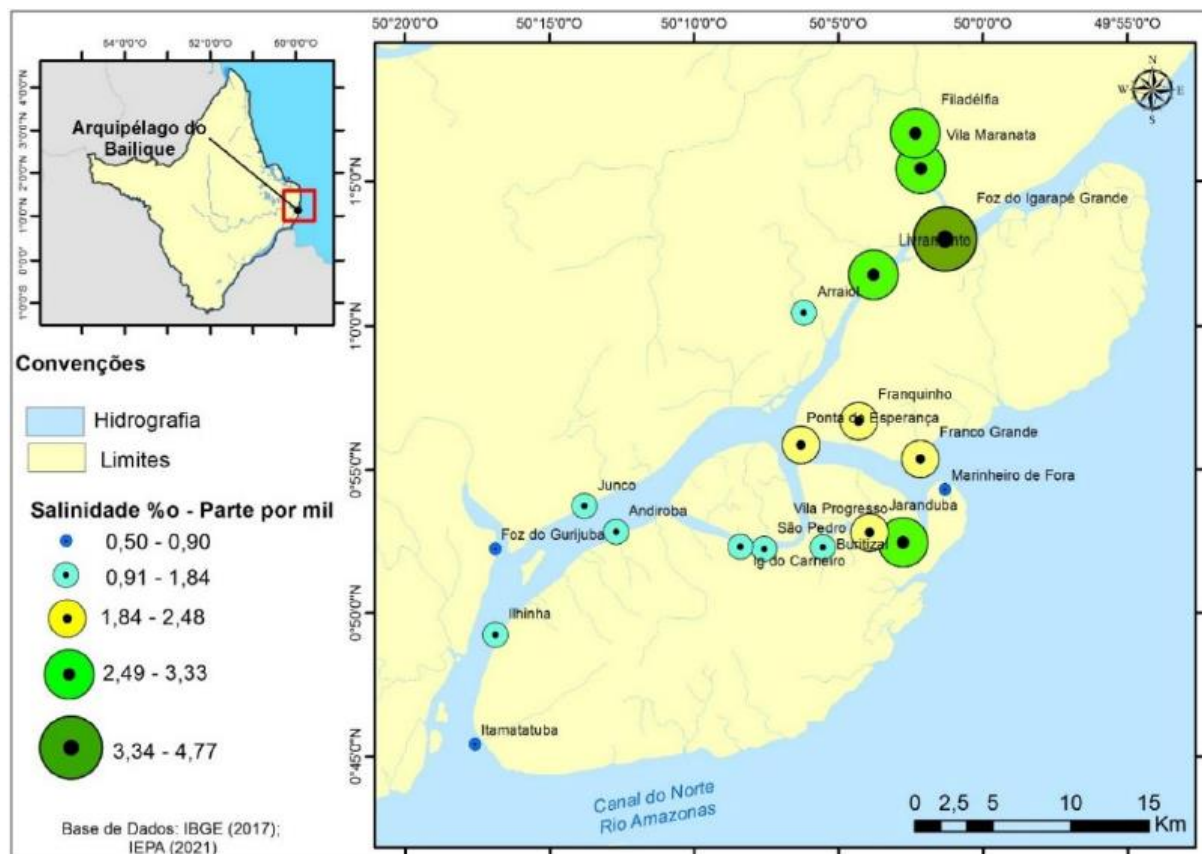
O arquipélago está localizado no estado do Amapá, enfrentando crise hídrica agravada pelas mudanças climáticas. A crescente salinização das fontes de água, causada pela elevação do nível do mar e pela intrusão salina, está comprometendo severamente o acesso à água potável para as comunidades locais. Logo, essa situação exige uma resposta que combine políticas de mitigação e adaptação climática, conforme destacado pelo IPCC (2022) e pela ONU (UNFCCC, 2015).

Nas ilhas do Bailique, iniciativas como o Projeto Monitoramento Participativo (IEPA, 2022) têm capacitado comunidades rurais no uso de salinômetros, melhorando significativamente a gestão das crises hídricas. Parcerias com instituições acadêmicas, como os modelos preditivos de salinização desenvolvidos pelo IEPA (Silva *et al.*, 2023), demonstram o

potencial da colaboração entre conhecimento científico e saberes locais.

O estudo de Silva Júnior, Szlafsztein e Baia (2022), baseado em medições superficiais, revelou que as comunidades de Filadélfia e Maranata apresentaram os maiores índices de salinidade em comparação com outras áreas analisadas, um fenômeno atribuído principalmente à influência da corrente atlântica, que transporta água salina para o continente (Figura 4).

FIGURA 4 – Mapa de salinidade no arquipélago do Bailique.



Fonte: Rodrigues e Silva Júnior (2021, p. 686).

É importante destacar que, nos estuários, esse fenômeno altera a densidade da água, intensifica a turbulência, modifica a circulação de sedimentos e afeta a distribuição dos manguezais. Essas mudanças podem acentuar a erosão costeira e reduzir *habitats* críticos, principalmente nos manguezais – ecossistemas essenciais para a proteção litorânea, além de servirem como áreas de reprodução, alimentação, crescimento e abrigo para diversas espécies (Silva Junior; Szlafsztein; Baia, 2022).

Experiências internacionais oferecem valiosas lições. Em Bangladesh, sistemas urbanos de dessalinização têm fornecido água potável para vilarejos rurais costeiros (UN-Water, 2021), enquanto a Holanda apresenta exemplos bem-sucedidos de gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas entre zonas urbanas e agrícolas (OECD, 2014). Tais iniciativas demonstram que soluções tecnológicas e modelos de governança adaptáveis podem ser referências para contextos semelhantes, como o do arquipélago do Bailique.

O arquipélago enfrenta dupla vulnerabilidade hídrica: seu isolamento geográfico se soma à predominância de fontes salobras ou salinas, limitando historicamente o acesso à água potável. Para enfrentar esse desafio estrutural, o governo estadual iniciou, em 2023, um projeto pioneiro de dessalinização por osmose reversa, especificamente adaptado às águas turvas e ricas em sedimentos típicas da foz do Amazonas (CAESA, 2023). A ideia é, até 2026, instalar pelo

menos um dessalinizador em cada uma das maiores comunidades. Até abril de 2025, já haviam sido instalados cinco dessalinizadores (Figura 5).

FIGURA 5 – Projeto piloto de dessalinização por osmose.



Fonte: Acervo do autor 2 (2025).

A iniciativa se destaca como uma resposta técnica e política a um problema crônico da região, onde a falta de infraestrutura básica agrava as condições de vida da população. O sistema em teste busca não apenas solucionar a escassez hídrica, mas também promover equidade no acesso a recursos essenciais, alinhando-se a políticas públicas de desenvolvimento regional sustentável (CAESA, 2023). Assim como nos casos de Bangladesh e Holanda, a adoção de tecnologias adaptadas às especificidades locais e a integração de políticas públicas sustentáveis são fundamentais para assegurar a eficácia e a longevidade da solução.

Atualmente, as medidas adotadas pelo governo para o enfrentamento da crise hídrica consistem, prioritariamente, na distribuição de sistemas de captação e armazenamento de água pluvial compostos por caixas d'água de polietileno com capacidades entre 500 e 1.000 litros (Figura 6). Esses reservatórios são instalados em domicílios e espaços comunitários, acoplados a calhas e tubulações simples que direcionam a água das chuvas para o armazenamento. Após a coleta, a água é submetida a um tratamento primário, que inclui filtragem rudimentar (com telas ou filtros de areia) e, em alguns casos, desinfecção por cloração. Esse processo segue os protocolos básicos de potabilidade para água de consumo humano estabelecidos pelo Ministério da Saúde e pela Fundação Nacional de Saúde (Brasil, 2014). Tal solução emergencial visa garantir o abastecimento doméstico (para cocção, higiene e consumo, após fervura) durante os períodos de estiagem, que podem se estender por até cinco meses no ano, conforme dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023).

FIGURA 6 – Sistema de captação de água da chuva em residência no Bailique



Fonte: Acervo da autora (2023).

Diante desse contexto, além das ações voltadas ao âmbito domiciliar, surge a necessidade de fortalecer estruturas coletivas capazes de ampliar o alcance das medidas de segurança hídrica. Espaços comunitários estratégicos, como escolas, postos de saúde, igrejas, Centros de Referência de Assistência Social (CRAS) e Unidades Básicas de Saúde (UBS), podem ser convertidos em polos de resposta rápida (Figura 7). Por estarem distribuídos em pontos acessíveis à população, esses locais são ideais para a instalação de soluções como sistemas de filtragem acoplados a cisternas, unidades móveis de dessalinização e pontos comunitários de distribuição de água potável, contribuindo para a mitigação de impactos em situações emergenciais (Silva Júnior; Szlafsztein; Baia, 2022).

FIGURA 7 – Espaços comunitários estratégicos que podem ser utilizados para ações emergenciais e estruturais no enfrentamento da crise hídrica



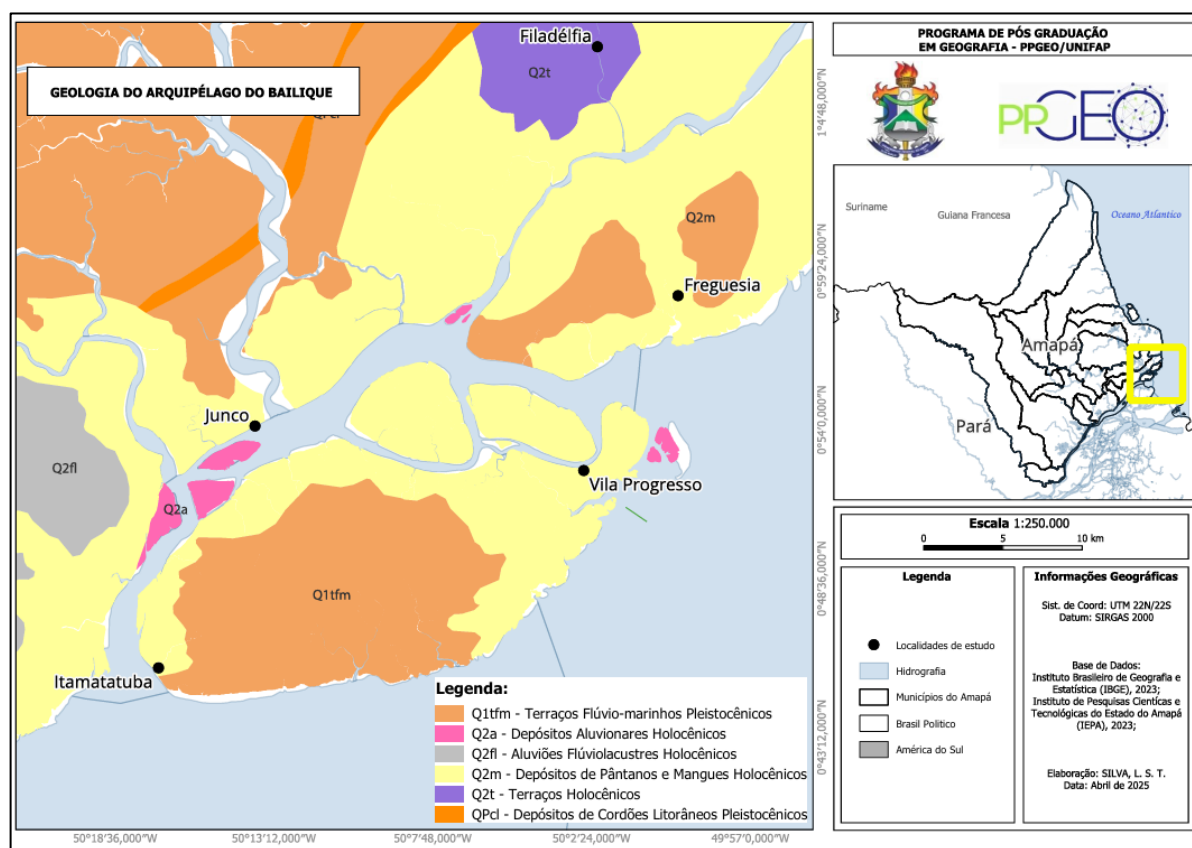
Fonte: Acervo da autora (2023).

