

**VARIABILIDADE
HIDROLÓGICA DO RIO
AMAZONAS EM PARINTINS:
ANÁLISE DE EVENTOS
EXTREMOS E SEUS
IMPACTOS
SOCIOECONÔMICOS E
AMBIENTAIS**

**HYDROLOGICAL VARIABILITY OF THE AMAZON RIVER IN PARINTINS:
ANALYSIS OF EXTREME EVENTS AND THEIR SOCIOECONOMIC AND
ENVIRONMENTAL IMPACTS**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Sociais Aplicadas • 02/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/788116995](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/788116995)

Rafael Araújo de Amaral¹

Marcio Fernando Prado de Oliveira²

Rafael Jovito Souza³

Joecila Santos da Silva⁴

RESUMO

Este artigo analisa o regime hidrológico do rio Amazonas em Parintins, Amazonas, com foco na identificação de eventos extremos e em seus impactos sobre as dinâmicas socioeconômicas e ambientais locais. A variabilidade hidrológica afeta a segurança hídrica, a navegabilidade e os ecossistemas da região. O estudo utilizou dados históricos de cotas da estação fluviométrica de Parintins, referentes ao período de 1993 a 2023, e ferramentas gráficas para caracterizar o cotograma anual, a ocorrência dos picos de cheia e estiagem e as cotas máximas e mínimas anuais. Os resultados evidenciam extremos hidrológicos expressivos, com máxima histórica de 947 cm em 2021 e mínima de -218 cm em 2023, além de repercussões potenciais sobre os ecossistemas, a conectividade aquática, o transporte fluvial e as comunidades dependentes do rio. Conclui-se que a intensificação dos extremos reforça a necessidade de planejamento adaptativo, monitoramento contínuo e estratégias de gestão hídrica voltadas à segurança ambiental e socioeconômica.

Palavras-chave: regime hidrológico; eventos extremos; gestão hídrica.

ABSTRACT

This article analyzes the hydrological regime of the Amazon River in Parintins, Amazonas, focusing on the identification of extreme events and their impacts on local socioeconomic and environmental dynamics. Hydrological variability affects water security, navigability, and regional ecosystems. The study used historical water-level data from the Parintins gauging station for the period from 1993 to 2023 and graphical tools to characterize the annual hydrograph, the occurrence of flood and drought peaks, and annual maximum and minimum water levels. The results show marked hydrological

extremes, including a historical maximum of 947 cm in 2021 and a minimum of -218 cm in 2023, as well as potential effects on ecosystems, aquatic connectivity, river transportation, and river-dependent communities. The findings indicate that the intensification of extremes reinforces the need for adaptive planning, continuous monitoring, and water-management strategies aimed at environmental and socioeconomic security.

Keywords: hydrological regime; extreme events; water management.

1. INTRODUÇÃO

O rio Amazonas, maior rio do mundo em volume de água, desempenha papel central na dinâmica ambiental, econômica e social da região amazônica. Em Parintins, no estado do Amazonas, sua influência é particularmente significativa, moldando os ecossistemas locais e diferentes atividades humanas.

A variabilidade hidrológica do rio Amazonas, caracterizada por cheias e estiagens sazonais, tem se intensificado em um contexto de mudanças climáticas globais e pressões antrópicas, ampliando a incerteza quanto à previsibilidade e à intensidade dos eventos extremos. Essas variações afetam diretamente a segurança hídrica, a navegabilidade fluvial e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, além de repercutirem nos modos de vida das comunidades locais historicamente vinculadas às águas para subsistência, exploração de recursos e deslocamento fluvial (Queiroz et al., 2018).

Fabré e Alonso (1998) afirmam que os componentes bioecológicos, sociais e econômicos da Amazônia formam um tripé fundamental

que orienta as formas de uso dos recursos naturais. O conhecimento e a avaliação desses elementos são essenciais para compreender como as populações amazônicas, especialmente os ribeirinhos que habitam as margens de rios e lagos, utilizam os recursos aquáticos, com destaque para os recursos pesqueiros.

