Análise qualitativa dos eventos hidrológicos extremos nas comunidades ribeirinhas do Rio Tarumã-Açú, Amazônia Amazonense

Análisis cualitativo de eventos hidrológicos extremos en comunidades ribereñas del río Tarumã-Açú, región amazónica

Rildo Alberto Pantoja
Universidade Federal do Amazonas
rildopantoja75@gmail.com

Patricia Dias Santos
Universidade Federal de Uberlândia
diassantos.patricia@gmail.com

Resumo: Este estudo discute como as mudanças hidrológicas extremas afetaram os sistemas socioecológicos ribeirinhos. A pesquisa combina revisão bibliográfica e coleta de dados por meio de aplicação de questionários. Os resultados apontam que, durante os períodos hidroclimáticos de estiagem e seca, quando o nível da bacia atingiu cotas fluviométricas extremamente baixas, houve impactos no acesso a recursos hídricos, navegabilidade e segurança alimentar das comunidades ribeirinhas. Entre os principais problemas destacam-se o deslocamento de pessoas e aumento de doenças; impactos na pesca e cultivo de alimentos; aumento do tempo de viagem; redução na carga transportada; encalhamento em bancos de areia; dificuldades para encontrar rotas seguras; limitação no transporte escolar fluvial e dificuldades logísticas para estudantes e professores. A pesquisa destaca a vulnerabilidade da população ribeirinha em contextos de eventos hidrológicos extremos, ressaltando a necessidade de políticas públicas e soluções que possam mitigar as dificuldades determinadas pelos fenômenos hidroclimáticos. Algumas das sugestões incluem: desenvolvimento de embarcações comentadas para vazantes; criação de sistemas de monitoramento hidrológico comunitário; implementação de políticas de segurança alimentar; infraestrutura de transporte e rotas alternativas para a adaptação ao regime fluviométrico.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica do RioTarumã-Açu; Sazonalidade das águas; Secas severas; Comunidades ribeirinhas.

REVISTA FLUMINENSE DE GEOGRAFIA	Niterói (RJ)	2025 v.5 n.2 (jul-dez)	e-ISSN: 1980-9018

Este trabalho está licenciado com https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Resumen: Este estudio analiza cómo los cambios hidrológicos extremos han afectado los sistemas socioecológicos ribereños. La investigación combina la revisión bibliográfica y la recopilación de datos mediante cuestionarios. Los resultados indican que, durante los períodos de sequía y rachas secas, cuando el nivel de la cuenca alcanza niveles extremadamente bajos del río, se produjeron impactos en el acceso a los recursos hídricos, la navegabilidad y la seguridad alimentaria de las comunidades ribereñas. Entre los principales problemas se encuentran el desplazamiento de personas y el aumento de enfermedades; impactos en la pesca y el cultivo de alimentos; aumento del tiempo de viaje; reducción del transporte de carga; varamientos en bancos de arena; dificultades para encontrar rutas seguras; limitaciones en el transporte escolar fluvial y dificultades logísticas para estudiantes y docentes. La investigación destaca la vulnerabilidad de la población ribereña en contextos de eventos hidrológicos extremos, enfatizando la necesidad de políticas públicas y soluciones que puedan mitigar las dificultades causadas por los fenómenos hidroclimáticos. Algunas sugerencias incluyen: desarrollo de embarcaciones guiadas para mareas bajas; creación de sistemas de monitoreo hidrológico comunitario; implementación de políticas de seguridad alimentaria; infraestructura de transporte y rutas alternativas para la adaptación al régimen de caudal del río.

Palabras-clave: Cuenca del río Tarumã-Açu; Estacionalidad del agua; Sequías severas; Comunidades ribereñas.

Introdução

A extensa rede fluvial da Amazônia, reconhecida como o maior território hidrogeográfico do mundo, além de ser uma fonte de alimentação indispensável para as comunidades ribeirinhas, constitui um importante espaço de circulação e integração entre localidades (Lira e Chaves, 2006). Sua influência na ecologia e na climatologia é específica, contribuindo para a regulação do ciclo hidrológico, a conservação da biodiversidade e o equilíbrio climático regional (Chamy et al. 2025). De acordo com Santos e Costa (2020), as comunidades ribeirinhas estabelecem uma relação profunda e sustentável com o rio, que não é apenas o espaço de moradia, mas também o espaço de produção, de onde retiram o sustento para suas famílias. Contrariando a visão preconceituosa e depreciativa da lógica capitalista, que os vê como "atrasados", os ribeirinhos possuem forma de vida própria, adaptada ao seu contexto natural (Villela, 2016). Nessa perspectiva, aproveitam os recursos naturais de maneira cíclica, de acordo com os ritmos e as necessidades do ambiente ao seu redor.

Historicamente, as variações nos níveis de água dos rios são comuns (Albert et al. 2018; Liang, 2020). Em 2005 e 2010, a Amazônia sofreu com a estiagem prolongada e seca severa marcada pela redução exacerbada das cotas fluviométricas de rios importantes, lagos e igarapés, resultando na mortalidade de peixes e botos devido ao aquecimento das águas e à diminuição do oxigênio (She et al. 2024). Além disso, diversas comunidades enfrentaram o desabastecimento de água. Em 2023, a região Amazônica registrou uma seca histórica, considerada uma das mais severas já documentadas (Moreira et al. 2025). Segundo estudos recentes, em 2024, essas manifestações foram ainda mais intensas, com a diminuição precoce do volume dos rios, atingindo níveis mínimos em Manaus - os mais baixos dos últimos 121 anos de profundidade (Sampaia, 2024).

As oscilações climáticas na região, intensificadas pelas expressivas interferências humanas e fatores naturais, como as características do El Niño, produziram seca ou vazante acentuada de trechos inteiros dos rios e seus afluentes, afetando milhões de

habitantes que dependem dos cursos d'água para subsistência, transporte e atividades econômicas essenciais (Louzada et al. 2019).

Sobre este assunto, Filizola (2019) reforça que o agravamento da situação decorre da combinação do fenômeno El Niño com um aquecimento excepcional do Atlântico Tropical Norte, situado acima da linha do Equador, que contribui para inibir a formação de nuvens e reduzir a precipitação pluviométrica na Amazônia. O autor considera que a estiagem na região resulta de uma interação complexa de fatores, destacando as mudanças climáticas antropogênicas e o desmatamento, queimadas, construção de rodovias, mineração, agronegócio e hidronegócio como as principais causas das secas cada vez mais extremas na Amazônia.