A implementação dessas estratégias coletivas e tecnológicas está intrinsecamente ligada às restrições impostas pelas condições naturais do Bailique, contribuindo para fortalecer a

resiliência comunitária e assegurar rapidez na resposta a eventos extremos. Contudo, torna-se igualmente essencial investir em soluções inovadoras e sustentáveis de longo prazo. Nesse sentido, tecnologias adaptativas, como dessalinizadores solares de baixo custo tem sido testadas com resultados promissores em comunidades amazônicas vulneráveis à salinização dos recursos hídricos (Silva Júnior; Szlafsztein; Baia, 2022).

O armazenamento da água dos rios e das chuvas ocorre porque a perfuração de poços convencionais no arquipélago do Bailique enfrenta limitações técnicas decorrentes das características geológicas da região. O substrato sedimentar da região, composto predominantemente por solos de texturas arenosas e argilosas, possui alta permeabilidade e contaminação salina intrínseca, o que inviabiliza a captação de água subterrânea doce (CPRM, 2021; Figueira, 2022). Estudos hidrogeológicos indicam que os aquíferos rasos sofrem intrusão marinha contínua, enquanto camadas mais profundas apresentam elevada salinidade devido à influência do oceano Atlântico e à baixa capacidade de recarga de água doce (ANA, 2020). Essa conjuntura geológica justifica a adoção da dessalinização como alternativa tecnicamente viável, em contraste com soluções convencionais de abastecimento hídrico (Figura 8).

FIGURA 8 – Geologia do arquipélago do Bailique.



Fonte: Elaborada pela autora (2025).

Analisando a Figura 8, pode-se entender que há predominância das comunidades estudadas em solos de depósitos de pântanos e mangues holocênicos (Freguesia, Vila Progresso, Itamatatuba e Junco) e de terraços holocênicos (Filadélfia). Os solos de terraços holocênicos são superfícies planas formadas por antigos processos fluviais ou costeiros no Holoceno, com ocorrência de neossolos e gleissolos, textura arenosa a areno-argilosa, baixa a moderada fertilidade e drenagem variável (IBGE, 2015). Já os depósitos de pântanos e mangues holocênicos ocorrem em áreas permanentemente alagadas, apresentando solos como organossolos e gleissolos, ricos em matéria orgânica, de textura argilosa e drenagem muito

deficiente, podendo ser salinos ou ácidos (EMBRAPA, 2018).

QUADRO 2 – Resumo das características dos solos do arquipélago do Bailique.

Unidade	Solos típicos	Textura	Fertilidade	Drenagem
terraços holocênicos	neossolos, gleissolos	arenosa a areno-argilosa	baixa a moderada	boa a moderada
depósitos de pântanos e mangues	organossolos, gleissolos	argilosa a silto-argilosa	variável (salino ou ácido)	muito ruim (alagado)

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Diante das características geológicas e hidrogeológicas do arquipélago do Bailique, a perfuração de poços convencionais para abastecimento hídrico se mostra inviável devido à predominância de solos altamente permeáveis e à contaminação salina intrínseca dos aquíferos. Os terraços holocênicos, embora apresentem drenagem moderada, possuem aquíferos rasos suscetíveis à intrusão marinha, enquanto os depósitos de pântanos e mangues holocênicos, com solos argilosos e mal drenados, apresentam elevada salinidade e acidez (Figueira, 2022). Esses fatores, somados à baixa recarga de água doce, reforçam a necessidade de alternativas como a dessalinização, já que soluções tradicionais de captação subterrânea não atendem às demandas das comunidades locais (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2015).

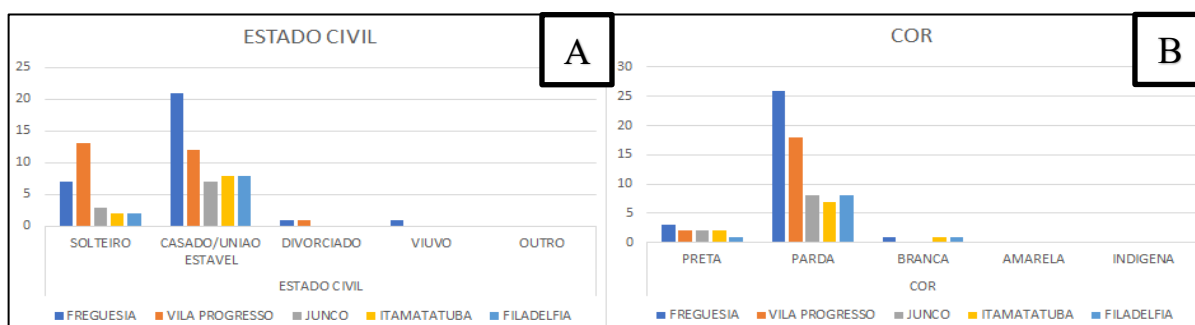
Assim, as condições geológicas que impedem soluções convencionais de abastecimento acabam por perpetuar ciclos de exclusão, elevando um problema técnico ao *status* de desafio de justiça socioambiental. No Bailique, essa dinâmica se manifesta claramente na distribuição desigual dos dessalinizadores – justamente onde são mais urgentes, nas áreas de maior vulnerabilidade social e ambiental. Esse cenário revela como intervenções tecnológicas, quando desacompanhadas de um planejamento social criterioso, podem acentuar as disparidades no acesso à água, transformando limitações naturais em desigualdades estruturais. A impossibilidade de implementar sistemas tradicionais de captação, decorrente das particularidades geo-hidrológicas da região, estabelece um quadro de vulnerabilidade que se reflete diretamente no perfil socioeconômico das comunidades locais.

3.2 A população

Todos os resultados provenientes da análise socioeconômica foram examinados levando em consideração as condições básicas e igualitárias necessárias para a preservação da qualidade de vida. Os dados relativos aos parâmetros socioeconômicos foram organizados e apresentados em forma de gráficos para visualização mais clara e compreensível.

A renda familiar é um parâmetro socioeconômico no qual se considera os níveis de rendimentos e as desigualdades espaciais (IBGE, 2020). Examinando o Gráfico 3, é possível observar que grande parte da população local é casada ou encontra-se em uma união estável, 96,25% desta é composta por pessoas pretas (12,5%) ou pardas (83,75%).

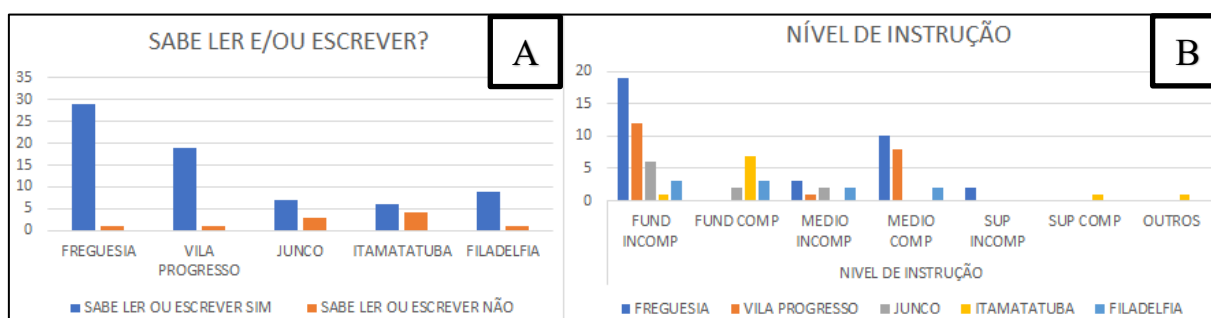
GRÁFICO 3 – Estado civil e cor



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

Em relação aos níveis de instrução e analfabetismo, conforme o Gráfico 4, observa-se que 51,25% da comunidade não concluiu o Ensino Fundamental, contudo 87,5% sabem ler e/ou escrever.

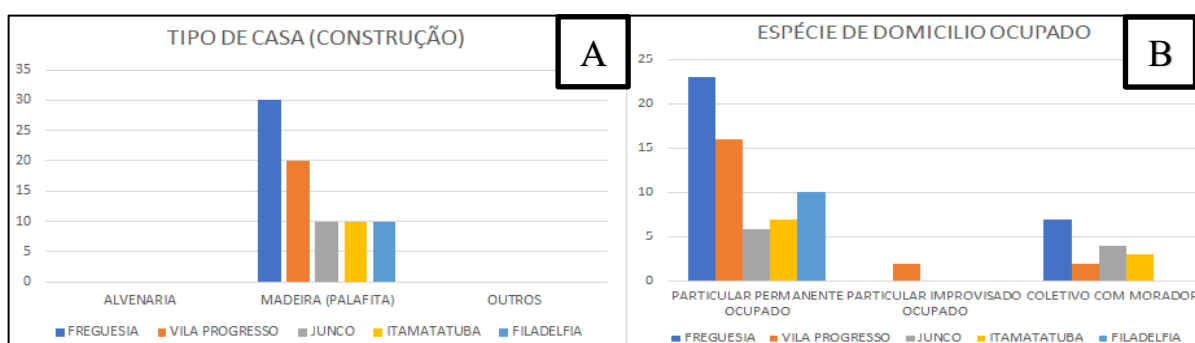
GRÁFICO 4 – Nível de instrução



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

No que diz respeito à moradia, todas as pessoas entrevistadas vivem em palafitas, comum em comunidades ribeirinhas amazônicas, sendo 77,5% particulares permanentes, 2,5% são particulares provisórios e 20% vivem em coletivo com moradores, moradias compartilhadas entre membros de uma mesma família.

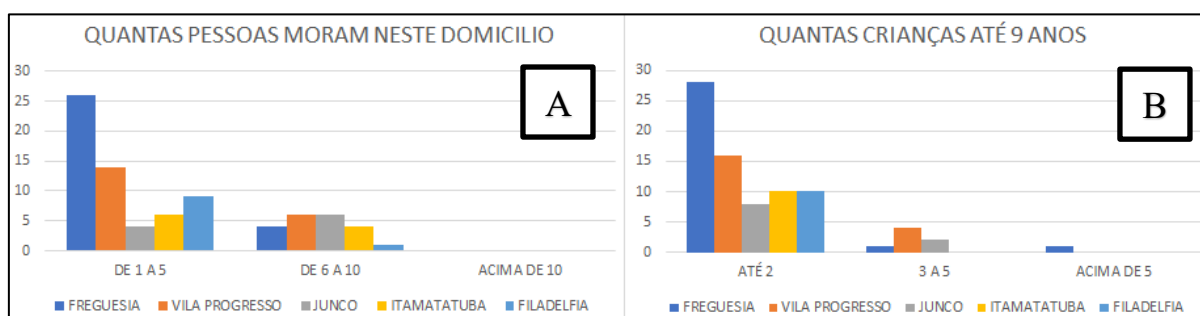
GRÁFICO 5 – Tipo de casa e espécie de domicílio ocupado.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

No que diz respeito à quantidade de moradores por casa, o Gráfico 6 mostra que a maior parte das residências é composta por um a cinco moradores (73,75%), tendo em todas pelo menos duas crianças.

