

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA CHEIA NO MUNICÍPIO DE PARINTINS-AM**

*Erika Pedrosa da Silva<sup>1</sup>; Flavio Wachholz<sup>2</sup>*

**Abstract:** The municipality of Parintins, located in the eastern part of the state of Amazonas, is highly susceptible to extreme hydrological events, especially seasonal flooding, which significantly impacts water resources and local communities. In this context, the use of remote sensing has established itself as a fundamental tool for monitoring environmental changes and the dynamics of river regimes through the interpretation of high-resolution satellite images. This study aimed to analyze the spatiotemporal dynamics of flooding in the municipality, based on data from PlanetScope satellite images and supplemented by field observations carried out in 2025. The results point to a significant increase in flooded areas between 2021 and 2024, especially in urban floodplain regions. The year 2021 recorded the highest historical level of the Amazon River in Parintins, at 9.46 meters, followed by 8.58 meters in 2025, showing significant fluctuations in the hydrological regime. The temporal analysis showed that 2021 was the most critical year, with above-average rainfall. It was also found that irregular occupation in susceptible areas has increased socio-environmental impacts, contributing to the increased vulnerability of riverside populations. It is concluded that the integrated use of geotechnologies and on-site surveys is an effective tool for understanding flood periods, risk management, and adaptation to climate change in the Amazon context.

**Resumo:** O município de Parintins, localizado na porção leste do estado do Amazonas, apresenta elevada suscetibilidade a eventos hidrológicos extremos, principalmente às inundações sazonais que impactam significativamente os recursos hídricos e as comunidades locais. Nesse contexto, o uso do sensoriamento remoto em se consolidado como uma ferramenta fundamental para o monitoramento das alterações ambientais e da dinâmica dos regimes fluviais, por meio da interpretação de imagens de satélite de alta resolução. Este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal das cheias no município, com base em dados provenientes de imagens de satélites do PlanetScope e complementados por observações de campo realizadas em 2025. Os resultados apontam para um crescimento expressivo das áreas inundadas entre os anos de 2021 e 2024, com destaque para as regiões urbanas de várzea. O ano de 2021 registrou a maior cota histórica do rio Amazonas em Parintins, com 9,46 metros, seguido de 8,58 metros em 2025, evidenciando oscilações significativas no regime hidrológico. A análise temporal evidenciou os anos de 2021 como os mais críticos, com volumes pluviométricos acima da média. Constatou-se também que a ocupação irregular em áreas suscetíveis tem potencializado os impactos socioambientais, contribuindo para o aumento da vulnerabilidade das populações ribeirinhas. Conclui-se que o uso integrado das geotecnologias e do levantamento in loco representa uma ferramenta eficaz para a compreensão dos períodos de cheias, para gestão de riscos e adaptação às mudanças climáticas no contexto amazônico.

**Palavras-Chave** – Eventos Hidrológicos Extremos; Sensoriamento Remoto; Monitoramento.

1) Universidade do Estado do Amazonas; Escola Normal Superior-ENS, Manaus-AM, epds.mge24@uea.edu.br.  
2) Universidade do Estado do Amazonas; Escola Normal Superior-ENS, Manaus-AM, wachholz@uea.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Na região amazônica, os eventos hidrológicos extremos, como as cheias, têm se tornado mais intensos nos últimos anos, especialmente no município de Parintins, localizado na porção leste do estado do Amazonas. A cidade integra o maior sistema fluvial do mundo, a Bacia Amazônica que está situada na margem esquerda do rio Amazonas, na denominada ilha Tupinambarana. De acordo com Sander *et al.* (2012), o fenômeno de cheia representa um período natural de aumento do fluxo que pode ou não extravasar o limite do canal (nível de margens plenas).

