

Consequências dos fenômenos climáticos de 2023 sobre o igarapé do Turumã-Açu em Manaus, Amazonas, Quanto ao Transporte Hidroviário
Consequences of the 2023 climatic phenomena on the Turumã-Açu Stream in Manaus, Amazonas, Regarding Hydrological Transportation

Ládson Danley Aguiar Vale, Graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, Campus Manaus Centro.

ladsondanley@gmail.com

Jussara Socorro Cury Maciel, Professora Doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM, Campus Manaus Centro.

jussara.maciel@ifam.edu.br

Resumo

Este artigo investiga as consequências dos fenômenos climáticos El Niño e aquecimento do Atlântico Norte em 2023 sobre o igarapé do Turumã-Açu, em Manaus, Amazonas. O estudo foca nos impactos da seca no transporte hidroviário e portuário, utilizando uma abordagem analítica baseada em dados pluviométricos e registros fotográficos. A metodologia inclui análise de dados meteorológicos e hidrológicos fornecidos por instituições, como Inmet e Inpe, além de observações diretas *in loco*. A pesquisa indica uma correlação significativa entre os eventos climáticos e a redução da profundidade hídrica do igarapé, afetando a navegabilidade e a infraestrutura de transporte hidroviário. Este trabalho tem como objetivo contribuir para o entendimento dos efeitos locais das mudanças climáticas, estabelecendo uma relação entre a navegabilidade e o baixo índice de chuvas causado pelas mudanças climáticas.

Palavras-chave: Turumã-Açu, El Niño, hidroviárias.

Abstract

This article investigates the consequences of the El Niño climatic phenomenon and the North Atlantic warming in 2023 on the Turumã-Açu stream in Manaus, Amazonas. The study focuses on the impacts of drought on waterway and port transportation, using an analytical approach based on rainfall data and photographic records. The methodology includes the analysis of meteorological and hydrological data provided by institutions such as Inmet and Inpe, as well as direct on-site observations. The research indicates a significant correlation between the climatic events and the reduction of the stream's water depth, affecting navigability and waterway transport infrastructure. This work aims to contribute to the understanding of the local effects of climate change, establishing a relationship between navigability and the low rainfall index caused by climate change.

Keywords: Turumã-Açu, El Niño, hydrological.

1. Introdução

O igarapé do Turmã-Açu desempenha um papel crucial tanto na ecologia quanto no transporte hidroviário local em Manaus. Como uma rota de navegação importante, conectando portos locais a flutuantes utilizados para atividades recreativas e ancoragem de pequenas embarcações. No entanto, o ano de 2023 foi marcado pela coincidência de dois fenômenos climáticos significativos: o El Niño e o aquecimento do Atlântico Norte. Ambos são conhecidos por suas consideráveis influências nos padrões climáticos globais, incluindo a alteração dos regimes de precipitação acima da linha do equador.

Dentro do contexto específico de Manaus, destaca-se o efeito adverso dos fenômenos climáticos, os quais restringiram a precipitação na cidade. Esse contexto influenciou diretamente o igarapé do Turmã-Açu, alterando sua profundidade hídrica, a capacidade de navegação e o emprego da infraestrutura voltada ao transporte aquático.

Este trabalho justifica-se pela importância de registrar e entender o impacto dos fenômenos climáticos no sistema de transporte hidroviário local, com enfoque particular no igarapé do Turmã-Açu. A importância deste estudo se baseia na intenção de preencher uma lacuna entre os efeitos decorrentes dos eventos climáticos de 2023 em uma hidrovia em Manaus. Através de análise observacional e evidências fotográficas, busca-se fornecer *insights* significativos para a região, explorando um campo de estudo ainda não amplamente investigado.