Nas últimas décadas, a Amazônia tem enfrentado secas mais intensas e frequentes, acompanhando tendências globais de aquecimento. Entre 1949 e 2017, a temperatura média da região aumentou entre 0,6 e 0,7 °C, e os anos mais recentes apresentaram algumas das maiores temperaturas observadas desde meados do século XX (Marengo; Souza, 2018). Nesse contexto, este estudo analisa o regime hidrológico do rio Amazonas em Parintins, com foco na identificação de padrões sazonais e de eventos extremos de cheias e estiagens.

A identificação dos impactos ambientais das flutuações hidrológicas e de suas repercussões sobre as dinâmicas socioeconômicas da cidade, especialmente na agricultura, na pesca e no transporte fluvial, contribui para o planejamento adaptativo e para a mitigação dos riscos associados a essas variações.

Assim, a análise histórica das cotas do rio Amazonas, obtidas ao longo de décadas de monitoramento, constitui instrumento relevante para a formulação de estratégias de gestão hídrica. Em um cenário de mudanças climáticas, comunidades e autoridades competentes precisam adotar medidas proativas que fortaleçam a resiliência e a segurança hídrica e reduzam os impactos dos eventos extremos.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

O rio Amazonas é o maior rio do mundo em volume de água e uma das feições hidrográficas mais marcantes da região amazônica. Com extensão aproximada de 7.000 km, atravessa o continente sul-americano, recebe as águas de uma ampla rede de afluentes e integra a maior bacia hidrográfica do planeta.

Segundo Junk (1983), rios de água branca, como o Amazonas, têm nascentes em áreas andinas e pré-andinas sujeitas a intenso processo erosivo. Esse processo resulta em forte gradiente nos cursos superiores e no transporte de elevada carga detrítica, conferindo às águas tonalidade barrenta e turva. As águas são quase neutras (pH entre 6,5 e 7,0) e enriquecidas por sais minerais provenientes de sedimentos, enquanto suas margens abrigam elevada biodiversidade e ecossistemas relevantes para a fauna, a flora e as comunidades humanas.

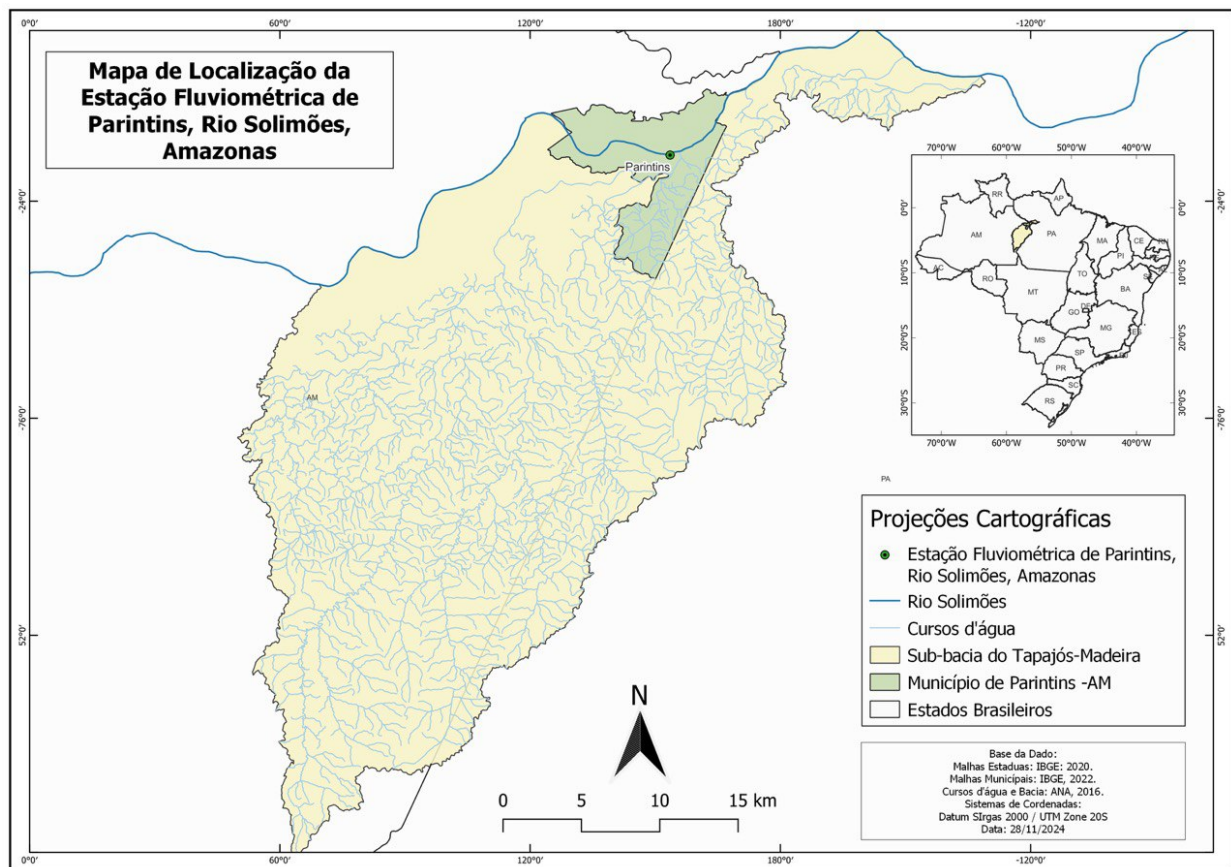
Segundo o Censo Demográfico de 2022, Parintins está entre os municípios mais populosos do Amazonas (Brasil, 2022). O território apresenta um complexo sistema flúvio-lacustre, no qual se destacam a Lagoa da Francesa, o Lago do Macurani, o Lago do Parananema e o Lago do Aninga (Carvalho, 2012). A população mantém forte relação de dependência com os sistemas hídricos, cuja importância se expressa na irrigação de pequenos produtores, na pesca e, sobretudo, no transporte de pessoas e mercadorias entre a sede municipal, outras cidades e comunidades.