Durante o pico das cheias, os rios transbordam e as águas invadem as ruas, alcançando, em muitos casos, as residências situadas nas proximidades dos canais hídricos (Lima, 2016). Para a população amazonense, o regime fluvial exerce profunda influência na organização espacial e nas dinâmicas socioeconômicas e ambientais. Nessa conjuntura, a rede hidrográfica desempenha um papel fundamental para a subsistência das comunidades locais. Ademais, a dinâmica dos rios molda os modos de vida dos ribeirinhos e atua nos processos de ocupação e uso do solo, especialmente em áreas sujeitas a inundações sazonais. Sendo assim, o ritmo de subida e descida das águas do rio influencia diretamente as condições de vida nas áreas em que o rio Amazonas atinge, principalmente, as cotas mais elevadas, como destacam Dias e Silva (2022).

No contexto deste estudo, a relevância de abordar essa temática está associada à ocorrência sazonal de eventos hidrológicos extremos que impactam o município de Parintins. A localização estratégica na região de várzea do médio Amazonas, fortemente influenciada pelo regime de cheias, agrava ainda mais essa realidade. Como também, o crescimento da demanda hídrica, aliado ao aumento populacional, compromete a qualidade da água, uma vez que o avanço urbano raramente é acompanhado por uma infraestrutura de saneamento básico capaz de garantir a preservação dos recursos hídricos. A ausência de sistemas adequados de esgotamento sanitário, a retirada da vegetação ripária, a presença de lixeiras irregulares, o despejo de águas servidas e outras problemáticas socioambientais relacionadas à urbanização desordenada refletem negativamente tanto na qualidade quanto na quantidade da água disponível.

Nesse sentido, o papel do Sensoriamento Remoto (SR) e do Sistema de Informação Geográfica (SIG) é imprescindível na obtenção de informações geográficas, permitindo a análise de imagens de satélites, fotografias aéreas e mapas temáticos. Embora essas tecnologias tenham origem antiga, foi apenas recentemente que começaram a se popularizar, tornando-se foco de estudos sobre os recursos naturais da superfície terrestre (BORGES, PACHÉCO e SANTOS, 2015). Com o monitoramento das cheias, o uso do sensoriamento remoto tem mostrado como uma alternativa eficaz para o monitoramento das áreas afetadas, com análises de imagens de satélite que oferecem grande precisão e confiabilidade nas informações sobre o município.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar os eventos de cheias no município de Parintins-AM, por meio do sensoriamento remoto, com foco na dinâmica espaço-temporal desses fenômenos. Além disso, busca-se identificar os impactos gerados, considerando suas implicações socioambientais. Desse modo, a pesquisa visa compreender as conexões entre os elementos físicos e sociais na análise da água, especialmente em contextos marcados por eventos hidrológicos extremos.

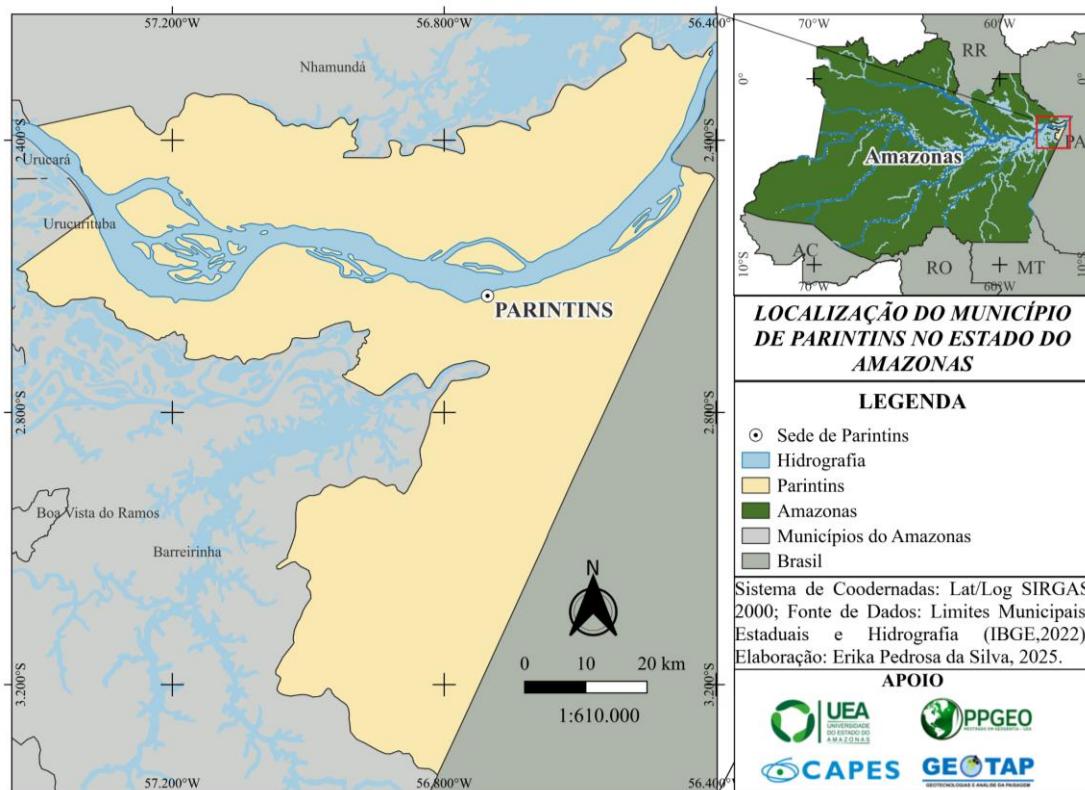
## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