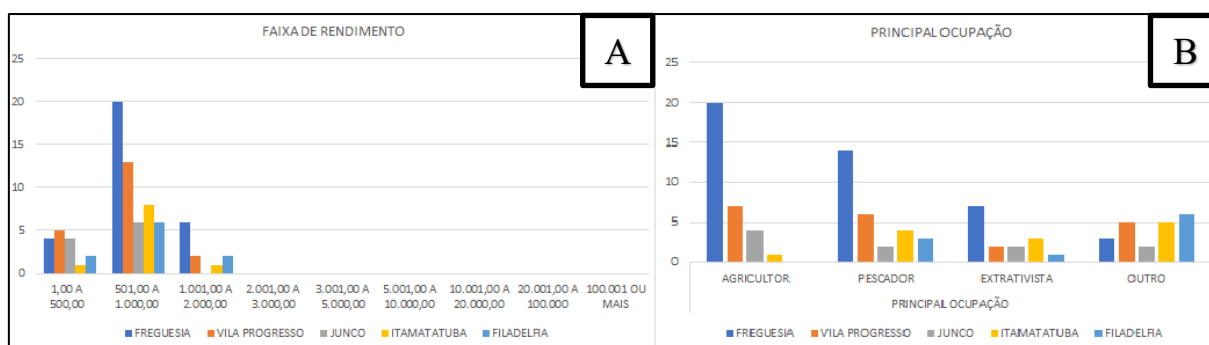
GRÁFICO 6 – Quantidade de pessoas por domicílio e quantidade de crianças até 9 anos por domicílio.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

A faixa de rendimento de todas as comunidades do arquipélago do Bailique está concentrada entre R\$ 1,00 e R\$ 2.000,00, conforme Gráfico 7. 20% do total entrevistado se encontra na faixa de R\$ 1,00 a R\$ 500,00, de R\$ 501,00 a R\$ 1.000,00 corresponde a 66,25% destes, e o restante (13,75%) está situado na faixa de R\$ 1.001,00 a R\$ 2.000,00. A maior parte da comunidade trabalha com agricultura (40%), seguido da pescaria (36,25%), outras atividades (26,25%) e extrativismo (18,75%).

GRÁFICO 7 – Faixa de rendimento.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

O acesso à energia e água potável é limitado nessas áreas, e a distância das zonas urbanas contribui para uma situação econômica desfavorável. Muitos residentes recebem incentivos sociais, como o Bolsa Família, um programa de alcance nacional que, na região amazônica, auxilia no encorajamento e na frequência escolar das crianças dessas comunidades. É importante notar que a maioria da renda da população provém do Bolsa Família, servindo como complemento ou, em alguns casos, como única fonte de renda fixa (Albuquerque, 2002).

A comunidade Filadelfia é a única que não utiliza da agricultura como ocupação. Em Itamatatuba, embora existam moradores que tenham essa atividade como fonte de renda, a porcentagem nas demais ocupações é mais relevante.

Ainda nesse sentido, um aspecto importante presente no questionário foi a destinação do lixo produzido nas propriedades. De acordo com o Gráfico 7, apenas a comunidade Vila Progresso respondeu que tem o lixo coletado por serviço de limpeza (25%); nas comunidades Filadelfia e Freguesia, 50% dos moradores enterram seu lixo na propriedade e todas as pessoas entrevistadas responderam que queimam seus resíduos.

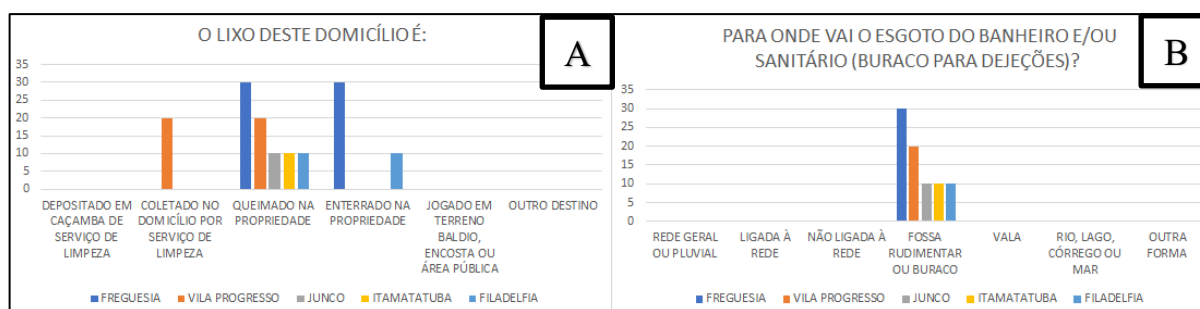
As comunidades tradicionais que dependem do extrativismo do açaí e se organizaram em cooperativas enfrentam desafios significativos diante do avanço do Atlântico sobre o arquipélago de Bailique. Essa situação compromete a dinâmica da cadeia produtiva do açaí em área afetada pela salinização. Há relatos de que a qualidade do fruto já foi alterada, o que poderia

levar à estagnação de atividade produtiva, privando famílias dependentes do extrativismo de sua principal fonte de renda e de parte importante da dieta dessas famílias (Tagore; Monteiro; Do Canto, 2019).

A atividade extrativista do açaí é de extrema importância, não apenas devido à sua demanda crescente no mercado nacional e internacional, mas também devido aos benefícios para a saúde que esse alimento proporciona, com alta concentração de carboidratos e vitaminas. Como observado por Tagore, Monteiro e Do Canto (2019), o suco de açaí sempre foi um dos alimentos mais importantes para as populações do estuário amazônico, contribuindo para uma boa saúde, evitando sintomas como raquitismo e debilidade física.

De forma similar e tão prejudicial quanto, o Gráfico 8 demonstra que todas as comunidades utilizam fossas rudimentares ou buracos para depositar seus dejetos. Ao analisar a falta de saneamento básico adequado no que diz respeito ao esgoto eficiente e a coleta de resíduos sólidos, isso é danoso para a qualidade da água e para as ocupações que trazem renda para essas pessoas. Tal cenário afeta diretamente a qualidade de vida e a saúde de todas as famílias dessas comunidades, uma vez que a poluição do solo e de recursos hídricos por esses contaminantes tem gerado, ao longo dos anos, impactos negativos ao meio ambiente, constituindo no risco eminente de intoxicação do homem (Bernardes; Bernardes, 2013).

GRÁFICO 8 – Destinação do lixo e esgoto do banheiro e/ou sanitário.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

A Figura 9 expõe o descarte irregular de lixo no arquipélago do Bailique. Além disso, o despejo irregular de resíduos sólidos no arquipélago também indica a falta de políticas eficazes de gestão de resíduos, bem como a necessidade de conscientização e educação ambiental nas comunidades locais.

FIGURA 9 – Despejo irregular de resíduos sólidos.



Fonte: Acervo da autora (2023).

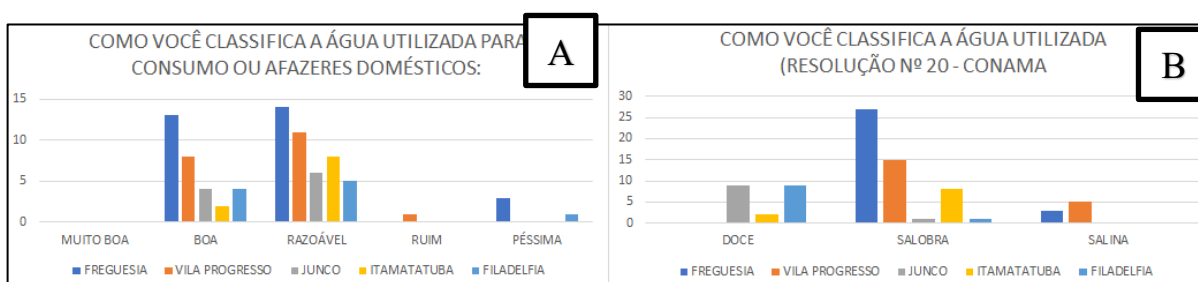
A análise do perfil socioeconômico ilustrado acima e do entendimento que o saneamento básico na região é deficitário, especialmente no que diz respeito à informação ambiental, à presença de práticas agrícolas sustentáveis e à infraestrutura pública presente na

região.

3.3 A água

Nessa perspectiva, inicia-se a abordagem não só acerca da água disponível como também de sua qualidade para consumo para atividades domésticas. Além disso, considerou-se a percepção dos moradores acerca de sua classificação, levando em conta a Resolução n. 20, do CONAMA (1986). Assim, a maior parte da população considera a água razoável (55%), 38,75% boa, 5% péssima e 1,25% ruim. Quando à classificação, tem-se: 65% salobra, 25% doce e 10% salina (Gráfico 9). Esses dados são preocupantes, tendo em vista que a água destinada ao abastecimento doméstico, segundo a resolução citada, é água doce, isto é, não passa por um processo de desinfecção.

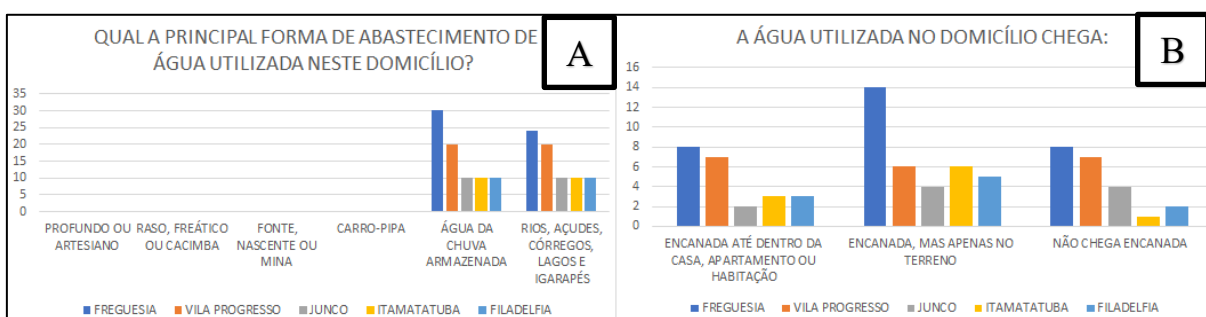
GRÁFICO 9 – Classificação da água para consumo e afazeres domésticos e água de acordo com a Resolução n. 20 CONAMA.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

De forma a entender como se dá o abastecimento de água e como esta chega nas propriedades, entende-se que 27,5% dos moradores não têm água encanada, 43,75%, apesar de terem água encanada, é apenas no terreno, não chega até as residências e apenas 28,75% têm água encanada que chega nas suas casas. Quanto ao abastecimento, 100% dos moradores utilizam do armazenamento de água da chuva, e 92,5% utilizam concomitantemente água de rios, açudes, igarapés, córregos e lagos (Gráfico 10).