A metodologia envolveu uma pesquisa bibliográfica abrangente em artigos científicos, reportagens e boletins de monitoramento climático, análise de dados do Portal HidroWeb, uma plataforma com acesso a informações nacionais sobre níveis fluviais, vazões, chuvas, clima, qualidade da água e sedimentos, além do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e visitas ao local durante a estigagem para fotodocumentação das mudanças no igarapé ao longo do tempo.

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo e os registros fotográficos dos impactos causados pela seca originada pelos eventos climáticos de 2023 no Igarapé do Turmã-Açu em Manaus pela perspectiva hidroviária e portuária do igarapé.

2. Pesquisa Bibliográfica

A metodologia da pesquisa deste artigo foi elaborada para proporcionar uma compreensão clara e detalhada das relações entre os eventos climáticos simultâneos de 2023 e a escassez hídrica na região Norte do Brasil. Para isso, foi conduzida uma pesquisa bibliográfica abrangente, que incluiu a análise de artigos científicos, reportagens e boletins de monitoramento climático emitidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Com o intuito de compreender a origem da escassez hídrica na região Norte, precisa-se entender o conceito de dipolo do Atlântico e suas interações com o fenômeno El Niño, que resultaram em efeitos como a pouca precipitação de chuvas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

O primeiro conceito fundamental para a compreensão dos fenômenos estudados nesta pesquisa é o dipolo do Atlântico, conforme descrito por Nóbrega (2014) e Robles (2023). Esse fenômeno refere-se ao aquecimento anômalo das águas do Oceano Atlântico Tropical Norte, localizadas logo acima da linha do equador. Essa alteração é identificada como uma mudança significativa na temperatura da superfície da água do mar na região.

O segundo fenômeno é o El Niño, conforme Cavalcanti (1996) e Grimm (2015), é evento climático, que se caracteriza pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico Equatorial, resultando em mudanças climáticas globais. Essas mudanças incluem invernos mais quentes e secas no Brasil, particularmente nas regiões Norte e Nordeste.

A consequência da ocorrência simultânea dos dois eventos climáticos é corroborada por Garcia e Calgaro (2023) e De Araújo Costa (2014), que descrevem a seca extrema nos rios amazônicos como resultado da combinação dos fenômenos climáticos: o El Niño, que provoca o aquecimento das águas do oceano Pacífico, e o calor no oceano Atlântico Norte. Em anos intensos, o El Niño influencia a circulação oceânica do Atlântico, impactando os padrões pluviométricos e as temperaturas em várias partes do mundo. Conforme destacado por Aragão (1998), os fenômenos climáticos exercem influência sobre os padrões pluviométricos e as temperaturas em diversas regiões do mundo, e a combinação desses fatores resulta na redução da precipitação no Norte e Nordeste do Brasil.

De acordo com Greenpeace (2023) e Garcia (2023), as secas extremas foram impulsionadas pelas mudanças climáticas exacerbadas pelo El Niño, causando um grande impacto na Amazônia. Isso resultou em uma escassez hídrica que impossibilitou o uso dos transportes fluviais em rios vitais para a região. Silva et al (2012) corroboram, apontando que o El Niño afeta o clima nacional, reduzindo a precipitação no Norte do país.

Segundo o Inmet (2023a), esperava-se uma diminuição na precipitação de chuvas nas regiões Norte e Nordeste devido ao El Niño, o que comprometeria a capacidade de armazenamento de água no solo nessas áreas, resultando em uma severa seca e impactando diretamente a capacidade de navegação fluvial. A maioria dos estados brasileiros registrou escassez de chuvas em outubro de 2023, conforme observado pelo Inmet (2023b), sendo notável o baixo índice na Região Norte, especialmente no centro-oeste dessa área, conforme o Inpe (2023).