Muniz (2013) explica que a sazonalidade das águas é um elemento fundamental nas sociedades tradicionais, as quais estruturam suas atividades econômicas e sua vida social com base nas estações de águas altas e águas baixas. Neste sentido, remetemo-nos aos argumentos de Castro et al. (2007), que compreendem a vazante como a redução gradual do nível das águas de um rio. Quando essa diminuição ultrapassa os padrões normais, é associada a eventos como estiagem e seca. Segundo os autores, as estiagens decorrem da redução das precipitações, do atraso no início do período chuvoso ou da ausência de chuvas esperadas para uma determinada estação. A forma mais intensa e prolongada desse fenômeno é caracterizada como seca. Comparativamente, as estiagens são menos severas e de duração mais curta em relação às secas.

Todavia, conforme discutido por Fraxe, Pereira e Witkoski (2007) a dinâmica socioespacial na região Amazônica é influenciada pelo movimento dos rios em diferentes etapas do ciclo hidrológico e estruturam as condições de acessibilidade e mobilidade, influenciando a rotina e a organização socioterritorial das comunidades locais. Durante a cheia, as rotas fluviais costumam ser mais acessíveis, facilitando o transporte. No entanto, na vazante, as condições se tornam mais desafiadoras, exigindo que os moradores enfrentem percursos extensos e obstáculos naturais.

Contudo, esses eventos hidrológicos extremos têm ocorrido com intervalos cada vez mais curtos, como observado na bacia fluvial do Tarumã - Açu, município de Manaus, que no período da seca muitas

comunidades dessa região geográfica ficam sem acesso por terra, enquanto o deslocamento fluvial na vazante torna-se difícil e restrito (Costa, 2020). Vale destacar que essa situação não é exclusiva dessa localidade, pois, em grande parte da Amazônia, o transporte fluvial é essencial para o abastecimento e circulação, devido à inexistência ou precariedade das rodovias.

Embora esta pesquisa não seja a primeira em discutir a questão dos eventos extremos hidroclimáticos e seus impactos para uma comunidade localizada na bacia fluvial do rio Tarumã-Açu, este estudo apresenta uma reflexão sobre o enfretamento de eventos hidroclimáticos extremos por comunidades ribeirinhas e como o conhecimento empírico pode contribuir para fundamentar as bases científicas para a governança de riscos, em áreas de vulnerabilidade sociohidrológica. Deste modo, a pesquisa tem como objetivo principal analisar os efeitos dos eventos extremos hidroclimáticos de estiagem e seca sobre essas populações, cuja subsistência e atividades, como pesca, cultivo de alimentos e transporte, dependem exclusivamente do sistema hídrico. O estudo examina os impactos dos períodos hidrológicos de estiagem e seca nos âmbitos ambiental e social, destacando as estratégias desenvolvidas pelos moradores para lidar com as mudanças hidrológicas crítica. A pesquisa enfatiza as dificuldades enfrentadas no transporte, no acesso a recursos alimentares e na rotina escolar dos alunos e professores.

Fundamentação teórica

A Bacia do Tarumã-Açu, uma sub-bacia da vasta bacia fluvial amazônica, está situada na região central da Amazônia, posicionando-se à margem esquerda do rio Negro, a montante da cidade de Manaus (Figura 1). É composta por uma complexa rede de drenagem com corpos d'água de diferentes magnitudes, cujas nascentes estão localizadas em áreas de expansão urbana. Classificada como uma bacia de quinta ordem, tem como canal principal o rio Tarumã-Açu e é complementada por 13 afluentes. Sua área total é de 137.273 hectares, o que corresponde a cerca de 12% do território do município de Manaus, destacando-se como uma região de importância ecológica e social (COSTA et al, 2013).

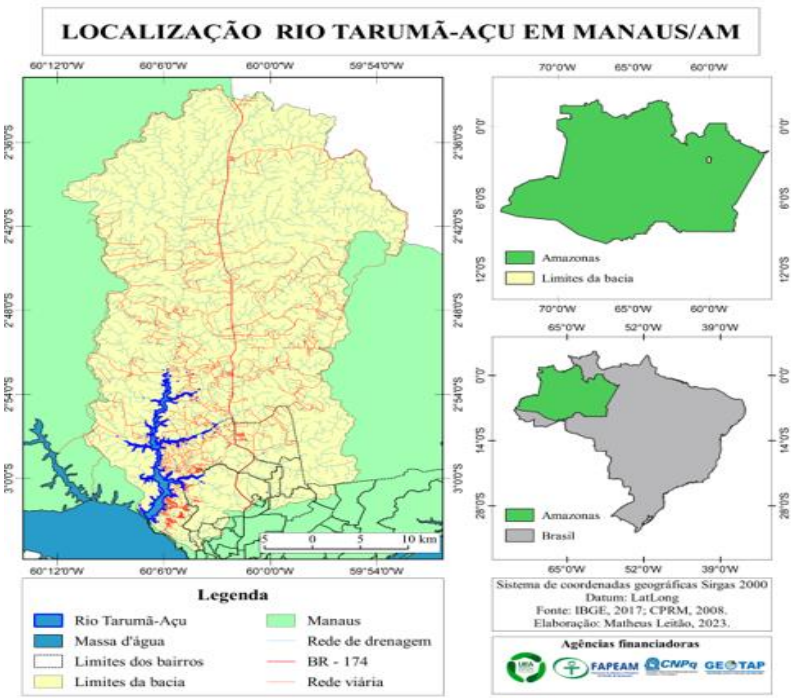
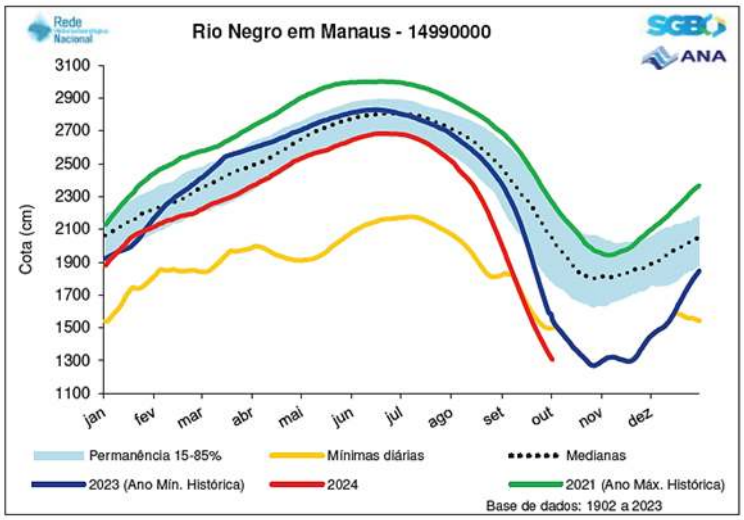


Figura 1: Mapa de localização da Bacia do Rio Tarumã-Açú-AM.