GRÁFICO 10 – Principal forma de abastecimento e meio que a água utilizada no domicílio.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

Observa-se como a população classifica a água utilizada para consumo, o que se relaciona com o Gráfico 10, que apresenta a principal forma de abastecimento. Verifica-se que a água destinada ao consumo e aos afazeres domésticos, geralmente proveniente da chuva e/ou do rio, é armazenada em caixas d'água (Figura 10) e submetida a tratamento com hipoclorito. Para a purificação adequada, recomenda-se a adição de duas a quatro gotas de solução de hipoclorito com concentração entre 2,0% e 2,5% para cada litro de água. É importante salientar que a Portaria n. 888 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021) e a Resolução n. 357 do CONAMA

(2005) são duas das mais importantes legislações que dispõem sobre os padrões de potabilidade (Faustino, 2016).

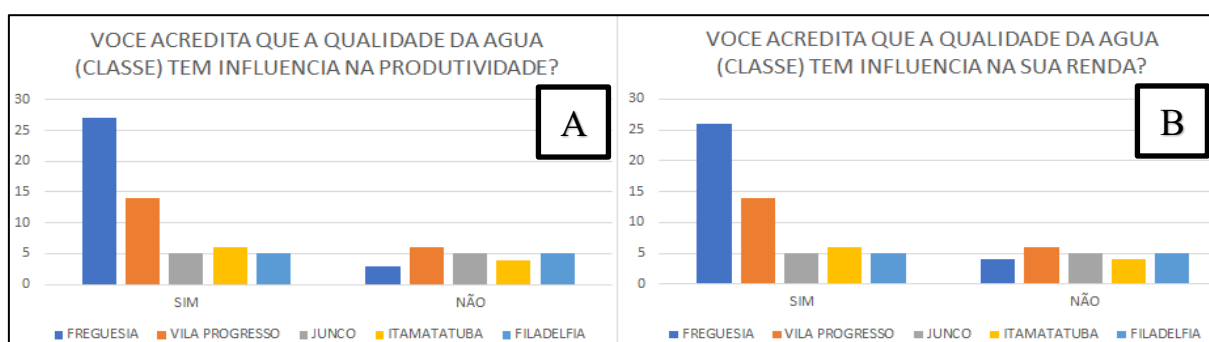
FIGURA 10 – Armazenamento de água para consumo.



Fonte: Acervo da autora (2023).

No entanto, mesmo levando em conta as questões previamente abordadas, quando as comunidades foram questionadas sobre o impacto da qualidade da água em sua produtividade, constatou-se que 71,25% dos entrevistados expressaram a convicção de que essa qualidade exerce influência significativa em sua capacidade de produção, influenciando, por consequência, na renda mensal da população (Gráfico 11).

GRÁFICO 11 – Influência da qualidade da água na produtividade e qualidade da água influencia na renda.

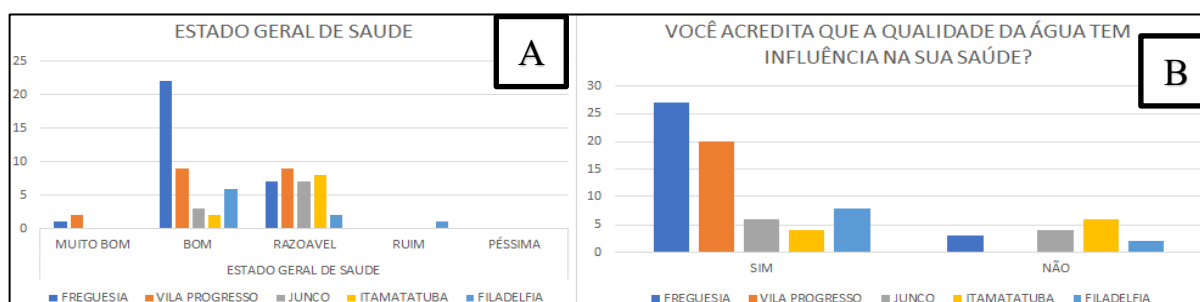


Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

É fundamental destacar que um dos recursos naturais mais explorados nessas comunidades é o peixe, tanto para atender às necessidades de subsistência quanto para fins comerciais. As atividades de pesca em pequena escala são prevalentes em regiões tropicais e frequentemente ocorrem em comunidades menores que dependem dos recursos locais (Berkes *et al.*, 2006).

Após a explanação de como se dá a relação da população na região de estudo, desde a coleta da água, a sua utilização, até o descarte do lixo e dos dejetos, é importante entender como a utilização desse ambiente pode ter afetado a água em relação à saúde desses moradores. Para isso, foi abordado o estado de saúde geral, aspecto em que a maioria ficou entre o bom (52,5%) e razoável (41,25%), e 81,25% destes acreditam que há influência da qualidade da água na sua saúde (Gráfico 12).

GRÁFICO 12 – Estado geral de saúde e influência da qualidade da água na saúde.

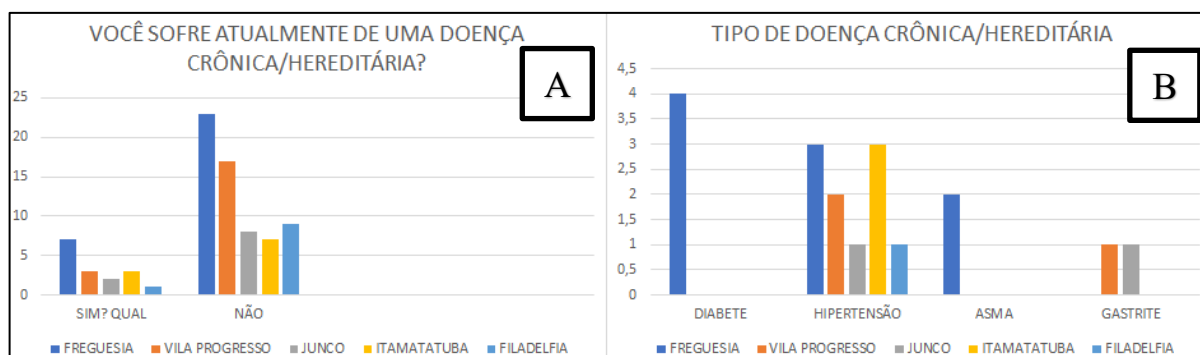


Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

As condições de saúde precárias e a ausência de saneamento básico contribuem para que a população ribeirinha seja frequentemente afetada por doenças gastrointestinais, especialmente devido ao consumo de água contaminada. O cuidado com a saúde dessas comunidades é proporcionado por meio das atividades realizadas pelas Equipes de Saúde das Famílias Ribeirinhas (ESFR), além do custeio das Unidades Básicas de Saúde Fluviais (UBSF) (Brasil, 2017).

De acordo com o Gráfico 13, 80% não sofre por alguma doença crônica, o valor mais expressivo encontrado para doenças foi para hipertensão (12,5%), o que, ao relembrar a classificação da água presente, pode ser um ponto de alerta.

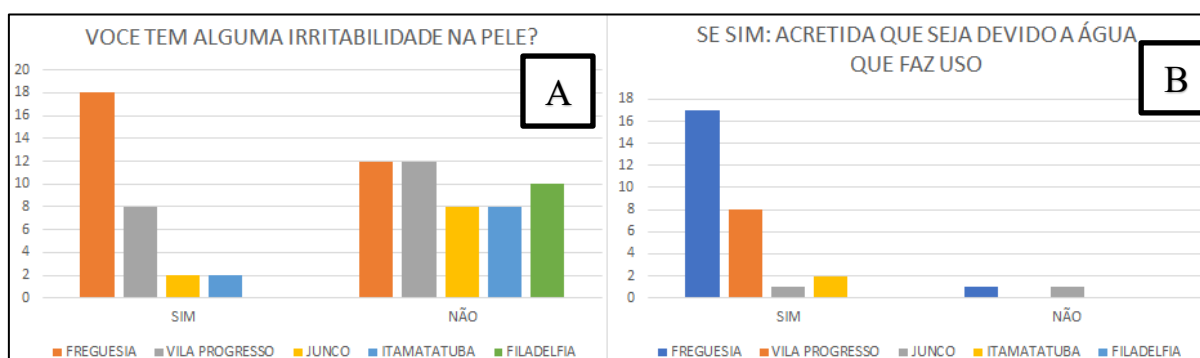
GRÁFICO 13 – Acometido por doença crônica e tipo de doença.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

Ademais, houve um questionamento sobre a presença de irritabilidade na pele. No Gráfico 14A, é possível notar que a maior parte dos comunitários respondeu que “não”; contudo, 37,5% responderam apresentar essa irritação, sendo este um valor expressivo. Além disso, é importante observar também que a comunidade Freguesia foi a que teve mais pessoas que se queixaram da irritação. Da porcentagem que respondeu positivamente ao questionamento anterior, 35% acreditam que essa “alergia” seja em decorrência da água (Gráfico 14B).

GRÁFICO 14 – Irritabilidade na pele devido ao uso da água.



Fonte: Adaptado de Amapá Terras (2023).

As ilhas abrigam florestas de várzea e ecossistemas característicos da região amazônica, os quais são periodicamente inundados pelas marés, afetando o acesso a determinadas comunidades em diferentes períodos do ano. Essas inundações sazonais acarretam uma série de problemas de ordem social, econômica e ambiental nas comunidades locais. A influência das marés no arquipélago sempre foi um fenômeno natural; porém, nos últimos anos, tem-se observado um aumento expressivo no avanço das águas do Atlântico pela foz do rio Amazonas, resultando na salinização das águas que cercam Bailique (Pires; Orsini, 2017). Dessa forma, torna-se essencial monitorar a variação sazonal da intrusão salina, seu avanço e intensidade em diferentes épocas do ano, para permitir um planejamento mais eficaz na redução dos impactos sobre as comunidades locais.