A pesquisa bibliográfica realizada revela que as previsões meteorológicas realizadas pelo Inmet e Inpe são conduzidas pelo CPTEC, um sistema de computação que se baseia em dados provenientes dos satélites Meteosat e Goes, da rede de dados da Organização Meteorológica Mundial (WMO) e das redes nacionais supervisionadas pelo INMET, conforme aponta o Inpe (2010). Além disso, a principal ferramenta empregada pelos institutos para monitorar o nível dos rios é o Portal HidroWeb. De acordo com Brasil (2023), o portal faz parte do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e proporciona acesso ao banco de dados que abrange todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados sobre níveis fluviais, vazões, precipitações pluviométricas, climatologia, qualidade da água e sedimentos.

3. Estudo Pluviométrico Igarapé do Turumã-Açu

Para proporcionar um melhor entendimento do local da bacia hidrográfica do igarapé do Turumã-Açu, assim como da distribuição e do déficit de chuva na região durante o período entre agosto de 2023 e março de 2024, recorreu-se ao uso do Portal HidroWeb para gerar a figura 2, e a ferramenta CPTEC para gerar o gráfico 1.

A figura 1 mostra a localização da bacia hidrográfica onde encontra-se o igarapé do Turumã-Açu. A bacia está situada em uma região a oeste na cidade de Manaus, e é utilizada como uma via de transporte hídrico e local para atracamento de embarcações.

A imagem apresentada na figura 2 foi gerada a partir dos dados do satélite Merge do CPTEC com auxílio do portal HidroWeb. Esta imagem oferece uma representação visual da

distribuição da chuva na região noroeste do Amazonas no período entre agosto de 2023 e Março de 2024, a seta para baixo indica a localização da cidade de Manaus, onde encontra-se o igarapé do Turumã-Açu, objeto de estudo neste artigo.

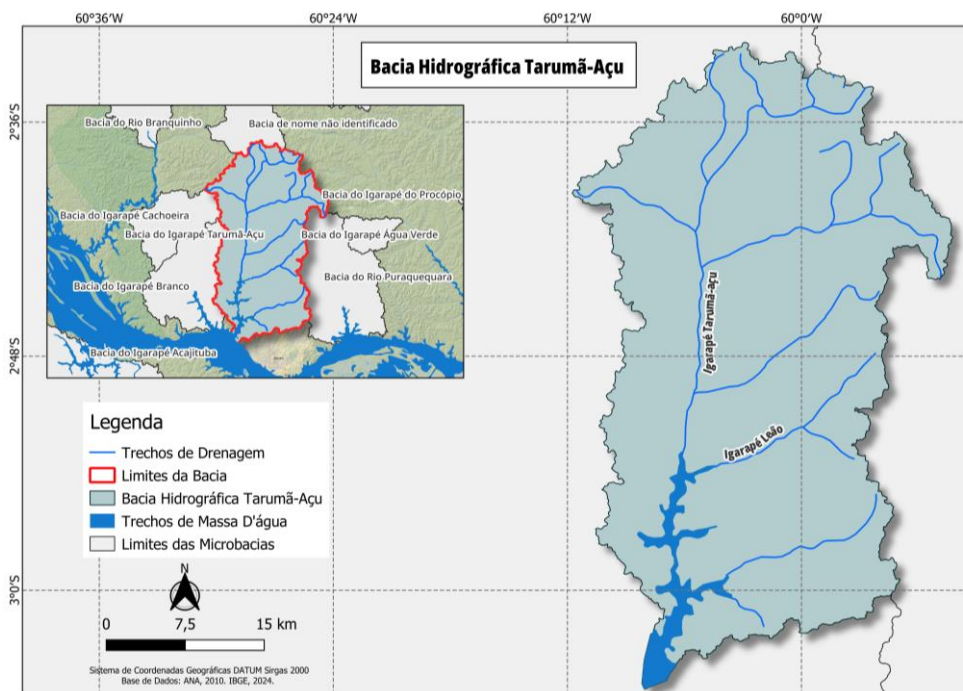


Figura 1: Bacia do Igarapé Turumã-Açu. Fonte: próprios autores.