Conforme os dados do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) as principais bacias amazônicas, como as dos rios Negro e Solimões, estão enfrentando uma vazante abaixo da normalidade, caracterizando uma estiagem severa. As médias diárias de vazão, em torno de 15 centímetros, têm resultado em níveis de água alarmantemente baixos, expondo extensas áreas do leito dos rios (BRASIL).



Níveis mínimos em Manaus		
Cota atual: 1305 cm		
Ordem	Ano	Cota (cm)
1	2023	1270
2	2024	1305
3	2010	1363
4	1963	1364
5	1906	1420
6	1997	1434
7	1916	1442
8	1926	1454
9	1958	1474
10	2005	1475

Figura 2: Comportamento anual do rio Negro em Manaus entre 2021 e 2024. Fonte: Serviço Geológico do Brasil, 2024. Disponível em:https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22395/3/Guia_elaboracao_referencias_rede_ametista.pdf. Acesso em: 17/09/2024.

A figura acima apresenta o comportamento anual do nível do rio Negro em Manaus, com base em uma série histórica extensa (1902 - 2023), permitindo comparar valores atuais com padrões históricos. As figuras apresentam as cotas dos rios conforme o comportamento do processo hidrológico ao longo do tempo. Os cotagramas[1] exibem informações referentes à cota atual, às

[1] Os cotagramas são representações gráficas da variação do nível de água (cota) em um corpo hídrico (como rios, lagos ou reservatórios) ao longo do tempo. Eles são ferramentas fundamentais na hidrologia para o monitoramento de cheias (enchentes) e

máximas e mínimas diárias, às medianas e aos anos de ocorrência desses extremos, possibilitando a análise das variações no nível da água.

As curvas envoltórias, representadas pela faixa azul, delimitam os valores compreendidos entre os percentis de 15% e 85% de permanência das cotas diárias, constituindo um intervalo de referência para o comportamento considerado historicamente. A partir da Figura 2, observa-se que, quando as cotas atuais se situam fora desse intervalo, configuram-se situações hidrológicas atípicas: valores superiores indicam processos significativos de cheia, enquanto valores inferiores sinalizam vazantes acentuadas revelando um quadro intenso de eventos extremos, com implicações diretas sobre os sistemas socioambientais, educacionais e territoriais da região.

Ao comparar os dados apresentados na Figura 2, referentes ao comportamento fluviométrico do rio Negro em Manaus, com a periodização hidrológica clássica proposta por Bittencourt e Amadio (2007), Figura 3 observa-se uma convergência estrutural quanto à sazonalidade do regime hidrológico amazônico, mas também emergem diferenças significativas na intensidade e duração dos eventos extremos.

As pesquisas Bittencourt e Amadio (2007), mostram que o ciclo hidrológico da Amazônia caracteriza-se por quatro fases bem definidas enchente, cheia, vazante e seca, com o pico da cheia ocorrendo, em Manaus, geralmente no mês de junho, seguido pela vazante gradual e pelo nível mínimo das águas em novembro. Essa dinâmica reflete um padrão histórico relativamente estável, associado ao regime pluviométrico da bacia amazônica e às interações entre os grandes sistemas fluviais.

estiagens (secas), mostrando os níveis atuais, históricos, máximas, mínimas e medianas (BRASIL, 2009).

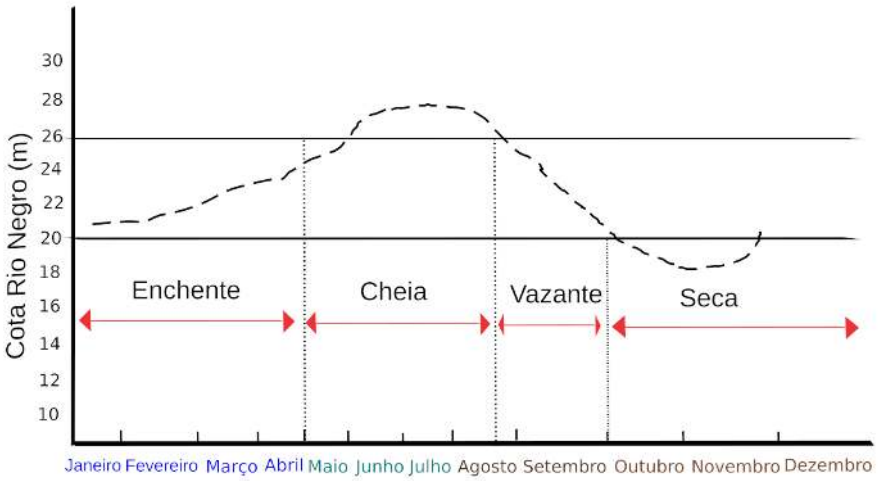


Figura 3: Períodos hidrológicos da Região Amazônica (Adapatação a partir de Bittencourt e Amadio 2007).

Nesse contexto, o recorte da realidade deste estudo abrange as comunidades ribeirinhas localizadas às margens do rio Tarumã-Açu, principal curso da Bacia fluvial do Tarumã-Açu (BFTA), bem como os efluentes oriundos da margem esquerda (igarapé do Mariano) e da margem direita (igarapés do Tiú e Caniço), Figura 4A e B. Segundo Oliveira, Mafra e Soares (2012), a ocorrência de fenômenos climáticos extremos no estado do Amazonas impacta de maneira específica as comunidades situadas às margens dos rios. Vazantes extremas e cheias que inundam as planícies aluviais inviabilizam o cultivo agrícola e restringem a mobilidade das populações ribeirinhas, dificultando o acesso a mantimentos e o recebimento de auxílio governamental em períodos críticos.



Figura 2: A. Situação do nível da água em setembro de 2023; B. Situação do nível da água em setembro de 2024. Fonte: Pantoja, 2024

Sob essa perspectiva, destacamos a pesquisa de Glória (2012) na bacia do rio Negro, que investigou o comportamento fluviométrico durante os períodos de estiagem e seca e constatou que as comunidades ribeirinhas enfrentam isolamento nesses momentos. Os deslocamentos tornam-se difíceis, pois as embarcações não conseguem navegar pelos fluviais devido à presença de obstáculos no leito do rio.

Conforme apontado por Ribeiro e Carneiro (2016) este isolamento físico afeta as condições de vida e coloca em risco a segurança das comunidades, que ficam sem acesso rápido a recursos básicos. Observa-se, nesse sentido, que o problema em questão: eventos extremos hidroclimáticos sobre as comunidades ribeirinhas da bacia do rio Tarumã-Açu, Amazônia Amazonense merece ser investigado, uma vez que variabilidade hidrológica que assolou a região Amazônica representa um retrato preocupante dos desafios climáticos enfrentados globalmente. E aos poucos, tem-se apresentado um aumento na visibilidade de pesquisas científicas sobre tais eventos na região Amazônica.