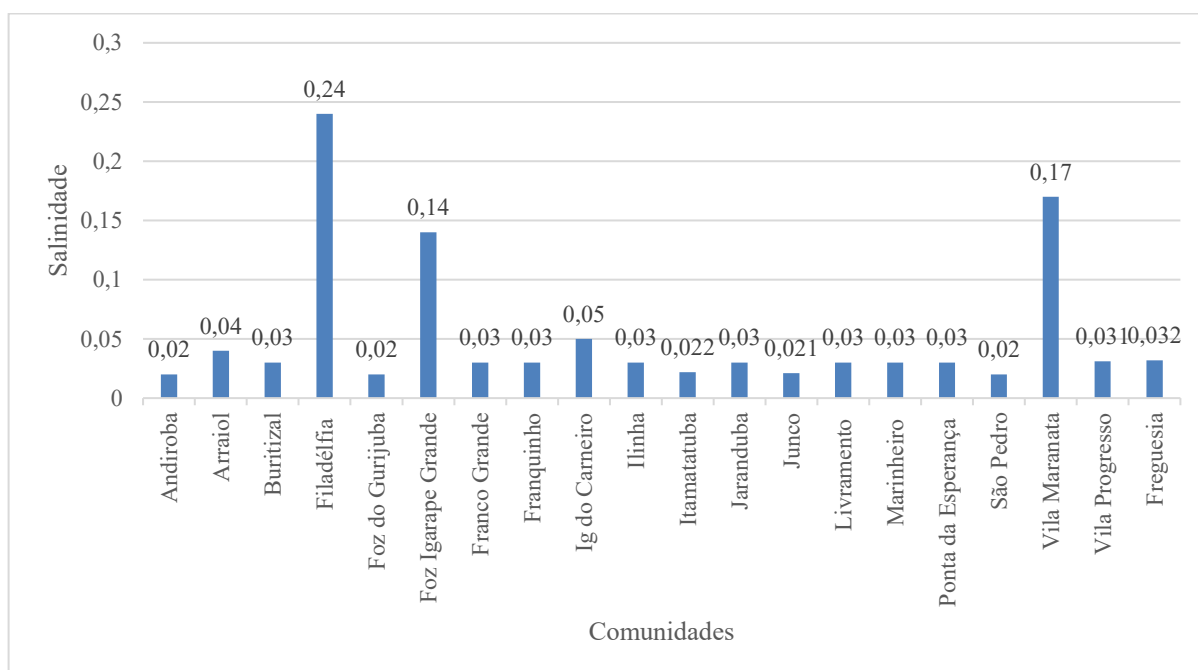
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS: OSCILAÇÃO SAZONAL DA INTRUSÃO SALINA

Os mapas são valiosas ferramentas gráficas na classificação, representação e comunicação das relações entre diversos elementos de qualquer área do conhecimento, servindo como ponto de referência para tomadas de decisão e novas descobertas científicas (Okada, 2008).

Com os dados da salinidade *in situ*, foi elaborado um mapa com simbologia *Stretched*, para os meses de abril e novembro, organizado no *software* Qgis para representar dados de *raster* de forma visual, em uma escala de cores que varia de acordo com os valores dos *pixels* na imagem *raster*. Para o mapeamento do estudo da qualidade da água, referente ao índice NDWI para a análise de salinidade, assim como os dados em parceria com os órgãos para o estudo socioeconômico, foram coletadas as coordenadas geográficas das comunidades do presente estudo, para a referida localização e tabulação adequada dos dados.

O Gráfico 15 representa a análise superficial realizada de salinidade *in situ* efetuada no mês de abril de 2023. Com base nesses dados, se observa que a maioria das áreas monitoradas apresenta baixa salinidade, com exceção de alguns pontos que registram valores ligeiramente mais altos. Isso pode indicar áreas com maior concentração de sedimentos ou outros fatores que contribuem para a salinidade da água.

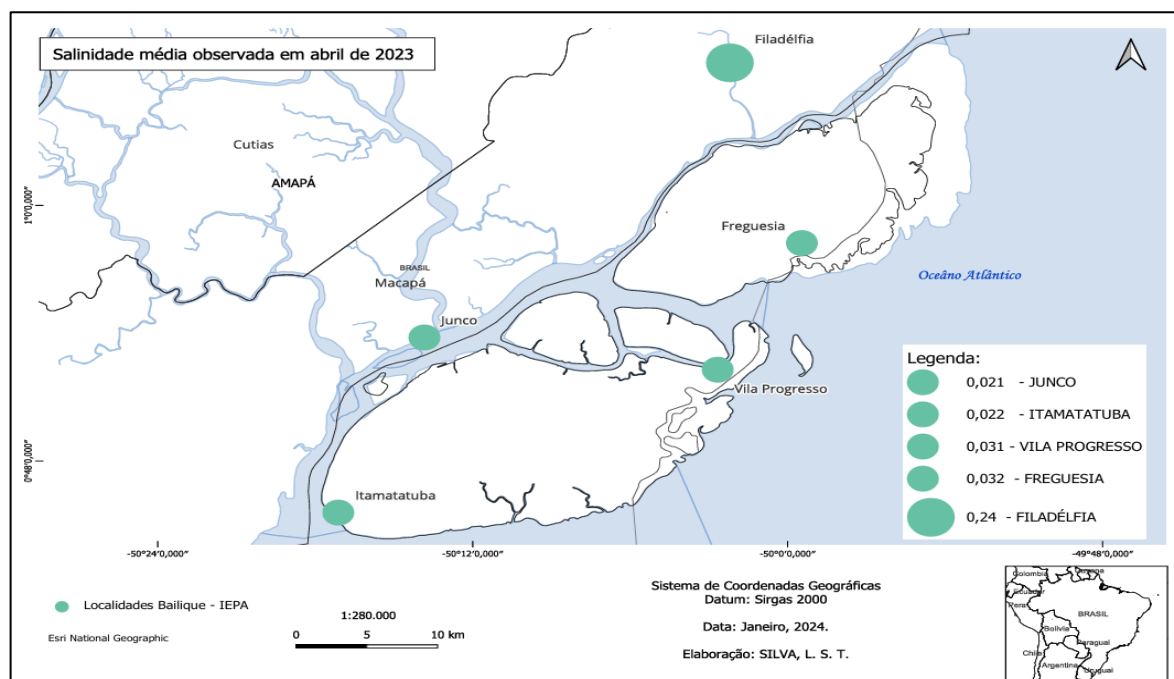
GRÁFICO 15 – Análise *in situ* de salinidade, abril de 2023.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Analisando os dados das comunidades estudadas e destacando a Figura 11, nota-se que as comunidades com os maiores percentuais de salinidade da água são Junco e Filadélfia. No entanto, é importante ressaltar que, de acordo com a Resolução n. 20 do CONAMA (1986), mesmo com esses valores mais elevados, a água nessas comunidades é classificada como água doce.

FIGURA 11 – Mapa da análise *in situ* de salinidade, abril de 2023.



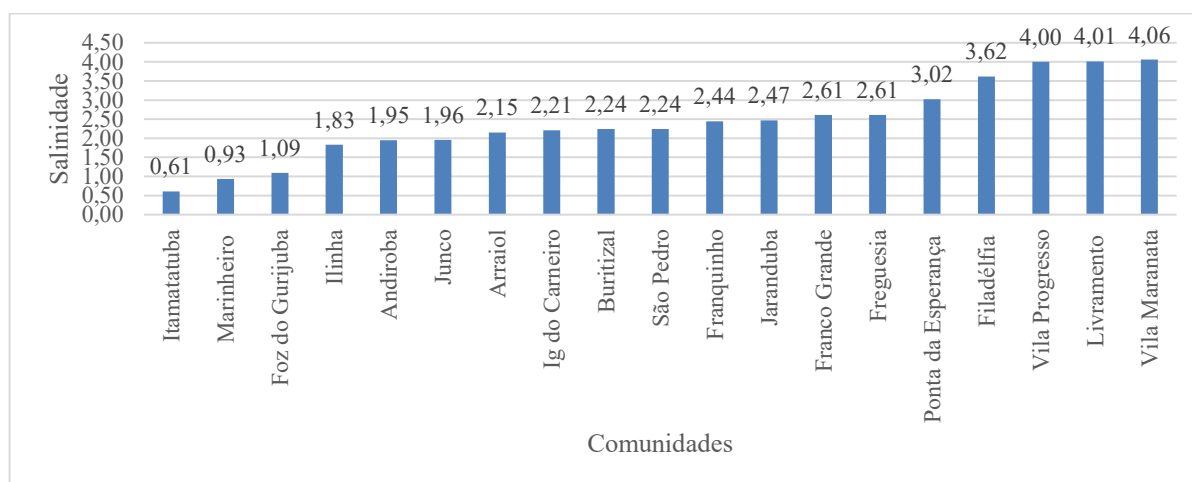
Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Por outro lado, as demais comunidades mantêm-se com valores de salinidade próximos entre si. Isso sugere uma consistência geral na salinidade da água em várias áreas estudadas, com exceção de Junco e Filadélfia, que apresentam níveis mais altos. A análise destaca a importância de considerar não apenas os valores absolutos de salinidade, mas também os padrões regulatórios e as definições aplicáveis de água doce ao interpretar dados ambientais e tomar decisões relacionadas à gestão de recursos hídricos e à proteção ambiental.

O Gráfico 16 representa as análises *in situ* de salinidade realizada no mês de novembro de 2023. Com base nesses dados, constatou-se que a maioria das áreas monitoradas apresenta teor de salinidade inferior a 0,5‰ (águas doces). Conforme a Resolução n. 20 do CONAMA (1986), a salinidade dos corpos aquáticos é classificada de acordo com o teor de sal presentes na amostra de água; sendo assim, houve algumas exceções de alguns pontos que registram valores ligeiramente mais altos. Isso pode indicar áreas com maior concentração de sedimentos ou outros fatores que contribuem para a salinidade da água.

É fundamental destacar que a direção das correntes exerce influência significativa no comportamento e na direção da intrusão salina. As correntes oceânicas e fluviais têm papel crucial na movimentação da água e na distribuição de sal nos ecossistemas aquáticos. A direção das correntes, seja ela dominante ou sazonal, determina o trajeto que a água salgada seguirá ao se deslocar para dentro dos estuários e aquíferos costeiros (Marques *et al.*, 2016).

GRÁFICO 16 – Análise *in situ* de salinidade, novembro de 2023.



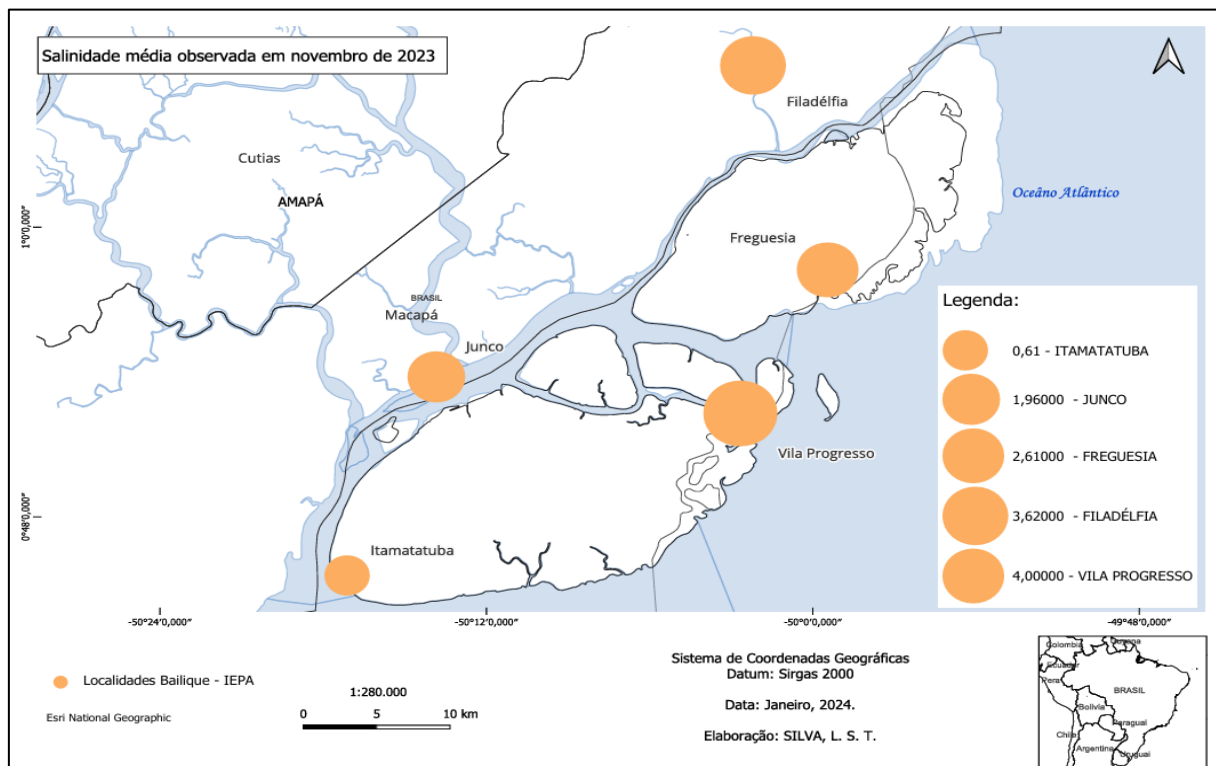
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após análise dos dados das comunidades estudadas neste trabalho e considerando a Figura 12 como referência, torna-se evidente que algumas comunidades possuem classificações distintas de acordo com a Resolução n. 20, do CONAMA (1986), em relação ao tipo de água presente em suas áreas. Observa-se que as comunidades de Itamatatuba, Junco, Freguesia, Filadélfia e Vila Progresso são classificadas como tendo água salobra. Esse tipo de água é caracterizado por uma salinidade intermediária entre água doce e água salina, geralmente encontrada em regiões costeiras onde há uma mistura de água doce de rios com água salgada do mar.