As cores da imagem variam conforme a intensidade da chuva. As áreas vermelhas indicam chuva abaixo do esperado, com tons mais escuros indicando deficiência significativa. Já as áreas azuis representam chuva significativa, com tons mais escuros indicando maior precipitação.

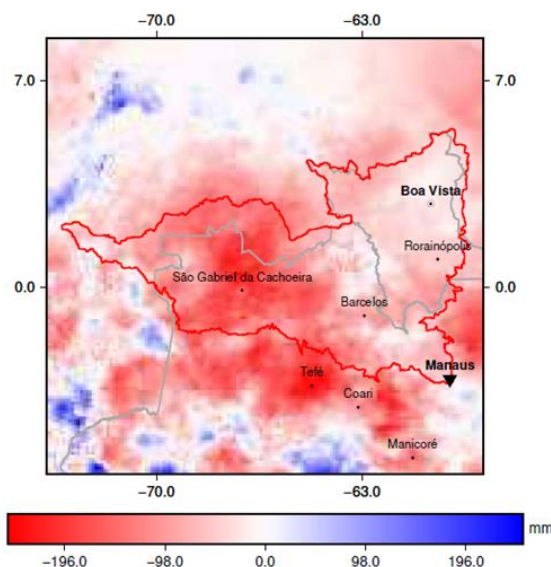
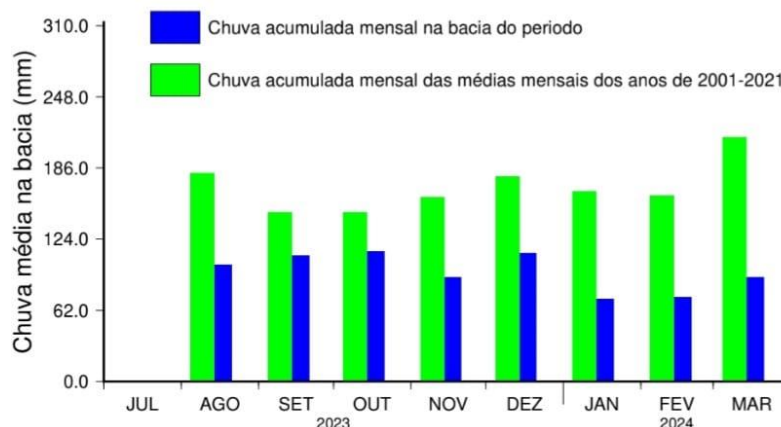


Figura 2: Anomalia de chuva MERGE (CPTEC-INPE). Fonte: Adaptado de CPTEC/INPE (2023).

Para ilustrar os efeitos potenciais do El Niño no igarapé do Turumã-Açu, foi criado gráfico comparativo. Ele contrasta a média de chuvas entre os anos 2001 a 2021 com os níveis de chuva de agosto de 2023 a março de 2024. A análise revela que, durante esse período,

houve uma redução nos índices de chuva, especialmente em março, comparado com os anos anteriores.

Gráfico 1: Comparativo entre a média de chuva entre 2001-2021 e 2023



Fonte: Adaptado de Cptec/Inpe (2023). Gerado por SGB em março de 2024.

4. Igarapé do Turumã-Açu

Neste tópico são apresentadas as mudanças ao longo do tempo no igarapé do Turumã-Açu, utilizando fotografias capturadas em pontos de observação específicos. As imagens revelam a evolução das condições do igarapé, as observações dos impactos da estiagem e recuperação do nível da água.

Em relação à localização geográfica as fotografias foram capturadas a partir da intersecção das coordenadas geográficas 3°00'53"S e 60°05'36"W.

A Figura 3 apresenta um flutuante ancorado no igarapé do Turumã-Açu, usado como ponto de atracação para embarcações de pequeno porte, como lanchas rápidas, lanchas expressas (a jato) e motos aquáticas. Esta imagem proporciona uma perspectiva inicial das condições fluviais antes do agravamento da estiagem, servindo como um marco temporal para compreender as transformações ao longo do período seco.