Esses estudos transcendem a análise dos impactos ambientais, concentrando-se na compreensão dos desafios

climáticos e sociohidrológicos enfrentados pela população no ambiente natural. Essas investigações são fundamentais para entender como as comunidades locais lidam com cenários climático-hidrológicos, explorando questões como a mobilidade fluvial, a segurança alimentar e o acesso à educação. Por meio de uma abordagem interdisciplinar, essas pesquisas oferecem "*insights*" valiosos sobre a resiliência das populações ribeirinhas diante de um cenário em constante mudanças climáticas.

Exemplo dessas publicações pode ser acessada quando Glória (2012) investiga o regime hidrométrico da Bacia do Tarumã-Mirim, focando produzir subsídios científicos, para adequar o calendário das escolas do campo no contexto ribeirinho, localizadas na referida bacia e assim, oferecer melhores condições de acesso pelos discentes e docentes; Muniz (2013) discutiu os efeitos dos eventos extremos sobre as comunidades ribeirinhas do rio Madeira, principal afluente do rio Amazonas; Ribeiro e Carneiro (2016) discutem a dinâmica da enchente e vazante, os impactos socioambientais e a intervenção das políticas públicas, especificamente no município de Barreirinha, situado no Baixo Amazonas; Oliveira, Mafra, Soares (2012) analisaram os eventos climáticos extremos na Amazônia e suas implicações no município de Manaquiri (AM) localizada no rio Jaraqui, na Mesorregião Centro-Amazonense do Estado do Amazonas; Santos e Costa (2020) abordaram o processo de adaptabilidade ribeirinha diante das variações de seca e cheia do lago Jenipapo, localizado no município de Manicoré/AM, margem direita do rio Madeira.

Metodologia

O processo de construção da pesquisa científica, em qualquer nível ou área das ciências sejam elas puras, aplicadas, naturais, humanas ou outras, deve seguir um percurso sistemático, orientado por escolhas metodológicas bem definidas (GATTI, 2012). Partindo desse pressuposto, esta investigação, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza teórico-conceitual e bibliográfica, orientada pelo método fenomenológico. E é sob esse marco epistêmico, teórico e metodológico buscou-se compreender as variabilidades climáticas

e hidrológicas, seus efeitos no modo de vida dos ribeirinhos e as formas como eles lidam com esses eventos.

Quanto aos procedimentos de coleta de dados, esta etapa da pesquisa foi desenvolvida por meio da realização de entrevistas livres e da aplicação de questionários semiestruturados, os quais se constituíram como os principais instrumentos de coleta de dados empíricos. Tais procedimentos possibilitaram a obtenção de dados a partir de fontes secundárias, fundamentadas no registro oral da população ribeirinha.

Considerando os procedimentos de coleta de dados e a abordagem metodológica adotados, o escopo para a análise e interpretação dos dados abrangeram desde obras que abordaram a incidência de eventos extremos na Amazônia nos últimos anos, até trabalhos científicos que forneceram dados empíricos e discussões teóricas relevantes, especialmente sobre os desafios climáticos e hidrológicos da região.

Para fundamentar esse levantamento bibliográfico, foi essencial consultar fontes confiáveis que fornecem dados sobre a variabilidade hidrológica e as tendências climáticas. Instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) produzem regularmente estudos e relatórios relevantes sobre o tema. Além disso, organizações não governamentais e universidades que desenvolvem pesquisas na região amazônica disponibilizam informações relevantes acerca da periodicidade das águas e de seus impactos nas comunidades ribeirinhas.

Com base nessas análises, focamos nos efeitos causados pelos eventos extremos hidroclimáticos como estiagem e seca extremas nos sistemas socioecológicos ribeirinhos como objeto de pesquisa, identificando as adaptações e as medidas adotadas pela população local em resposta ao comportamento do regime fluviométrico da bacia. Para alcançar esse entendimento, foram analisados quatro aspectos principais: os impactos do regime hidrológico no deslocamento de embarcações e pessoas; os prejuízos pedagógicos aos estudantes e professores ribeirinhos da rede pública municipal; os impactos econômicos a população afetada; e as estratégias adotadas para lidar com a redução dos níveis fluviais.

Nesse sentido, foi dada ênfase a pesquisadores da região Amazônica ou àqueles que estudam a temática em questão, com produções relevantes e reconhecidas. Esses trabalhos forneceram uma base teórica sólida e contextualizada, possibilitando uma compreensão aprofundada das dinâmicas climáticas e dos períodos hidrológicos que vivenciados pelas comunidades no território ribeirinho.

A partir dessa perspectiva, foram estabelecidos os seguintes questionamentos norteadores: De que maneira a redução do nível das águas impactou o acesso a recursos hídricos essenciais, como água potável e pesca? Como as variações nos níveis dos rios afetaram o transporte fluvial e a mobilidade? De que forma a educação e a aprendizagem foram influenciadas pelos períodos hidrológicos de estiagem e seca? Quais adaptações e estratégias foram desenvolvidas pelos ribeirinhos para enfrentar a diminuição do nível fluvial da bacia do Tarumã-Açu (BFTA)?

O trabalho de campo foi realizado entre os dias 20 e 30 de agosto de 2024 nas seguintes comunidades da BFTA: Comunidade Nova Esperança (Igarapé do Tiú), Jeferson Peres (rio Tarumã-Açu), Santa Maria (Igarapé do Mariano), São Pedro (igarapé do Caniço), São Sebastião (rio Tarumã-Açu) e Nossa Senhora de Auxiliadora (rio Tarumã-Açu).

Para alcançar os objetivos propostos, foi estudada uma amostra composta por 15 indivíduos, representada por diferentes perfis, como catraieiros, agricultores, professores, estudantes, trabalhadores da indústria naval, donos de casas flutuantes, extrativistas e pescadores. Em seus depoimentos, esses participantes relataram as dificuldades enfrentadas durante as variações dos períodos hidrológicos de estiagem e seca, que formam o ciclo hidrológico do rio. Os critérios para a seleção dos participantes foram: (1) residirem, principalmente, nas cabeceiras e igarapés mais distantes; (2) serem estudantes ou professores que utilizam transporte escolar fluvial para realizar seus trajetos; e (3) demonstraram disponibilidade para colaborar com a pesquisa.

Nas entrevistas, o questionário foi dividido em eixos temáticos, contemplando: experiências relacionadas a eventos hidroclimáticos extremos; desafios associados à saúde e à

segurança; estratégias de adaptação e mitigação; flexibilidade curricular; e questões referentes ao transporte e à logística.