Essa realidade hidrológica, quando analisada em conjunto com aspectos sociais e econômicos, amplia a compreensão dos desafios enfrentados pelas comunidades locais. A combinação de dados de salinidade superficial com o perfil socioeconômico das comunidades locais permitiu não apenas evidenciar a vulnerabilidade ambiental e social da região, mas

também apontar caminhos para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis de gestão e mitigação de impactos (Cruz; Silva Júnior; Almeida, 2006; Savenije, 2012).

FIGURA 12 – Análise *in situ* de salinidade, novembro de 2023.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A salinização sazonal era um problema que costumava afetar cerca de 20 das 51 comunidades do arquipélago do Bailique, principalmente aquelas localizadas ao norte. Esse fenômeno sazonal estava relacionado à intrusão de água salgada nos solos e nos recursos hídricos das regiões costeiras durante determinadas épocas do ano. Essa intrusão era mais perceptível nas comunidades setentrionais do arquipélago (Fellet, 2021).

As plumas costeiras podem ser divididas em dois tipos: fluviais e estuarinas. Nas plumas fluviais, a descarga do rio predomina sobre os efeitos das marés, resultando em uma liberação direta de água doce continental em direção ao mar. Por outro lado, nas plumas estuarinas, os efeitos das marés no estuário promovem a mistura da maior parte da água e dos sedimentos provenientes da drenagem continental, como é o caso do arquipélago do Bailique.

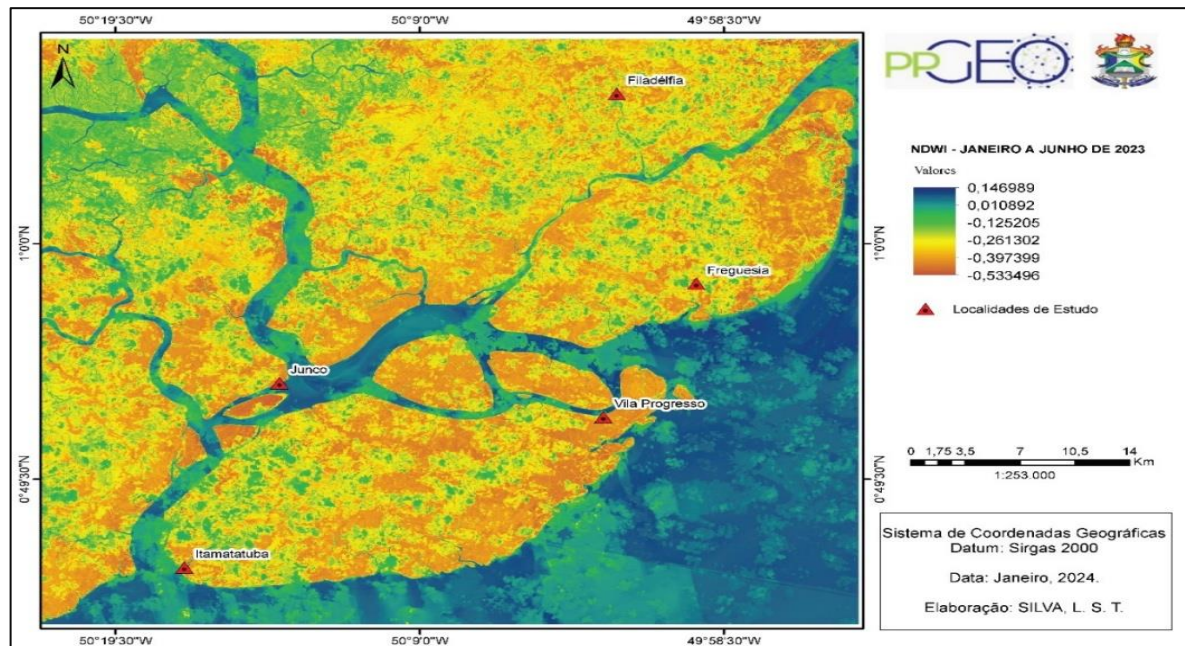
Ambos os tipos de plumas podem estar associados a um estuário devido às variações na descarga e nas amplitudes das marés. A composição dos sedimentos que resultam na formação de plumas em estuários varia consideravelmente de acordo com a cobertura e o uso do solo na bacia de drenagem, bem como as condições físico-químicas do complexo, como pH e salinidade, e as atividades humanas realizadas na região, como pesca e navegação (Mann; Lazier, 2010).

Conforme o objetivo estabelecido, a análise da salinidade utilizando o índice NDWI revela que os valores negativos indicam alta salinidade, enquanto os valores positivos, neste caso do NDWI, representam áreas identificadas como água. Quanto mais próximo de 1 o valor, menor é a salinidade. Portanto, onde há solo, o ponto é negativo, indicando baixa salinidade. Em resumo, -1 indica solina e +1 indica água. Dentro da água, -1 sugere maior salinidade, com presença aumentada de sedimentos (água salgada), enquanto +1 indica menor salinidade, com

reduzida presença de sedimentos (água doce) (Farifteh *et al.*, 2008).

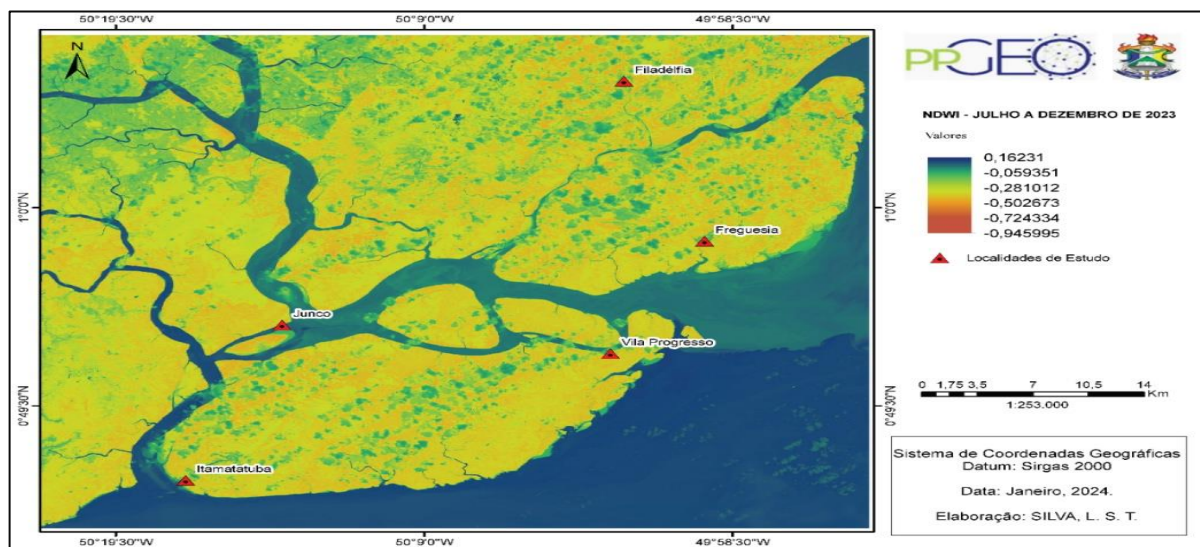
Na Figura 13, está apresentando índice NDWI do período de janeiro a junho de 2023. De acordo com o resultado, a água expressa em tons de azul, com valor máximo de 0,146959, indica uma menor salinidade, se comparado com a Figura 14, com o índice NDWI do período de julho a dezembro de 2023, que possui valor de água de 0,16231, indicando que, no primeiro caso, há uma menor incidência de salinidade.

FIGURA 13 – NDWI no período de inverno amazônico, janeiro a junho de 2023



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

FIGURA 14 – NDWI no período de verão amazônico, junho a dezembro de 2023.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

É crucial ressaltar que essas análises são superficiais e, para obter resultados mais precisos e abrangentes, é necessário realizar estudos com análises verticais. A abordagem vertical permite investigar as características da água em diferentes profundidades, o que pode

fornecer compreensão mais completa dos processos hidrológicos e da distribuição de elementos como a intrusão salina.

Ao correlacionar os dados obtidos por meio de análises verticais com os dados do índice NDWI, é possível enriquecer a análise e obter resultados mais robustos. O NDWI fornece informações valiosas sobre a presença de água em uma determinada área, enquanto as análises verticais permitem entender melhor a estratificação da água e identificar possíveis variações na salinidade ao longo do perfil vertical.

Portanto, a combinação dessas abordagens pode proporcionar compreensão mais completa e precisa dos processos envolvidos na intrusão salina e em outros fenômenos hidrológicos. Isso é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de gestão e mitigação eficazes, visando proteger os recursos hídricos e os ecossistemas costeiros.

5 DISCUSSÃO: ENTRE VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA, CAMINHOS PARA ADAPTAÇÃO NO BAILIQUE

As mudanças hidrológicas e climáticas intensificam a urgência por soluções estruturadas e integradas para a gestão hídrica da região. No arquipélago do Bailique, fortalecer a resiliência hídrica urbano-rural requer a consolidação de marcos legais intermunicipais que viabilizem a gestão compartilhada dos recursos hídricos. Nesse sentido, a criação de fundos hídricos regionais, inspirados em modelos já aplicados em zonas costeiras sob estresse hídrico (Brasil, 2015), surge como uma estratégia promissora para financiar ações de adaptação e mitigação. Contudo, é fundamental reconhecer que a ocorrência de desastres no Brasil não é um fenômeno isolado ou eventual. Trata-se de um problema crônico no país, que, infelizmente, não parece estar em processo de mitigação.