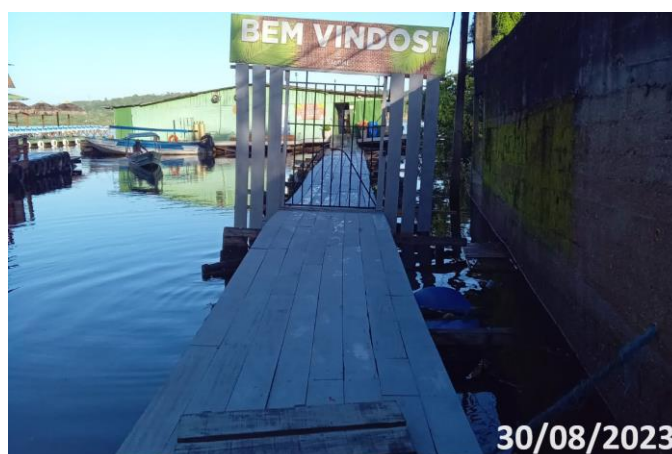


Figura 3: Flutuante localizado no igarapé do Turumã-Açu, Manaus. Fonte: próprios autores.

A figura 4 mostra uma foto do igarapé do Turumã-Açu em setembro de 2023, no início da estiagem. Embarcações de médio e grande porte são visíveis, usadas para transporte de pessoas.

Devido à estiagem, o leito de inundação do rio torna-se visível, e em processo de escoamento. Também observou-se *in loco* na data 29 de novembro de 2023 o recuo da margem do rio, e a mudança de posição de atracamento dos flutuantes e embarcações em relação a visita realizada no dia 30 de agosto de 2023.



Figura 4: Igarapé do Turumã-Açu, Manaus, início da escassez hídrica.. Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 5 mostra a seca do rio e o encalhamento dos flutuantes devido à combinação do escoamento da água e períodos prolongados de estiagem, a tentativa e dificuldade de navegação observadas *in loco* a partir de uma canoa motorizada.



Figura 5: Igarapé e Canoa motorizada na escassez hídrica. Fonte: elaborado pelos autores.

Em 20 de março de 2024, averiguou-se que o nível de água do igarapé havia subido, tal observação é corroborada pelo registro visual apresentado na figura 6.



Figura 6: Igarapé do Turumã-Açu, Manaus, início do inverno. Fonte: elaborado pelos autores.

Esta figura marca uma mudança relevante nas condições hidrográficas do igarapé, influenciando diretamente as atividades de transporte hidroviário e permitindo a navegação dos flutuantes e embarcações.

5. Resultados e Discussões

As secas extremas de 2023, atribuídas às mudanças climáticas exacerbadas pelos eventos climáticos de 2023, tiveram impactos significativos na região amazônica, afetando um importante igarapé para o transporte hidroviário em Manaus. Estudos e relatórios demonstram como o El Niño influencia diversas regiões, incluindo o Brasil, resultando em invernos mais quentes e períodos de seca no Norte e Nordeste. Projeções do Instituto Nacional de Meteorologia indicam diminuição na precipitação de chuvas nessas áreas, exacerbando o déficit hídrico e afetando a navegação fluvial. Em setembro de 2023, a escassez de chuvas foi observada em grande parte do Brasil, especialmente no Norte, marcando o início de uma escassez hídrica histórica.

As fotografias capturadas próximas à intersecção das coordenadas 3°00'53"S e 60°05'36"W revelam a transformação do igarapé do Turumã-Açu, em Manaus, ao longo de diferentes estágios hídricos. Desde um período de cheia, evidenciado pela presença de flutuantes e embarcações menores na figura 3, até uma seca severa representada na figura 5, onde os flutuantes encalharam devido à redução drástica do nível da água e a tentativa de navegação em condições adversas é ilustrada com uma canoa motorizada enfrentando dificuldades. Por fim, a figura 6 mostra o retorno das condições favoráveis à navegação, simbolizando o ciclo natural do igarapé. Essas observações destacam a importância de planejamento e gestão ambiental para preservar os ecossistemas e garantir a sustentabilidade.