Resultados e discussão

A partir da coleta dos dados empíricos reafirmamos a influência do comportamento hidrológico na organização socioterritorial das comunidades ribeirinhas localizadas ao longo do rio Tarumã e afluentes dessa bacia. Identificamos que os efeitos dos eventos climáticos e hidrológicos, como a estiagem e a vazante dos rios intensificou o isolamento dessas áreas, agravando as dificuldades de mobilidade e acesso a recursos e serviços essenciais, tanto ambientais quanto alimentares relacionados aos ciclos reprodutivos e o crescimento dos peixes (Siqueira-Souza et al. 2024).

Considerando as entrevistas em campo com a população residente, constatou-se que a circulação de pessoas e as mudanças nas rotas de transporte representaram os principais desafios enfrentados pelos ribeirinhos para lidar com redução demasiada das cotas fluviométricas e da precipitação pluviométrica. Devido à baixa profundidade dos rios, o tempo de viagem aumentou consideravelmente, e, segundo os relatos dos comunitários, houve diversos registros de embarcações encalhadas em bancos de areia ou áreas rasas no rio Tarumã e seus afluentes.

Essas comunidades tradicionais ribeirinhas, que dependem exclusivamente do sistema fluvial para diversas atividades como o transporte de pessoas, produtos e serviços, bem como o acesso à educação, foram severamente afetadas pelas mudanças hidrológicas extremas. A interrupção das rotas habituais de navegação dificultou o deslocamento de moradores e o transporte de mantimentos, atendimento médico e insumos necessários para a subsistência, como documentado por Eloi et al. 2025.

Os bancos de areia e lama, formados pela redução da cota fluvial da bacia do rio Tarumã-Açu durante a seca, mudaram significativamente a paisagem na bacia do rio Tarumã – Açu (Figura 5A.). As condicionantes naturais dificultaram a circulação das embarcações e, em muitos casos, bloquearam as vias fluviais habitualmente usadas como rotas pelas embarcações que singram

pelos rios cabeceiras e igarapés da bacia, tornando a busca por rotas seguras um desafio diário para a população ribeirinha como observado na Figura 5B.



Figura 3: A. Os bancos de areia e lama, formados pela queda do nível das águas do rio Tarumã-Acu. B. Ribeirinhos manuseando embarcação encalhada no rio Tarumã – Acu.

De acordo com a pesquisa de campo os prejuízos materiais decorrentes do encalhamento abarcaram: danos à estrutura do motor, perda de peças no rio e problemas mecânicos, o que aumentou a insegurança durante os trajetos. Esses incidentes geraram custos adicionais para as famílias ribeirinhas, que já convivem com limitações financeiras e dependem das embarcações tanto como principal meio de transporte quanto como fonte de renda, a exemplo dos catraieiros.

No rio Negro, a travessia com catraias é um elemento marcante da paisagem ribeirinha, sobretudo na bacia do rio Tarumã - Açu, onde essa prática gera emprego e renda para a população local. Os catraieiros, profissionais que realizam o transporte de pessoas e mercadorias em pequenas embarcações, equipadas com motor de popa, muitas vezes são os únicos responsáveis por manter a integração entre as comunidades, a cidade e o resto da região. O público que depende desse modal fluvial é bastante diversificado,

inclui professores, estudantes, comerciantes, trabalhadores da indústria naval, do setor de hotelaria e turismo, além de pescadores, agricultores e moradores das margens do rio Tarumã - Açu e afluentes. Esses usuários recorrem aos serviços dos catraieiros para deslocamentos relacionados ao trabalho, escola, lazer e acesso a serviços essenciais na cidade, como saúde, bancos, lojas e supermercados (Figura 6A e 6B).



Figura 4: A. Catraias "estacionadas" no rio Tarumã-Açu; B. Local temporário de embarque e desembarque utilizado pelos ribeirinhos da Comunidade Jeferson Perez. Fonte, Pantoja, 2024.

No entanto, as condições hidrológicas interromperam integralmente e/ou dificultaram as operações das catraias. Esse impacto é ainda mais acentuado pela falta de outras opções de transporte, tornando o serviço de catraia essencial para a mobilidade nas comunidades ribeirinhas.

Além do aumento das despesas, a redução da navegabilidade durante o período de seca extrema provocou a diminuição da frequência das travessias e do número de passageiros transportados por dia, comprometendo a principal fonte de sustento desses trabalhadores. Muitos catraieiros relataram que, em razão das águas

rasas e da formação de bancos de areia, algumas rotas deixaram de ser percorridas, enquanto outras passaram a demandar mais tempo e consumo de combustível, tornando o serviço economicamente menos viável.

Esse cenário é evidenciado no relato de um catraieiro da Comunidade Senador Jefferson Peres, no rio Tarumã, que reverbera os efeitos da seca extrema sobre o trabalho e a renda:

> "Antes a gente fazia várias viagens no dia. Agora não dá mais. O motor sofre muito, a catraia encalha, quebra peça, e o dinheiro que entra mal dá para consertar. Tem dia que a gente trabalha só para pagar o prejuízo" (A. S, catraieiro, Comunidade Senador Jefferson Peres, rio Tarumã, set. 2024).

Com os baixos níveis dos rios e as comunidades ribeirinhas se viram obrigadas a adotar diversas medidas adaptativas para ajustar a navegação às condições do comportamento fluvial. Uma das principais estratégias foi a redução na quantidade de mercadorias transportadas por viagem. Devido ao baixo nível fluviométrico, limitar a carga tornou-se indispensável para evitar que as embarcações encalhassem em bancos de areia ou em trechos mais rasos, garantindo, assim, a segurança e a viabilidade do transporte fluvial.

Outra adaptação importante envolveu a alteração das rotas de navegação. Em consequência das águas mais rasas e o surgimento de bancos de areia, as rotas precisaram ser ajustadas, o que geralmente resultou no aumento do tempo de viagem e consumo de combustível. Essa medida, amplamente relatada pelos comunitários, foi adotada para preservar a segurança dos passageiros e a estrutura das embarcações. Nesse sentido, o ajuste das rotas exigiu um conhecimento detalhado do novo comportamento do canal fluvial, o que tornou a navegação mais desafiadora e condicionada a experiências empíricas dos ribeirinhos.

Em razão do aumento dos riscos de danos graves aos motores e estruturas, sobretudo danos ao casco e ao motor, os comunitários reforçaram os cuidados preventivos para que as embarcações

estivessem em condições de enfrentar os obstáculos do trajeto. Em situações críticas, o uso de embarcações alternativas ou modificadas mostrou-se uma solução prática. Algumas embarcações mais leves ou adaptadas para águas rasas foram utilizadas para contornar áreas mais complicadas no leito do rio. Outra ação tomada pela população local, identificada na pesquisa de campo foi a modificação dos pontos de embarque e desembarque. As mudanças no nível da água "forçou" a criação de portos temporários e improvisados em trechos que ainda permitiam alguma profundidade.