Além disso, o rio Amazonas influencia diretamente a cultura e o modo de vida dos habitantes de Parintins. Nascimento (2016) destaca que a sazonalidade das águas afeta não apenas o acesso aos

transportes, mas também o fornecimento de água para consumo das famílias. Entre as alternativas utilizadas por camponeses-ribeirinhos está a escavação de cacimbas em áreas pantanosas ou chavascais.

A água dessas fontes pode apresentar odor, sabor e coloração associados às suas características químicas. As cheias e vazantes também moldam a paisagem e o uso do solo, repercutindo sobre agricultura, pecuária e atividades extrativistas. Eventos culturais, como o Festival Folclórico de Parintins, relacionam-se indiretamente à presença e à importância histórica e simbólica do rio. Nesse contexto, o rio Amazonas constitui elemento estratégico para a manutenção dos ecossistemas e para a vida econômica, social e cultural do município.

Figura 1. Mapa de localização da estação fluviométrica no rio Amazonas, Parintins-AM.



Fonte: autoria própria.

2.2. Dados

Foram utilizados dados de cota da estação fluviométrica "Parintins", cadastrada na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) sob o código 16350002. Os dados foram obtidos no Portal HidroWeb, integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que reúne informações hidrológicas coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional e disponibilizadas para consulta e análise.

A escolha da estação considerou como critério principal a disponibilidade da série de cotas, compreendida entre 1º de janeiro de 1993 e 31 de dezembro de 2023, adotando-se 30 anos como período mínimo de observação para a análise.

Tabela 1. Estação de coleta de dados hidrométricos

Código da ANA (2024)	Nº 16350002
Nome da estação fluviométrica	Parintins
Bacia	Amazônica
Município	Parintins/AM
Coordenada da latitude	02° 37'42" S
Coordenada da longitude	56° 44'09" W
Altitude	27 m
Área	6004,9 km ²
Período de observação	1993-2023

Fonte: autoria própria.

2.3. Métodos

A partir dos dados de cota disponíveis para a estação selecionada, foram elaboradas três ferramentas gráficas: o cotagrama, a distribuição mensal de ocorrência das máximas e mínimas e a série de cotas máximas e mínimas anuais. O Microsoft Excel foi utilizado como apoio na organização dos dados e na geração das séries e gráficos.

2.3.1. Cotagrama

O cotagrama foi obtido a partir da ordenação dos dados de cota de forma que cada coluna representasse um ano e cada linha, um dia do ano. Assim, foi formada uma matriz de 365 linhas e N_a colunas, em que N_a corresponde ao número de anos de cotas da amostra. De cada linha foi calculado o valor médio, representando a cota média

diária considerando todos os anos registrados, conforme a Equação 1, baseada em Montgomery e Runger (2003).

$$c_{md} = c_d / n_{rd} \quad (1)$$

Em que:

c_{md} : cota média diária [m];

c_d : cota diária [m]; e

n_{rd} : número de registros na data.