Para melhor representar a influência do índice de chuvas causadas pelos eventos climáticos e sua relação com a navegabilidade do rio, apresenta-se a Figura 7. Esta figura abrange a chuva acumulada no período de 2001 a 2021, em verde, em comparação com o intervalo em estudo entre agosto de 2023 e março de 2024, em azul. Além disso, é apresentado um registro fotográfico com a situação do igarapé em cada período, evidenciando as mudanças nos níveis de água e a navegabilidade associada a essas variações de precipitação.

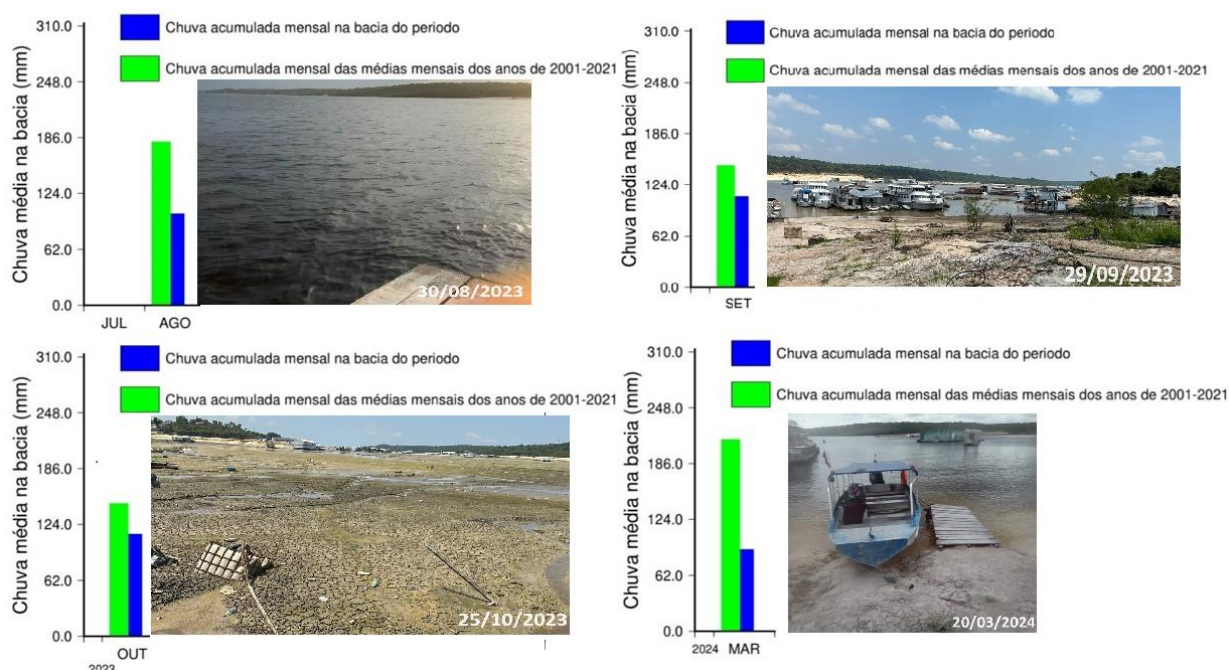


Figura 7: Relação com a navegabilidade e índice de chuvas . Fonte: organizado pelos autores.

Em agosto, a chuva acumulada entre 2001 e 2021 foi próxima de 186 mm, enquanto no período de 2023 registrou-se um acumulado abaixo de 124 mm, refletindo uma redução significativa na precipitação mensal. Em setembro, observou-se que a chuva, entre 2001 e 2021, estava acima de 124 mm, ao passo que no período de 2023 ficou abaixo desse valor. Em outubro, houve uma acumulação de chuva superior a 124 mm nos anos entre 2001 e 2021, contrastando com o período de 2023, que registrou um acumulado de chuva abaixo de 124 mm. Em março, a chuva acumulada foi de mais de 186 mm entre 2001 e 2021, enquanto no período de 2023 houve um acumulado abaixo de 124 mm.