Ademais, a redução da capacidade de transporte de passageiros foi uma medida amplamente destacada pela população ribeirinha. Para garantir a segurança das viagens e evitar o sobrepeso nas embarcações, tornou-se necessário diminuir o número de passageiros por viagem. Essa estratégia mitigadora foi fundamental para minimizar os riscos de encalhes e danos às estruturas das embarcações, especialmente em trechos críticos de águas rasas e bancos de areia. Entretanto, essa adaptação teve impactos diretos na rotina das comunidades, reduzindo a intensidade do fluxo de pessoas pelo rio Tarumã e seus afluentes. Viagens mais demoradas e a limitação de passageiros aumentaram o tempo de espera e dificultaram o deslocamento para atividades essenciais, como trabalho, estudos e acesso a serviços básicos.

As condições hidrológicas extremas, conforme relatado pelos moradores, também gerou impactos na alimentação e na economia local (Figura 7A e 7B). No aspecto alimentar, os efeitos foram particularmente sentidos na pesca e na produção agrícola. A diminuição da cobertura hídrica na bacia, reduziu a disponibilidade de peixes, afetando uma das principais fontes de proteína e renda para as comunidades ribeirinhas.

Além disso, as alterações nas condições do solo dificultaram o cultivo de alimentos básicos, prejudicando a produção de hortaliças, frutas e outras culturas. Esses produtos são fundamentais tanto para o consumo próprio quanto para a complementação da renda das comunidades ribeirinhas. Esse cenário intensificou a insegurança alimentar e a dependência da compra de gêneros alimentícios, conforme evidenciado no relato a seguir.

> "Antes a gente pescava perto de casa e sempre tinha peixe para comer e para vender. Agora o rio

está muito seco, os peixes sumiram e a gente passa o dia inteiro e volta quase sem nada. Tem dia que falta peixe até para o almoço. A roça também não produz como antes, porque a terra está seca e dura. A gente acaba dependendo de comprar comida, mas nem sempre tem dinheiro para isso." (R. S de A. Moradora, Comunidade São Pedro, igarapé do Caniço, rio Tarumã-Açu, set. 2024).



Figura 5: Moradia flutuante isolada no lago seco; B. Estabelecimentos comerciais flutuantes encalhados no leito lamacento do rio Tarumã – Açu. Fonte: Pantoja, 2024.

No entanto, no ponto de vista econômico, muitos moradores precisaram adequar suas atividades ou modificar seus métodos de trabalho para lidar com a redução da superfície de água. Houve relatos de prejuízos na criação de animais e perdas de empregos formais. Alguns moradores destacaram que perderam empregos assalariados, devido ao fechamento temporário de restaurantes e estabelecimentos comerciais locais. A restrição de acesso às comunidades e a diminuição/restrição do fluxo de mercadorias e clientes fizeram com que os proprietários desses negócios optassem por interromper suas atividades, agravando a situação econômica da região.

Os prejuízos sociais e de saúde enfrentados pelos ribeirinhos durante a seca foram expressivos e multifacetados. Na área da saúde, as condições precárias de saneamento e as restrições de acesso à água potável agravaram a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e problemas relacionados à desnutrição. De igual

modo, muitos moradores relataram que a falta de água potável se tornou um problema crítico, impactando tanto o consumo diário quanto a produção de alimentos.

As pesquisas de Zeng (2008) dialogam no sentido de que a efeitos adversos do clima propiciaram um ambiente favorável a doenças respiratórias. No contexto amazônico, as queimadas na região Amazônica, uma prática muitas vezes utilizada na limpeza de áreas para cultivo ou pastagem, agravaram ainda mais a situação. A fumaça e a poluição do ar resultantes dessas atividades colaboraram para problemas respiratórios, sobretudo entre crianças e idosos, que são mais vulneráveis.

No acesso à educação o comportamento hidrológico, trouxe consequências, principalmente para a circulação do transporte escolar fluvial, resultando em um aumento no tempo de deslocamento até a escola e na baixa frequência escolar. De modo geral, no contexto educacional o tempo e o esforço físico exigidos para chegar à escola intensificaram os sentimentos de cansaço e estresse, sobretudo porque os trajetos envolviam longas caminhadas e exposição a condições climáticas extremas, como o sol intenso e o calor excessivo (Figura 8A e 8B). Devido a diminuição do nível da água, os rios se transformaram em extensas áreas lamacentas (leito do rio), obrigando alunos e professores a percorrerem terrenos acidentados antes da paralisação das aulas presenciais. Essa combinação de fatores, além de comprometer a saúde dos alunos e professores, interferiu no desempenho escolar e o interesse para frequentar as aulas.



Figura 6: A. Trajeto realizado por estudantes ribeirinhos no leito seco; B. Estudantes ribeirinhos em uma extensa área lamacenta.

A afirmação de que as comunidades ribeirinhas da bacia do rio Tarumã-Açu foram severamente afetadas por mudanças hidrológicas extremas encontra respaldo empírico tanto nos dados hidrológicos apresentados nos cotagramas quanto nos relatos orais coletados durante o trabalho de campo. Os gráficos de cota fluviométrica (Figuras 2 e 3) evidenciam que, nos anos recentes, especialmente em 2023 e 2024, os níveis do rio se mantiveram persistentemente abaixo da mediana histórica, aproximando-se ou ultrapassando o limite inferior da faixa de permanência (percentis de 15%), o que caracteriza hidrologicamente um evento de seca extrema.

Esse comportamento anômalo do regime hidrológico se materializa no território por meio de alterações profundas na navegabilidade dos rios e igarapés, conforme relatado pela população ribeirinha. As entrevistas revelam que a redução das cotas fluviométricas inviabilizou o deslocamento fluvial contínuo, obrigando alunos, professores e demais moradores a combinarem trajetos por embarcação com longos percursos a pé sobre leitos expostos, áreas lamacentas e terrenos instáveis.

O relato do estudante da Comunidade Indígena Karapanã explicita essa condição:

> "As dificuldades só aumentam. Temos que tomar cuidado ao caminhar, caso contrário, podemos

> tropeçar em raízes, cair na lama e nos machucar. Saímos de casa bem cedo, atravessamos o rio de lancha, mas a embarcação para e precisamos caminhar bastante, pois a escola é muito distante" (Estudante P. P. S., Comunidade indígena Karapanã – igarapé do Mariano, set. 2024), Figura 8A e 8B.