O gráfico foi elaborado com os dias equivalentes ao período de um ano no eixo das abscissas, de 1º de janeiro a 31 de dezembro, e com as cotas médias diárias, calculadas a partir de todos os anos da série, no eixo das ordenadas.

2.3.2. Ocorrência das Cheias e Estiagens

Com base na mesma organização utilizada no cotagrama, as cotas máximas anuais, correspondentes aos picos de cheia, foram classificadas segundo o mês de ocorrência. A cada mês foi atribuído um percentual em relação ao total de anos da série, conforme a Equação 2. O mesmo procedimento foi aplicado às cotas mínimas anuais, correspondentes aos picos de estiagem, conforme a Equação 3 (Montgomery; Runger, 2003).

$$\%máx = (ncmáx / N_a) \times 100 \quad (2)$$

$$\%mín = (ncmín / N_a) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

%máx: percentual de picos de cheia no mês;

ncmáx: número de cotas máximas no mês;

%mín: percentual de picos de estiagem no mês;

ncmín: número de cotas mínimas no mês; e

N_a: número de anos de cotas da amostra.

O gráfico foi elaborado com os meses de registro das cotas máximas e mínimas no eixo das abscissas e com os percentuais de ocorrência dos picos de cheia e estiagem no eixo das ordenadas.