Além dos instrumentos legais e financeiros, é necessário articular essas políticas com soluções técnicas e sociais capazes de atender às especificidades locais. Complementarmente, é imprescindível investir em soluções de infraestrutura híbrida, como estações móveis de tratamento adaptadas aos solos salinizados, que têm se mostrado eficazes em zonas de transição entre terra e água (Loitzenbauer; Mendes, 2011). Tais iniciativas devem vir acompanhadas do fortalecimento da governança participativa. Experiências como o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) (Brasil, 2019) evidenciam a importância da inclusão das comunidades rurais nos processos de planejamento urbano e ambiental, assegurando maior legitimidade e efetividade às ações implementadas.

Essa integração entre soluções técnicas, políticas públicas e participação social se torna ainda mais crucial diante da gravidade do cenário hídrico, que exige respostas em diferentes escalas temporais. Para responder de forma eficaz à crise hídrica, é necessário adotar uma abordagem integrada em duas frentes. No curto prazo, ações emergenciais, como a instalação de cisternas comunitárias para captação de água da chuva e a distribuição de salinômetros pelas autoridades locais, são fundamentais para garantir o acesso à água potável durante os períodos críticos (Pereira *et al.*, 2021). No longo prazo, é essencial avançar na implementação de estratégias estruturantes, como a expansão do uso de dessalinizadores movidos a energia solar e a incorporação de critérios climáticos na formulação de políticas públicas de gestão hídrica (Brasil, 2015). Experiências internacionais, como os sistemas de dessalinização em Bangladesh e a gestão integrada de águas na Holanda, oferecem lições valiosas para o Bailique (OECD, 2014; UN-Water, 2021).

Nesse sentido, torna-se evidente que o sucesso dessas soluções depende não apenas de tecnologia e investimento, mas também do reconhecimento e da valorização dos saberes tradicionais das comunidades locais. Evidencia-se, portanto, que as soluções tecnológicas e estruturantes se tornam ainda mais eficazes quando integradas aos saberes e práticas

tradicionais locais. No Bailique, o envolvimento direto das comunidades em iniciativas como o Projeto Adapta Bailique (2023) demonstra que a efetividade dessas tecnologias é ampliada quando articulada aos saberes tradicionais locais. Um exemplo ilustrativo é o cultivo experimental de espécies halófitas, plantas resistentes à salinidade, que possuem potencial para restaurar a segurança alimentar e diversificar a base econômica das comunidades afetadas (Savenije, 2012).

Além disso, a realidade do Bailique não é um caso isolado, mas parte de um fenômeno de escala global que amplia ainda mais a complexidade do desafio. Essa realidade local reflete um processo de escala global: a intensificação da intrusão salina em zonas costeiras, impulsionada pela elevação do nível do mar e pelas alterações no regime hidrológico de grandes bacias, como a do rio Amazonas (IPCC, 2022; Marengo *et al.*, 2021). Diante desse cenário, torna-se imperativo o desenvolvimento de políticas públicas integradas, que conciliem respostas emergenciais com investimentos em infraestrutura adaptativa e na restauração de ecossistemas (MMA, 2016).

Os impactos da crise hídrica são evidentes também nos indicadores sociais e ambientais, revelando a vulnerabilidade da população local. Conforme os dados coletados, 71,25% dos entrevistados afirmaram que a qualidade da água influencia diretamente sua capacidade produtiva, enquanto 81,25% reconhecem seu impacto na saúde (Amapá Terras, 2023). A presença de salinidade elevada em determinadas áreas, associada à precariedade do saneamento básico e à ausência de coleta regular de resíduos, contribui para a degradação da água consumida e armazenada, agravando problemas de saúde pública, como doenças gastrointestinais e dermatites (Bernardes; Bernardes, 2013). Além disso, os baixos índices de escolaridade (51,25% não concluíram o Ensino Fundamental) e as condições socioeconômicas limitadas (66,25% das famílias vivem com renda entre R\$ 501,00 e R\$ 1.000,00 mensais) restringem a capacidade de adaptação dessas comunidades às mudanças ambientais (IBGE, 2022).

Frente a tal realidade, medidas de infraestrutura e educação ambiental se mostram imprescindíveis para reverter o quadro atual. O estudo também revelou que práticas como o descarte irregular de lixo (100% dos domicílios queimam ou enterram resíduos), o uso de fossas rudimentares (92,5% dos casos) e a dependência da água da chuva e de corpos hídricos superficiais para abastecimento (100% dos entrevistados) aumentam a exposição a riscos sanitários e ambientais (Amapá Terras, 2023). Essa realidade reforça a urgência de políticas públicas voltadas para:

- Saneamento básico universal, com implementação de sistemas de tratamento de esgoto e coleta seletiva de resíduos;
- Educação ambiental, para promover práticas sustentáveis de manejo da água e do solo;
- Infraestrutura de abastecimento, como cisternas e sistemas de dessalinização comunitários (Brasil, 2021).

Entretanto, para que tais soluções sejam sustentáveis, é fundamental proteger os ecossistemas que desempenham papel essencial na regulação hídrica. A intrusão salina, intensificada por processos naturais (variação sazonal da vazão do rio Amazonas e marés) e potencializada por mudanças climáticas (aumento do nível do mar e eventos extremos como o *El Niño*), ameaça não apenas os recursos hídricos, mas também atividades econômicas fundamentais, como o extrativismo do açaí (40% da renda local) e a pesca artesanal (36,25% da população) (Pires; Orsini, 2017). A articulação entre poder público, instituições de pesquisa e comunidades locais é essencial para o enfrentamento desses desafios, conforme destacado no Plano de Gerenciamento Costeiro do Amapá (Amapá, 2007).

Nesse sentido, a conservação dos manguezais ganha ainda mais relevância como estratégia integrada de mitigação e adaptação. Vale ressaltar que a presença de manguezais atua como uma barreira natural contra a salinização, regulando o fluxo de água salgada para o interior do estuário e protegendo os recursos hídricos utilizados pelas populações ribeirinhas (Savenije, 2012). Além disso, a degradação desses ecossistemas, evidenciada neste estudo, pode agravar os efeitos da intrusão salina, comprometendo ainda mais a disponibilidade de água doce e a subsistência local.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa fundamentam propostas que visam integrar conservação ambiental, segurança hídrica e desenvolvimento socioeconômico. Por outro lado, as conclusões aqui apresentadas articulam-se a políticas públicas de mitigação e adaptação à crise hídrica. A conservação dos manguezais emerge como uma estratégia prioritária para reduzir a vulnerabilidade costeira, devendo ser incorporada aos planos de gestão territorial e às ações de enfrentamento às mudanças climáticas. O mapeamento preciso realizado neste estudo fornece dados essenciais para o zoneamento ecológico-econômico e a criação de áreas protegidas, alinhando-se às recomendações apresentadas para uma governança ambiental integrada (Amapá, 2007).

Em síntese, os manguezais se destacam como elementos-chave na defesa ecológica e na garantia da resiliência das comunidades costeiras frente aos impactos da intrusão salina. Nesse contexto, os manguezais se revelam como a primeira linha de defesa ecológica contra a intrusão salina discutida nesta pesquisa. Análises geoespaciais indicam que 78% das áreas de manguezal preservadas coincidem com zonas de amortecimento da cunha salina, funcionando como barreiras naturais ao avanço da salinização (MapBiomass, 2022; Schaeffer-Novelli; Cintrón-Molero; Adaime, 2016).

6 CONCLUSÕES

A presente pesquisa demonstrou, por meio de uma abordagem interdisciplinar, a importância da integração entre dados ambientais e socioeconômicos para a compreensão das dinâmicas que regem os ecossistemas ribeirinhos do Arquipélago do Bailique. A implementação de tecnologias alternativas, como sistemas de dessalinização, demanda não apenas inovação técnica, mas também um arcabouço institucional sólido e mecanismos eficazes de cooperação regional.

Além disso, as lacunas identificadas ao longo do estudo indicam importantes nichos para investigações futuras, destacando-se: (i) estudos hidrodinâmicos detalhados sobre a interação entre a vegetação de mangue e o comportamento da cunha salina nos estuários amazônicos (Freire, 2020); (ii) desenvolvimento de algoritmos específicos para o monitoramento de águas negras e turvas, características da região amazônica; (iii) análises econômicas dos serviços ecossistêmicos perdidos, como a provisão de água potável, a proteção costeira e a produtividade pesqueira, permitindo valorar estratégias de adaptação e restauração (TEEB, 2010); e (iv) o aprimoramento da modelagem computacional, por meio de ferramentas de simulação espacial e temporal de alta resolução, para estimar, de forma mais precisa, a salinização em diferentes cenários hidrológicos e climáticos, subsidiando decisões de gestão territorial e mitigação de riscos.

A abordagem integrada deste trabalho, ao conectar impactos socioecológicos, configura-se como um modelo potencial de adaptação climática para estuários tropicais. Mais do que um objeto de estudo, os manguezais do Bailique emergem como aliados estratégicos, cuja proteção e restauração devem ser orientadas por políticas públicas robustas, embasadas na ciência e articuladas aos saberes e às práticas das comunidades locais.

Esta pesquisa evidencia, de forma inequívoca, a complexidade socioambiental inerente à intrusão salina no arquipélago do Bailique, ressaltando seus impactos significativos sobre a

dinâmica ecológica e as condições de vida das populações ribeirinhas. Os dados obtidos permitiram estabelecer uma sólida correlação entre os processos de salinização das águas superficiais, resultantes sobretudo da elevação do nível do mar e de alterações hidrodinâmicas regionais, e os múltiplos fatores socioeconômicos que configuram a vulnerabilidade das comunidades locais.

Os resultados demonstram que a crescente presença de águas salobras, combinada à precariedade dos serviços básicos, como saneamento e abastecimento hídrico, contribui de forma direta para o agravamento dos problemas de saúde pública, para a redução da segurança alimentar e para a limitação das atividades econômicas tradicionais, especialmente o extrativismo do açaí e a pesca artesanal. Destaca-se, ainda, que fatores geológicos e hidrogeológicos específicos do Bailique, como a elevada permeabilidade dos solos e a contaminação salina intrínseca dos aquíferos, inviabilizam alternativas convencionais de captação de água subterrânea, tornando indispensável o investimento em soluções adaptativas, como sistemas de dessalinização e captação pluvial.

A pesquisa também revelou que a vulnerabilidade hídrica no Bailique não se restringe a uma dimensão técnica ou ambiental, mas constitui um desafio de justiça socioambiental, uma vez que as limitações impostas pelo meio físico repercutem de forma desigual sobre as populações mais socialmente fragilizadas. Tal constatação reforça a necessidade de políticas públicas integradas, capazes de articular tecnologias adaptativas, marcos legais e participação comunitária, assegurando não apenas a segurança hídrica, mas também o fortalecimento da resiliência social e econômica das comunidades.

Experiências internacionais, como os sistemas de dessalinização em Bangladesh e a gestão integrada de recursos hídricos na Holanda, revelam-se referências valiosas para o Bailique, desde que devidamente adaptadas às especificidades locais, tanto ambientais quanto socioculturais. Nessa perspectiva, os dados geoespaciais e socioeconômicos levantados neste estudo oferecem subsídios técnicos fundamentais para o planejamento territorial, o zoneamento ecológico-econômico e a formulação de políticas públicas sustentáveis.

Destaca-se, por fim, o papel estratégico dos manguezais na mitigação da intrusão salina, funcionando como barreiras naturais que não apenas preservam a qualidade hídrica, mas também sustentam a biodiversidade e a base econômica tradicional das comunidades costeiras. A conservação desses ecossistemas, portanto, deve ser incorporada como eixo estruturante das políticas de adaptação às mudanças climáticas e de gestão costeira no Bailique.