Esse depoimento corrobora diretamente os dados hidrológicos, uma vez que a interrupção da navegação está associada à baixa profundidade dos canais fluviais, observada nos gráficos como consequência da seca prolongada. A dificuldade de circulação não se restringe ao deslocamento estudantil, estendendo-se às rotinas de trabalho docente, como evidencia o relato da professora da Escola Paula Aliomar Ribeiro Beltrão:

> "O horário de trabalho continua o mesmo; as dificuldades só aumentam a cada dia; e por conta disso a Semed sabe que esse fenômeno acontece nos últimos anos e ainda assim mantém sua rotina; lembrando que professores e alunos passarão a caminhar embaixo desse sol de quase 40° graus" (Professora M. S. C – Escola Paula Aliomar Ribeiro Beltrão, rio Tarumã – Açu, set. 2024).

Esse testemunho revela que o evento extremo não se manifesta apenas como uma variação hidrológica, mas como um processo de resiliência, no qual a seca extrema amplia o desgaste físico, o tempo de deslocamento e a exposição a condições climáticas severas, como o calor excessivo, intensificando situações de vulnerabilidade socioambiental.

Ainda no campo educacional, a redução do nível dos rios comprometeu a regularidade do transporte escolar fluvial, afetando especialmente os estudantes do turno vespertino, conforme relatado:

> "Durante o período da estiagem, creio que deveria ser implementado somente um horário único de aula para todas as turmas, visto que os alunos do turno vespertino ficam no prejuízo, já que as aulas da tarde têm o seu período reduzido, devido ao tempo a mais que eles levam para se chegar a

> escola" (Professora E. G – Escola Paulo César da Silva Nonato, Igarapé do Tiú, rio Tarumã – Açu, set. 2024).

Esse dado empírico dialoga diretamente com os registros gráficos de vazante prolongada, demonstrando que o evento hidrológico extremo interfere na organização do tempo escolar, na frequência às aulas e no direito à educação, sobretudo em territórios cuja mobilidade depende quase exclusivamente do sistema fluvial.



Figura 7: A. Professores caminhando em meio a obstáculos naturais e condições adversas.do terreno; B. Embarcação com professores encalhada no rio Tarumã-Açu.

Dessa forma, o cruzamento entre os dados hidrológicos objetivos (cotas historicamente baixas, fora do intervalo de normalidade) e os relatos orais da população ribeirinha confirma que a seca observada na bacia do rio Tarumã-Açu configura-se como um evento hidroclimático extremo, cujos efeitos extrapolam o campo ambiental e se expressam nas dimensões sociais, territoriais e educacionais. Os resultados evidenciam que a dependência estrutural do sistema fluvial transforma a variabilidade hidrológica extrema em um fator central de desorganização da vida cotidiana e das territorialidades ribeirinhas.

Contudo, as consequências da variabilidade do regime hidrológico, intensificada por eventos hidroclimáticos relacionados com as mudanças climáticas antropogênicas (MARENGO, 2007),

exigem resiliência e adaptação das sociedades ribeirinhas diante dos eventos extremos na bacia Hidrográfica do rio Tarumã- Açu, cuja sobrevivência material e imaterial está profundamente vinculada aos ciclos naturais caracterizados pela abundância ou escassez de água. E, também, de acordo com Castro et al. 2024 esse quadro só poderá ser mudado quando houve a manutenção do equilíbrio socioambiental por meio do respeito aos saberes tradicionais do campo em favor da conservação das águas, da fauna e da flora.

Conclusão

Conclui-se que os eventos hidroclimáticos extremos, especialmente a estiagem e a seca severa, exercem influência significativa sobre os sistemas socioecológicos das populações ribeirinhas da bacia do rio Tarumã-Açu. Os resultados obtidos apontam que o comportamento hidrológico recente, marcado por vazantes acentuadas e períodos prolongados de seca, tem provocado impactos diretos nas dinâmicas territoriais e nas condições de vida dessas comunidades.

Entre as principais consequências identificadas destacam-se as dificuldades de transporte fluvial, a redução das atividades de subsistência tradicional, os prejuízos ao emprego e à geração de renda, os impactos sobre a saúde da população ribeirinha e o aumento do tempo de deslocamento, comprometendo, inclusive, o acesso às escolas ribeirinhas. Esses efeitos revelam a forte dependência das comunidades em relação ao regime hidrológico e a centralidade do rio como elemento estruturante do território.

Os dados analisados demonstram ainda que a intensificação dos eventos hidroclimáticos extremos não podem ser compreendidas de forma dissociada do modelo econômico hegemônico (relações capitalistas) que se consolida na região amazônica. A expansão do agronegócio, do hidronegócio e do minero-negócio, baseada na apropriação privada de recursos naturais como terra, água, jazidas minerais e biodiversidade aprofunda processos de degradação ambiental e fragiliza as territorialidades ribeirinhas, ampliando situações de vulnerabilidade socioambiental.

Nesse contexto, os rios não devem ser interpretados e explicados como agentes causadores dos impactos, mas como

componentes de um ciclo hidrológico cada vez mais sensível às mudanças climáticas de origem antropogênica. As anomalias climáticas recentes afetam a recarga das nascentes de rios de regime pluvial, como o Tarumã-Açu, alterando seus padrões de vazante e seca e evidenciando os efeitos materiais das mudanças ambientais globais sobre os territórios ribeirinhos.

Dessa forma, o estudo reafirma a importância de compreender os rios amazônicos como elementos sociais, geomorfológicos, culturais e geográficos fundamentais para a reprodução da vida ribeirinha. Tal compreensão é indispensável para a formulação de políticas públicas e estratégias de adaptação que reconheçam as especificidades territoriais dessas comunidades e enfrentem, de maneira estrutural, os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelos modelos de desenvolvimento em curso na Amazônia.

Referências

BRASIL. Inventário das Estações Fluviométricas. Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília: ANA; SGH, 2009.

ALBERT, JAMES & VAL, PEDRO & HOORN, C. (2018). The changing course of the Amazon River in the Neogene: center stage for Neotropical diversification. Neotropical Ichthyology. 16. 10.1590/1982-0224-20180033.

BITTENCOURT, M. M; AMADIO, S. A. Proposta para identificação rápida dos períodos hidrológicos em áreas de várzea do rio Solimões-Amazonas nas proximidades de Manaus. Acta Amazonica. v. 2, n. 37, p. 303 – 308, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/csNysKwCPhtHkfTLMzCMjRs/?lang=pt. Acesso em: 10 set. 2024.

CASTRO, A. L. C.; CALHEIROS, L. B. CUNHA, M. I. R.; BRINGEL, M. L. N. C. Manual de Desastres: Desastres Naturais. Brasília: Ministério de Integração Nacional, 2007. 182 p. Disponível em: www.defesacivil.gov.br/glossario/ Acesso em: 08/01/2024.

CASTRO, F. J; AMARAL; HERRERA, J. A. José. Notas teóricas sobre o urbano amazônico e as cidades ribeirinhas da Amazônia. 2024. Dossiê Amazônia.