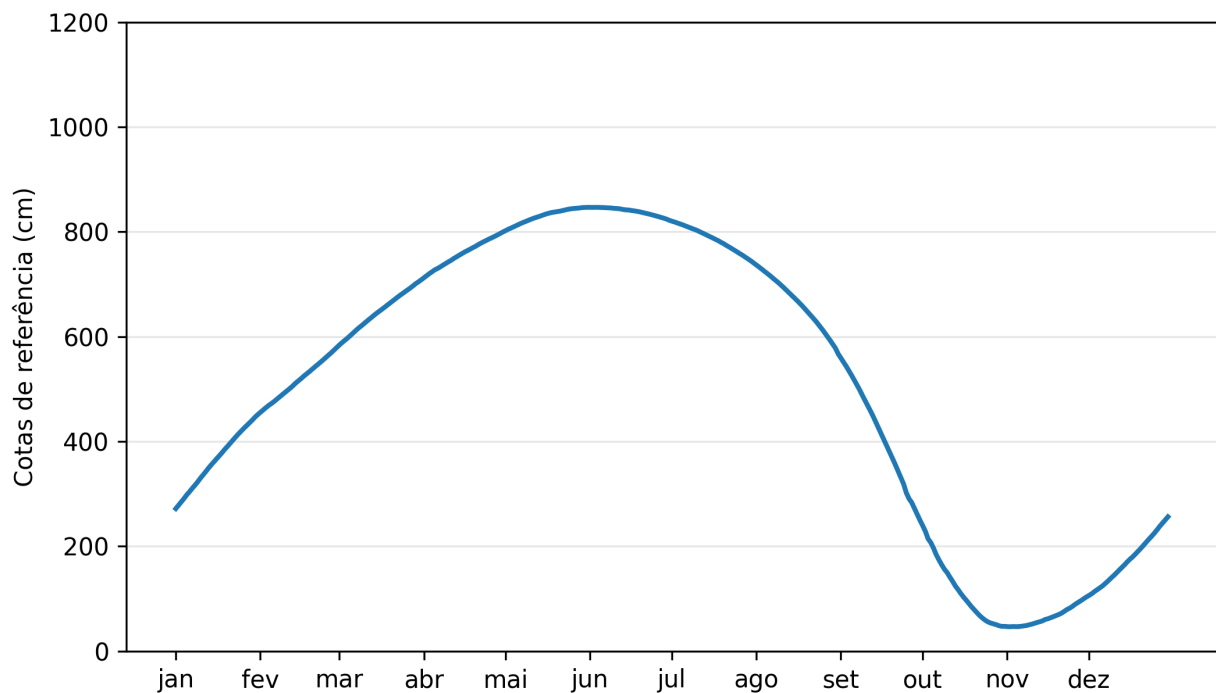
2.3.3. Máximas e Mínimas

A mesma organização dos dados do cotagrama foi utilizada para a obtenção das cotas máximas e mínimas de cada ano. O gráfico foi construído com os anos de registro no eixo das abscissas e as cotas máximas e mínimas no eixo das ordenadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o cotagrama elaborado para o rio Amazonas em Parintins-AM, local que recebe as contribuições de três importantes sub-bacias amazônicas: Rio Negro, Rio Solimões e Rio Madeira, com áreas de drenagem de $0,7 \times 10^6 \text{ km}^2$, $2,15 \times 10^6 \text{ km}^2$ e $1,42 \times 10^6 \text{ km}^2$, respectivamente. Em conjunto, essas sub-bacias abrangem cerca de 70% da extensão total da bacia Amazônica, conforme descrito por Molinier et al. (1997).

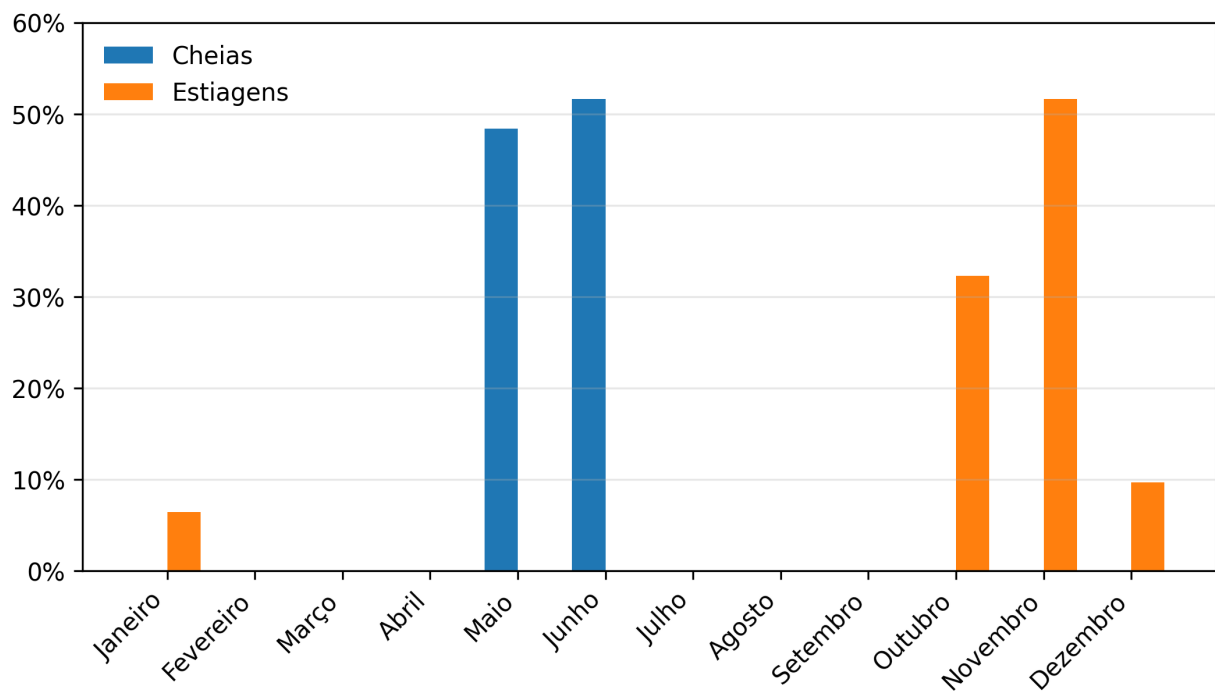
Figura 2. Cotagrama do rio Amazonas em Parintins-AM, entre 1993 e 2023.



Fonte: autoria própria.

No cotagrama (Figura 2), observam-se dois períodos hidrológicos bem definidos ao longo do ano, evidenciando a sazonalidade do rio Amazonas. O processo de inundação ocorre durante vários meses e atinge sua máxima elevação por um período relativamente curto. Esse comportamento resulta em um cotagrama modal assimétrico, caracterizado por ascensão gradual e recessão mais rápida. A inundação ocorre predominantemente entre dezembro e junho, com nível médio máximo de aproximadamente 848 cm em junho. A estiagem concentra-se entre julho e novembro, com nível médio mínimo de aproximadamente 38 cm em novembro.