Conclui-se, assim, que o enfrentamento da crise hídrica na região requer uma abordagem interdisciplinar que integre ciência, tecnologia, governança participativa e saberes tradicionais. Somente por meio de estratégias articuladas e sustentáveis será possível assegurar a segurança hídrica, a proteção ambiental e a justiça socioambiental no arquipélago do Bailique, diante dos desafios impostos pela intrusão salina e pelas mudanças climáticas globais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura-2020>. Acesso em: 16 dez. 2025.

ALBUQUERQUE, F. J. B. Psicologia Social e formas de vida rural no Brasil. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 37-42, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/4k5NjQrZRmgDTpzYqH9CLmt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 out. 2025.

AMAPÁ. Lei n. 1.089, de 25 de maio de 2007. Dispõe sobre a revisão do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Amapá**, Macapá, 25 maio 2007. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/nupaq/gerco/legislacao/lei-1089-2007.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2025.

BERKES, F. *et al.* **Gestão de pesca de pequena escala**: diretrizes e métodos alternativos. Rio Grande: Ed. FURG, 2006.

BERNARDES, R. S.; BERNARDES, C. Dívida sanitária e falta de acesso aos direitos humanos: acompanhamento da transformação social em comunidade ribeirinha na Amazônia brasileira após intervenções em saneamento básico. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, Criciúma, v. 1, n. 1, p. 45-56, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7104/4876>. Acesso em: 13 nov. 2025.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Centro de Estudos e Debates Estratégicos**. Instrumentos de gestão das águas. Relatores: Félix Mendonça Júnior; Maurício Boratto Viana, Alberto Pinheiro. Brasília, DF: Edições Câmara, 2015. (Série Estudos Estratégicos, n. 6). Disponível em: https://www2.camara.leg.br/acamara/estruturaadm/altosestudios/pdf/instrumentos_gestao_aguas.pdf. Acesso em: 15 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, DF: FUNASA, 2014. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualcont_quali_agua_tecnicos_trab_emetas.pdf. Acesso em: 12 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 2.528, de 29 de setembro de 2017**. Altera o tipo de Equipe de Saúde da Família (ESF) para Equipe de Saúde da Família Ribeirinha (ESFR) conforme as regras instituídas pela Portaria n. 837/GM/MS, de 9 de maio de 2014. Brasília, DF, Ministério da Saúde, 2017. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt2528_09_10_2017.html. Acesso em: 12 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2021. Disponível em:

https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 14 nov. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**: revisão 2019. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/plansab>. Acesso em: 23 out. 2025.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO AMAPÁ (CAESA). “Estamos incansáveis na busca para melhorar a vida das pessoas”, destaca governador Clécio Luís sobre sistema de dessalinização em teste no Bailique. **Portal do Governo do Amapá**, 2023. Disponível em: <https://antigo-caesa.portal.ap.gov.br/noticia/2111/estamos-incansaveis-na-busca-para-melhorar-a-vida-das-pessoas-destaca-governador-clecio-luis-sobre-sistema-de-dessalinizacao-em-teste-no-bailique>. Acesso em: 23 out. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS)**: Relatório 2021. Rio de Janeiro: CPRM, 2021. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22582/5/relatorio_RIMAS_%202021.pdf. Acesso em: 13 nov. 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 20, de 30 de julho de 1986. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 30 jul. 1986. p. 11356. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0020-180686.PDF>. Acesso em: 21 out. 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005. Alterada pela Resolução n. 410/2009 e 430/2011. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 12 nov. 2025.

CRUZ, A.; SILVA JÚNIOR, G. C.; ALMEIDA, G. M. Modelagem hidrogeoquímica do aquífero freático da restinga de Piratininga, Niterói-RJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., 2006. **Anais [...]**. Curitiba: ABAS, 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23057/15178>. Acesso em: 19 out. 2025.

EARTH ENGINE DATA CATALOG. **USGS Landsat 8 Level 2, Collection 2, Tier 1**. 2024. Disponível em: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C02_T1_L2. Acesso em: 21 out. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA Solos, 2018. Disponível em: <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/assets/docs/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 18 out. 2025.

FARIFTEH, J. *et al.* Spectral characteristics of salt affected soils: a laboratory experiment. **Geoderma**, [s. l.], v. 145, n. 3-4, p. 196-206, 2008. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706108000773?via%3Dihub>. Acesso em: 18 out. 2025.

FAUSTINO, N. C. **Alternativas de pré-oxidação ClO₂/H₂O₂/NaClO combinadas com ultrassom para minimização de subprodutos em águas superficiais**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/974953>. Acesso em: 13 nov. 2025.

FELLET, J. Avanço do mar saliniza rio Amazonas e deixa comunidades em estado de emergência. **BBC News Brasil**, 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58935047>. Acesso em: 23 out. 2025.

FIGUEIRA, R. M. S. **Características dos sedimentos do arquipélago do Bailique com base em análises granulométricas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Ciências Ambientais) – Campus Marco Zero, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2022. Disponível em: <https://www2.unifap.br/cambientais/files/2023/03/RENATA-MAYELLE-SOUSA-FIGUEIRA-CARACTERISTICAS-DOS-SEDIMENTOS-DO-ARQUIPAGO-DO-BAILIQUE-COM-BASE-EM-ANALISES-GRANULOMETRICAS.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2025.

FREIRE, N. A. F. **A evolução dos manguezais nos litorais Nordeste e Sul brasileiros durante o Holoceno**. Tese (Doutorado em Geologia e Geoquímica) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpa.br/bitstreams/93545e56-39a6-4715-8e18-fb7750999d26/download>. Acesso em: 12 nov. 2025.

GOOGLE EARTH. **Engine Data Catalog**. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog?hl=pt-br>. Acesso em: 11 nov. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 24 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico de Pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=295017>. Acesso em: 24 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html>. Acesso em: 24 out. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ (IEPA). **Projeto Monitoramento Participativo no Bailique**. Macapá: IEPA, 2022. Disponível em: <http://www.iepa.ap.gov.br/projetos.php>. Acesso em: 13 nov. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020 e Monitoramento Climático**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 7 jul. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Sixth Assessment Report (AR6)**. Genebra: IPCC, 2022.

LIMA, J. S. Q. **Desastres ambientais nos assentamentos precários da cidade de Fortaleza-Ceará-Brasil**: Riscos derivados da integração entre vulnerabilidade social e ameaças naturais. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/37289>. Acesso em: 12 nov. 2025.

LOITZENBAUER, E.; MENDES, C. A. B. A dinâmica da salinidade como uma ferramenta para a gestão integrada de recursos hídricos na zona costeira: uma aplicação à realidade brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 233-245, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340133008.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2025.

MANN, K. H.; LAZIER, J. R. N. **Dynamics of marine ecosystems, Biological-Physical Interactions in the Oceans**. 3. ed. Boston: Blackwell Scientific Publications, 2010.

MAPBIOMAS. **Radiografia da Costa Brasileira nos Últimos 37 Anos**: Manguezais Estáveis, Praias e Dunas em Retração. 2022. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2022/11/18/radiografia-da-costa-brasileira-nos-ultimos-37-anos-manguezais-estaveis-praias-e-dunas-em-retracao/>. Acesso em: 22 out. 2025.

MARENGO, J. A. *et al.* **Mudanças Climáticas e Eventos Extremos no Brasil**. [S. n.]: Springer, 2021.

MARQUES, J. S. *et al.* **Geomorfologia costeira**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: Estratégia Geral. Brasília, DF: MMA, 2016. v. 1. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-i.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2025.

OKADA, A. O que é cartografia cognitiva e por que mapear redes de conhecimento. In: OKADA, A. (org.). **Cartografia cognitiva**: mapas do conhecimento para pesquisa, aprendizagem e formação docente. Cuiabá: KCM, 2008. p. 37-65.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Water Governance in the Netherlands**: fit for the future? Paris: OECD Publishing, 2014. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2014/03/water-governance-in-the-netherlands_g1g3f7ab/9789264102637-en.pdf. Acesso em: 14 nov. 2025.

PEREIRA, R. *et al.* **Tecnologias para dessalinização em comunidades ribeirinhas**. São Paulo: Ed. UNESP, 2021.

PIRES, S. M. P.; ORSINI, A. G. S. Comunidade Ribeirinha do Bailique: A Hermenêutica Diatópica Como Instrumento de Reconhecimento de Identidade. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP)**, Belém, v. 4, n. 1, p. 250-266, jan./jun. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/server/api/core/bitstreams/c6513cd0-3283-4f14-a07b-cb2a01f5a065/content>. Acesso em: 24 out. 2025.

RODRIGUES, M. R. C.; SILVA JUNIOR, O. M. Panorama geral da zona costeira do estado do Amapá. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 3, p. 1664-1674, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/247076/38882>. Acesso em: 22 out. 2025.

SAVENIJE, H. H. G. **Salinity and Tides in Alluvial Estuaries**. 2. ed. Delft: UNESCO-IHE, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/monograph/9780444521071/salinity-and-tides-in-alluvial-estuaries?via=ihub%3D>. Acesso em: 22 out. 2025.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R. R. Climate Changes in Mangrove Forests and Salt Marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s. l.], v. 64, n. 2, p. 37-52, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoc/a/7D4PsBhYcGLY3Byn7QqdsVC/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 17 out. 2025.

SILVA JÚNIOR, O.; SZLAFSZTEIN, C.; BAIA, M. Gestão de Riscos de Desastres no Arquipélago do Bailique, foz do rio Amazonas, Amapá, Brasil. In: MAGNONI JÚNIOR, L. *et al.* (org.). **Livro Ensino de Geografia e Redução de Riscos**. São Paulo: AGB, 2022. p. 674-696. Disponível em: <https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/EGRR2022/EGRR-2022-32.pdf>. Acesso em: 22 out. 2025.

SILVA, R. *et al.* **Modelagem Preditiva de Salinização no Bailique**. Macapá: Ed. UFAP, 2023.

TAGORE, M. P. B.; MONTEIRO, M. A.; DO CANTO, Ó. A cadeia produtiva do açaí: estudo de caso sobre tipos de manejo e custos de produção em Projetos de Assentamentos Agroextrativistas em Abaetetuba, Pará. **Amazônia, Organizações e Sustentabilidade**, Manaus, v. 8, n. 2, p. 99-112, jul./dez. 2019. Disponível em: <https://revistas.unama.br/index.php/aos/article/view/2031>. Acesso em: 14 nov. 2025.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). **Mainstreaming the Economics of Nature**. [S. l.]: TEEB, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230743686_Mainstreaming_the_Economics_of_Nature_a_Synthesis_of_the_Approach_Conclusions_and_Recommendations_of_TEEB. Acesso em: 14 nov. 2025.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Paris Agreement Technical Guidelines**. Bonn: UNFCCC, 2015. Disponível em: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf. Acesso em: 21 out. 2025.

UN-WATER. **Progress on Water Use Efficiency – 2021 Update**. [S. l.]: UN-WATER, 2021. Disponível em: <https://www.unwater.org/publications/progress-water-use-efficiency-2021-update>. Acesso em: 15 nov. 2025.