A análise desses dados evidencia o impacto dos fenômenos climáticos na navegabilidade do Igarapé, destacando a influência direta da quantidade de chuvas nos diferentes períodos analisados. A partir da figura 7, torna-se perceptível que a quantidade de chuva é um fator crucial para manter os níveis de água adequados para a navegação em Igarapés. A redução nas chuvas registradas em 2023, comparada com a média dos anos anteriores, sugere uma tendência de seca que afetou severamente a navegabilidade. Menos chuva resulta em níveis de água mais baixos, o que impossibilitou a navegação em certos trechos durante períodos críticos, como o mês de outubro.

Os resultados revelam impactos significativos nas condições hídricas do Igarapé, afetando a navegação e a infraestrutura hidroviária local. As fotografias documentam a transformação do Igarapé ao longo de diferentes estágios hídricos, desde períodos de cheia até uma seca severa. No entanto, os resultados são discutidos à luz do contexto das mudanças climáticas e da importância da gestão ambiental. É enfatizada a necessidade de estratégias de adaptação e gestão de riscos frente aos desafios das mudanças climáticas. Destaca-se a urgência de desenvolver estratégias de adaptação e gestão de riscos diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, não apenas para Manaus, mas para regiões que enfrentam desafios semelhantes em todo o mundo.

6. Considerações Finais

A análise dos registros fotográficos dos impactos causados pela seca decorrente dos eventos climáticos no Igarapé do Turmã-Açu, em Manaus, revela a interconexão entre as condições climáticas globais e a infraestrutura hidroviária local. O papel crucial desempenhado pelo Igarapé como rota de navegação e ancoragem de embarcações recreativas é fundamental para compreender a importância deste estudo. Ao destacar as implicações diretas dos eventos climáticos na profundidade da água, na navegabilidade e no uso da infraestrutura hidroviária, este trabalho preenche uma lacuna significativa no entendimento dos efeitos desse fenômeno em nível local.

O impacto direto desses eventos no Igarapé do Turmã-Açu evidencia a necessidade urgente de compreender e mitigar os efeitos das mudanças climáticas em infraestruturas hidroviárias locais.

Este estudo não apenas oferece uma análise detalhada dos impactos dos eventos climáticos no transporte hidroviário local, mas também destaca a importância da observação e registro fotográfico como ferramentas valiosas para documentar e compreender esses efeitos. Os *insights* obtidos fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e gestão de riscos em face das mudanças climáticas. Com a tendência de maior frequência e intensidade dos fenômenos climáticos, destaca-se a urgência de desenvolver estratégias de adequação aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, não apenas para Manaus, mas para regiões que enfrentam desafios semelhantes em todo o mundo.