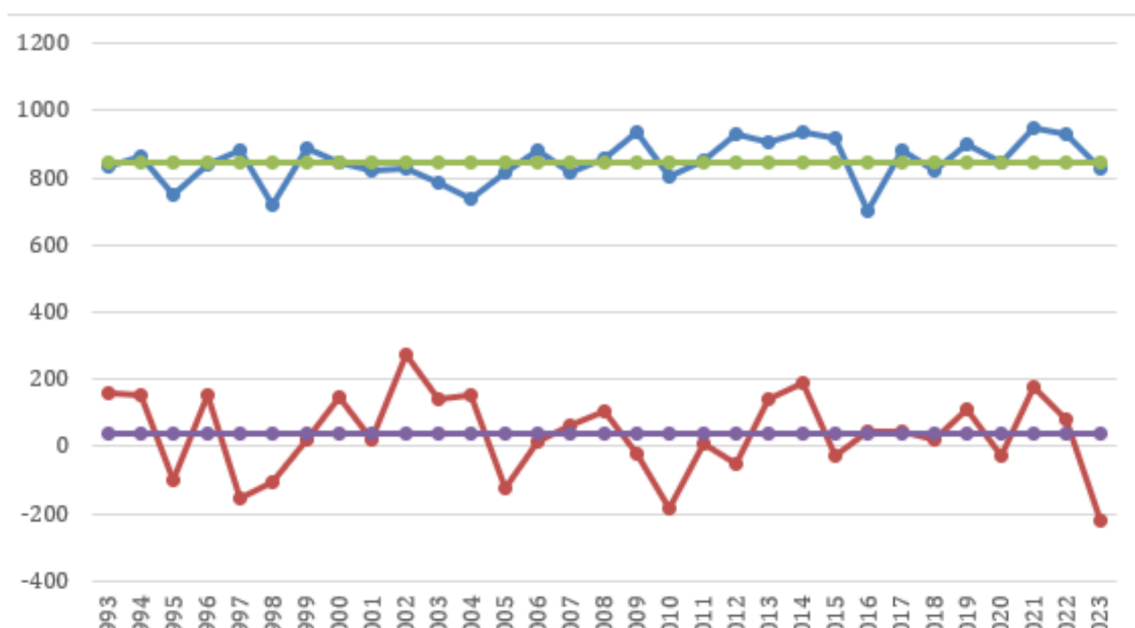
Figura 3. Ocorrência mensal dos picos de cheia e estiagem do rio Amazonas em Parintins (1993-2023).



Fonte: autoria própria.

A Figura 3 apresenta os meses de ocorrência dos picos de cheia e estiagem entre 1993 e 2023. Os picos de cheia concentraram-se em maio e junho: aproximadamente 48% dos anos apresentaram máxima anual em maio e 52% em junho. Os picos de estiagem ocorreram principalmente em novembro (52%) e outubro (32%), com registros também em dezembro (10%) e janeiro (6%).

Figura 4. Cotas máximas e mínimas anuais do rio Amazonas em Parintins (1993-2023).



Fonte: autores, 2024.

A Figura 4 apresenta a magnitude das máximas e mínimas anuais ao longo da série histórica da estação de Parintins. A linha correspondente às cotas máximas permite observar a variabilidade dos picos de cheia, enquanto a série de cotas mínimas representa os extremos anuais de estiagem; as linhas de média permitem comparar os valores anuais com o comportamento médio do período.

A máxima histórica foi de 947 cm, registrada em 2021. A média das cotas máximas foi de 848,19 cm, e a menor máxima anual do período foi de 703 cm, em 2016. A mínima histórica foi de -218 cm, em 2023. O valor negativo decorre da referência de nível (RN) adotada para a régua linimétrica, situada acima do fundo do leito, o que permite a ocorrência de leituras negativas. A média das cotas mínimas foi de 38,29 cm, e a maior mínima anual registrada no período foi de 274 cm, em 2002.

Ao longo da série de 1993 a 2023, destacaram-se quatro eventos de máxima com 927 cm, 934 cm, 936 cm e 947 cm, registrados em

2022, 2014, 2006 e 2021, respectivamente. Também se destacaram quatro eventos de mínima, com -218 cm, -186 cm, -152 cm e -125 cm, registrados em 2023, 2010, 1997 e 2005, respectivamente.