CHAMY, MICHEL & MELO, ESTEPHANNY & PRAIA, ANDRIA. (2025). Influência do ciclo hidrológico dos rios Amazônicos nas condições de balneabilidade das praias de Coari, Amazonas, Brasil. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES. 18. e17427. 10.55905/revconv.18n.4-344.

COSTA, E. B. S.; SILVA, C. L.; SILVA, M. L. Caracterização física de bacias hidrográficas na região de Manaus – AM. Caminhos de Geografia, Uberlândia v. 14, n. 46, p. 93–100, 2013.

COSTA, JAMERSON SOUZA. Bacia hidrográfica do Tarumã-Açú: transformações antrópicas e qualidade da água. Universidade Estadual do Amazonas (UEA), 1ª Ed. 2020.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Boletim de Alerta Hidrológico da Bacia do Amazonas. Brasília: CPRM, 2024. 16 p. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22395/3/Guia_elaboracao_referencias_rede_ametista.pdf. Acesso em: 17 set. 2024.

ELOI, RAYLIiNNE & TORQUATO, SUZIANE & LOPES, AMANDA. (2025). Impacts of historic drought: food availability at the Coari-Amazonas rural producers's fair. Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente. 10. 282-297. 10.17564/2316-3798.2025v10n1p282-297.

FRAXE, T. J. P.; Pereira, H. S.; Witkoski, A. C. Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais. Manaus: EDUA, 2007.

FILIZOLA, N. et al. Cheias e secas na Amazônia: breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do globo. T&C Amazônia, v. 4, n. 9, p. 42-49, 2006. Disponível em: https://riu.ufam.edu.br/bitstream/prefix/2653.pdf. Acesso em: 26 agost. 2024.

GATTI, B. A. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. RBPAE.v.28, nº.1, p.13-34, jan/abr. 2012.

GLÓRIA, S. A. Estudos hidrológicos como subsídio para a melhoria do acesso dos alunos do ensino fundamental às escolas ribeirinhas na bacia do Tarumã-Mirim - Manaus/AM. 2012. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2012.

LEITÃO, M. de V. L; WACHHOLZ, Flávio; DESCOVI, F; LEÔNIDAS, L. V. Qualidade da água superficial do Rio Tarumã-Açu/Amazonas, Brasil. Revista Presença Geográfica, v. 10, n. 1, p.124-139, 2023. Disponível em: https://periodicos.unir.br/index.php/RPGeo/article/download/7317/1527/29416. Acesso em: 19 set. 2024.

LIANG, YC., LO, MH., LAN, CW. et al. Amplified seasonal cycle in hydroclimate over the Amazon river basin and its plume region. Nat Commun 11, 4390 (2020). https://doi.org/10.1038/s41467-020-18187-0.

LIRA, T. M., & CHAVES, M. P. S. R. (2016). Comunidades ribeirinhas na Amazônia: organização sociocultural e política. Interações (Campo Grande), 17(1), 66-76.

LOUZADA, CAMILA. (2019). Impacto dos eventos enos (El Niño e la Niña) na agricultura familiar no Estado do Amazonas. Formação (Online). 26. 10.33081/formacao.v26i49.5939.

MARENGO, JA Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade - caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. v.1, p.214.

MOREIRA, DANIEL & PAPA, FABRICE & FASSONI-ANDRADE, ALICE & FLIECHMANN, AYAN & WONGCHUIG, Sly & CAUDURO DIAS DE PAIVA, RODRIGO & PARIS, Adrien & Frappart, Frédéric & Melo, Jefferson & Crétaux, Jean-Francois & dos Santos, Andre & Garambois, pierre-andre & Kitambo, Benjamin & Calmant, Stéphane. (2025). Widespread and Exceptional Reduction in River Water Levels Across the Amazon Basin During the 2023 Extreme Drought Revealed by Satellite Altimetry and SWOT. Geophysical Research Letters. 52. 10.1029/2025GL116180.

MUNIZ, L. S. Análise dos Padrões Fluviométricos da Bacia do Rio Madeira – Brasil. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2013.

NETO, THIAGO. (2024). Território e circulação na Amazônia contemporânea: fluxos, redes e sazonalidades. Revista Geopolítica Transfronteiriça, v. 8, nº 2, 2024, pp. 73-101 ISSN: 2527-2349.

OLIVEIRA, Valter Paulo de; MAFRA, Marcela Vieira Pereira; SOARES, Ana Paulina Aguiar. Eventos climáticos extremos na Amazônia e suas implicações

no Município de Manaquiri (AM). Revista Geonorte, v. 1, n. 5, p. 977-987. 2012. Disponível em: https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/issue/view/682. Acesso em: 19 set. 2024.

RIBEIRO, P. A.; CARNEIRO, K. K. C. A dinâmica da enchente e vazante no município de Barreirinha/AM: impactos socioambientais e a intervenção das políticas públicas. Revista Eletrônica Mutações, Ufam/Icsez, s.v, s.n, p. 114-127, jan./jun. 2016. Disponível em: https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/relem. Acesso em: 26 agost. 2024.

SANTOS, D. I. P dos. COSTA, F. S. Adaptabilidade ribeirinha diante das variações de seca e cheia do Lago Jenipapo (Manicoré/AM). Revista Terceira Margem Amazônia, v. 6, n.15, p. 103-113, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.36882/2525-4812.2020v6i15p103-113. Acesso em: 19 set. 2024.

SIQUEIRA-SOUZA, FLÁVIA & DEUS, CLÁUDIA & AMADIO, SIDINÉIA & BORBA GABRIEL & FREITAS, CARLOS & MATOS, OCTAVIO & FEREZIM MORALES, BRUNO & RASEIRA, MARCELO & ROPKE, CRISTHIANA & SHIBUYA, AKEMI & ESTUPINAN, GUILLERMO & ZUANON, JASEN. (2024). Secas extremas podem impactar a pesca na Amazônia.
SHE, XIAOJUN & Li, YAO & JIAO, WENZHE & SUN, YUANHENG & NI, XIANGNAN & ZUO, ZHENPENG & KNYAZIKHIN, YURI & MYNENI, RANGA. (2024). Varied responses of Amazon forests to the droughts inferred from multi-source satellite data. Agricultural and Forest Meteorology. 353. 110051. 10.1016/j.agrformet.2024.110051.

STERNBERG, H.O.R. A água e o homem na várzea do Careiro. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1998. 330 p.

VILLELA, Fábio Fernandes. Comunidades tradicionais e preconceito: subsídios para a formação de professores. Contrapontos [online]. 2016, vol.16, n.1, pp.78-97

ZENG, N. et al. **Causas e impactos da seca amazônica de 2005**. Environ. Res. Lett. , v.3, 2008.