Referências

- [1] Nóbrega, Ranyére Silva; SANTIAGO, Gabriela Ayane Chagas Felipe. Tendência de temperatura na superfície do mar nos oceanos Atlântico e Pacífico e variabilidade de precipitação em Pernambuco. *Mercator* (Fortaleza), v. 13, p. 107-118, 2014.
- [2] Robles, Tiago. Aquecimento simultâneo dos oceanos Pacífico e Atlântico pode agravar seca na Amazônia. *Tempo.com*, 20 set. 2023. Disponível em: <<https://www.tempo.com/noticias/actualidade/aquecimento-simultaneo-dos-oceanos-pacifico-e-atlantico-pode-agravar-seca-na-amazonia-clima.html#:~:text=Trata%2Dse%20do%20aquecimento%20das,de%20chuvas%20na%20regi%C3%A3o%20amaz%C3%B4nica>>. Acesso em: 20 set. 2023.
- [3] Cavalcanti, Iracema FA. Episódios El Niño/Oscilação Sul durante a década de 1986 a 1996 e suas influências sobre o Brasil. *Climanálise Especial*, 1996.
- [4] Grimm, Alice M.; ACEITUNO, Patricio. El niño, novamente!. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 30, p. 351-357, 2015.
- [5] Garcia, Mariana; Calgaro, Fernanda. Seca fora do normal em rios da Amazônia tem relação com El Niño e aquecimento do Atlântico Norte. *G1*, 28 set. 2023, 13h07. Disponível em: < <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/09/28/seca-fora-do-normal-em-rios-da-amazonia-tem-relacao-com-el-nino-e-aquecimento-do-atlantico-norte-entenda.ghtml> >. Acesso em: 28 set. 2023.
- [6] De Araújo Costa, José. O fenômeno El Niño e as secas no Nordeste do Brasil. 2014.
- [7] Aragão, José Oribe Rocha de. O Impacto do ENSO e do Dipolo do Atlântico no Nordeste do Brasil. *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines*, v. 27, n. 3, p. 839-844, 1998.
- [8] Greenpeace, Brasil. Seca na Amazônia: A outra face dos eventos climáticos extremos. *Greenpeace Brasil Blog*. 2023. Disponível em: https://www.greenpeace.org/brasil/blog/seca-na-amazonia-a-outra-face-dos-eventos-climaticos-extremos/?appeal=21057&utm_source=google&utm_medium=paid&utm_campaign=clima&utm_content=aq_20231004_grants&utm_term=secas%20extremas&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=7235609613&hsa_cam=19664562138&hsa_grp=157161332631&hsa_ad=676161598721&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-2119362779967&hsa_kw=secas%20extremas&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIrPztjdOKhQMVb2FIAB0puQLXEAAAYASAAEgIoMvD_BwE. Acesso em: 23 de março de 2024.
- [9] Garcia, Camilly et al. A ESCASSEZ HÍDRICA NA REGIÃO NORTE. *Semana da Diversidade Humana* (ISSN: 2675-1127), v. 8, n. 1, 2023.
- [10] Silva, Igor Antônio; MENDES, Paulo Cezar. O EL NIÑO E SUA INFLUÊNCIA NAS TEMPERATURAS E PRECIPITAÇÕES NA CIDADE DE UBERLÂNDIA (MG). *REVISTA GEONORTE*, v. 3, n. 9, p. 485–495-485–495, 2012.
- [11] Inmet, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. El Niño 2023: Boletim de novembro, Saiba detalhes sobre o monitoramento, previsões e os possíveis impactos do fenômeno no Brasil na edição nº 3 divulgada nesta quarta-feira (22). 2023a .Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/el-ni%C3%B1o-2023-boletim-de-novembro>. Acesso em: 24 mar. 2024.

- [12] Inmet, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. El Niño 2023: Boletim de outubro, saiba detalhes sobre o monitoramento, previsões e os possíveis impactos do fenômeno no Brasil. 2023b. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/el-ni%C3%B1o-2023-saiba-detalhes-sobre-o-monitoramento-previs%C3%B5es-e-os-poss%C3%ADveis-impactos-do-fen%C3%B4meno-no-brasil-2>. Acesso em: 24 mar. 2024.
- [13] Inpe, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2023. Nota técnica conjunta CPTEC/Inpe e Inmet Condições de déficit de chuva na Amazônia. Disponível em: https://clima.cptec.inpe.br/gpc/pdf/Nota_seca_AMZ_2023_INPE-INMET_04out2023.pdf. Acesso em: 25 de março de 2024.
- [14] Inpe, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2010. Sobre o CPTEC. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/sobreocptec.shtml>>. Acesso em: 25 mar. 2024
- [15] Brasil. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Séries Históricas. 2023. Disponível em: < <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas> >. Acesso em: 25 março de 2024.