Nas últimas décadas, a bacia Amazônica tem experimentado eventos extremos de cheias e secas de elevada magnitude, refletindo mudanças ambientais e climáticas com impactos sobre ecossistemas e comunidades dependentes do rio Amazonas. Marengo e Souza Junior (2018) destacam que o aquecimento global pode produzir consequências sobre espécies terrestres, aquáticas e marinhas, alterando distribuição geográfica, padrões de migração, atividades sazonais, abundância e interações intraespecíficas.

Eventos climáticos extremos, como secas e incêndios florestais, evidenciam a vulnerabilidade de ecossistemas e sistemas humanos à variabilidade climática. Na Amazônia, esses extremos podem alterar a dinâmica dos ecossistemas e ampliar a exposição das populações a riscos socioambientais.

Estudos como os de Marengo (2007), Ambrizzi et al. (2007) e Marengo et al. (2007) indicam elevada suscetibilidade do Brasil às mudanças climáticas atuais e às projeções futuras, especialmente quanto aos eventos extremos, com destaque para a Amazônia e o Nordeste. A série histórica analisada entre 1993 e 2023 apresenta variações marcantes que reforçam a relevância do acompanhamento desses extremos.

A máxima histórica de 947 cm, em 2021, superou a média das cotas máximas, de 848,19 cm. Outros eventos expressivos de cheia ocorreram em 2022 (927 cm), 2014 (934 cm) e 2006 (936 cm), todos acima da média histórica das máximas.

Cheias severas podem afetar os ecossistemas de várzea, promovendo dispersão de sementes, renovação de nutrientes e formação de habitats temporários, mas também podem causar danos à infraestrutura urbana, deslocamento de populações ribeirinhas e perdas agrícolas. A dinâmica das águas repercute ainda sobre saúde, saneamento, habitação e geração de renda, o que reforça a necessidade de políticas públicas específicas para as condições regionais (Ribeiro, 2016).

Por outro lado, a série temporal registra eventos extremos de seca. A mínima histórica de -218 cm ocorreu em 2023. Eventos anteriores, como 2010 (-186 cm), 1997 (-152 cm) e 2005 (-125 cm), demonstram a recorrência de períodos críticos de estiagem e a amplitude das oscilações observadas no rio.

Secas severas afetam os ecossistemas ao comprometer a biodiversidade aquática, alterar ciclos de nutrientes e dificultar a navegação e o abastecimento de água. Rodrigues, Fiori e Pessoa (2013), em consonância com Marengo e Souza Junior (2018), discutem a intensificação de secas amazônicas em associação a fatores naturais e antrópicos, incluindo mudanças climáticas, desmatamento e degradação ambiental.

A intensificação dos extremos relaciona-se a mudanças climáticas globais e regionais, alterações nos padrões de precipitação e à interação de fenômenos como El Niño e La Niña. O desmatamento e a degradação ambiental também ampliam a vulnerabilidade dos sistemas hídricos. Reduções da vazão e perdas de biodiversidade aquática repercutem diretamente sobre a pesca, enquanto a remoção da vegetação pode reduzir a fertilidade do solo e prejudicar atividades agrícolas, com implicações para a segurança alimentar.

Os impactos desses eventos sobre os ecossistemas são complexos. Cheias extremas alteram a dinâmica dos habitats de várzea, enquanto secas severas reduzem a conectividade entre corpos d'água, afetam espécies migratórias e comprometem a oferta de recursos alimentares. A compreensão dessas dinâmicas é fundamental para formular estratégias de adaptação que favoreçam a sustentabilidade dos ecossistemas amazônicos e a resiliência das populações que dependem do rio.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do regime hidrológico do rio Amazonas em Parintins permitiu identificar padrões sazonais e eventos extremos ao longo da série histórica de 1993 a 2023. Os resultados evidenciam ampla variabilidade das cotas, com máxima de 947 cm em 2021 e mínima de -218 cm em 2023, demonstrando a importância do monitoramento contínuo para a compreensão dos extremos hidrológicos.

Esses eventos produzem implicações relevantes para os ecossistemas aquáticos, a segurança hídrica, a navegabilidade e as atividades econômicas regionais. A magnitude das cheias e estiagens observadas reforça a necessidade de ações integradas de prevenção, adaptação e redução de riscos, considerando a elevada dependência socioeconômica e ambiental de Parintins em relação ao rio Amazonas.

Os resultados sustentam a adoção de estratégias de gestão hídrica baseadas em planejamento adaptativo, monitoramento de longo prazo e políticas públicas sensíveis às especificidades amazônicas. A preservação ambiental e a preparação das comunidades para

responder aos extremos hidrológicos são componentes essenciais para proteger a biodiversidade e fortalecer a resiliência local.

Portanto, iniciativas locais e regionais voltadas ao uso sustentável dos recursos hídricos e à adaptação às variações extremas do nível do rio podem contribuir para que o rio Amazonas continue exercendo seu papel estruturante na vida econômica, social e ambiental da região.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023. Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua pelo apoio técnico-científico; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo incentivo e apoio financeiro em forma de bolsa; à Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar do Amazonas pela liberação do autor Rafael Araújo de Amaral para participação no PPG ProfÁgua; e à ANA pela disponibilização gratuita dos dados hidrológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.; MARENGO, J. A.; PISNITCHENKO, L. A. Cenários regionalizados de clima no Brasil para o século XXI: projeções de clima usando três modelos regionais. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das

alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA/SBF, 2007.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico 2022: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

CARVALHO, José Alberto Lima de. Terras caídas e consequências sociais: costa do Micarauera – Paraná da Trindade, município de Itacoatiara – AM, Brasil. In: FARIAS, Eliana Marinho Branches; CARNEIRO, Deize de Souza. Alterações geomorfológicas no rio Amazonas – Santarém/PA. Revista Geonorte, edição especial, v. 2, n. 2, p. 72-77, 2012.

FABRÉ, Nidia Noemi; ALONSO, Juan Carlos. Recursos ícticos no Alto Amazonas: sua importância para as populações ribeirinhas. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Zoologia, v. 14, n. 1, p. 19-55, 1998.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis da Amazônia: sua importância para o equilíbrio do sistema fluvial da Amazônia e manutenção da biodiversidade. Acta Amazonica, v. 13, n. 5-6, p. 835-844, 1983.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; VALVERDE, M.; ROCHA, R.; LABORBE, R. Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o século XXI: projeções de clima futuro usando três modelos regionais. Relatório 5. Brasília, DF: MMA, 2007.

MARENGO, José A. 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, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. v. 1.

MARENGO, José A.; SOUZA JUNIOR, Carlos. Mudanças climáticas: impactos e cenários para a Amazônia. São Paulo: Alana, 2018.

MARENGO, José A.; SOUZA, Rodrigo A. Mudanças climáticas na Amazônia: tendências e impactos. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, n. 2, p. 125-137, 2018.

MOLINIER, M. et al. Hydrologie du bassin amazonien. In: THÉRY, H. Environnement et développement en Amazonie brésilienne. Paris: Éditions Belin, 1997. p. 24-41.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

NASCIMENTO, Dilson Gomes. Entre a terra e a água: modo de vida camponês no médio rio Amazonas, Parintins-AM. 2016.

QUEIROZ, Matheus Silveira de; SOARES, Ana Paulina Aguiar; TOMAZ NETO, Antonio Gomes. Comunidades rurais ribeirinhas e as águas do rio Solimões no município de Iranduba-Amazonas. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 4, n. 1, 2018.

RIBEIRO, Patricio Azevedo. A dinâmica da enchente e vazante no município de Barreirinha/AM: impactos socioambientais e a intervenção das políticas públicas. Revista Eletrônica Mutações, v. 7, n. 12, p. 114-127, 2016.

RODRIGUES, Renan Albuquerque; FIORI, Ana Letícia de; PESSOA, Evelyn dos Santos. Mudanças na divisão familiar de tarefas em função do enfrentamento da seca de 2010 na Amazônia. Ponto Urbe, n. 13, 2013. DOI: 10.4000/pontourbe.625. Disponível em:

¹ Mestrando do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, UEA, Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8486-0119>

² Mestrando do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, UEA, Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-4461-4939>

³ Pós-Doutor em Química. Professor do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, UEA, Parintins-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4394-3995>

⁴ Pós-Doutora em Ciências. Professora do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, UEA, Manaus-AM, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1005-5083>