O município de Parintins está situado na porção leste do estado do Amazonas, fazendo divisa com o estado do Pará, inserido na bacia hidrográfica amazônica (CPRM, 2019). Encontra-se às

margens direitas do Rio Amazonas, na região norte do Brasil (Figura 1). Em 2022, sua área era de 5.956,048 km<sup>2</sup> com uma população estimada em 96.372 habitantes (IBGE, 2022). Está a aproximadamente 372 km em linha reta da capital do estado e 420 km por via fluvial da capital Manaus, e possui coordenadas geográficas de 02°37'42" de latitude Sul e 56°44'09" de longitude Oeste.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Parintins no estado do Amazonas.



Elaboração: SILVA, 2025.

Sendo assim, o município faz divisa com as cidades de Nhamundá (Amazonas) e Juruti (Pará), além de outros municípios do Amazonas. A vegetação predominante na região é composta principalmente pela floresta de várzea, fortemente influenciada pelos processos fluviais, e pela floresta de terra firme, caracterizada por formações ombrófilas densas e abertas (Marques, 2017). Está assentado sobre as unidades geomorfológicas Planície Amazônica, Baixo Platô da Amazônia Centro-Oriental e Tabuleiro da Amazônia Centro-Ocidental (CPRM, 2010), sendo que a sede municipal encontra-se em um terraço fluvial (Marques, 2017). O clima da região de Parintins é do tipo “Am”, conforme a classificação de Koppen, isto é, quente e úmido com estação seca pouco pronunciada (Consentine *et al.*, 2023).

Em relação à hidrologia, integra o maior sistema fluvial do mundo, a Bacia Amazônica (Kimura, 2011). Nesse contexto, o rio Amazonas, que corta o território do município, destaca-se por mais extenso e com o maior volume de descarga fluvial do planeta. Esse grande curso d'água constitui a principal via de transporte e abastecimento da região, funcionando como uma estrada natural que conecta Parintins à capital do estado e ao Oceano Atlântico (Souza, 2013).

## Atividades desenvolvidas

As atividades da pesquisa foram estabelecidas para serem realizadas em três etapas distintas. A primeira etapa consistiu na revisão bibliográfica, no tratamento de dados pré-existentes sobre a área de estudo e na análise dos resultados iniciais, abrangendo tanto a coleta quanto o processamento das informações. O município de Parintins foi selecionado como área de estudo devido à sua localização estratégica na região de várzea do médio Amazonas, fortemente influenciada pelo regime de cheias, o que impacta diretamente a qualidade dos recursos hídricos. Nessa fase, foram tratados dados obtidos de bases públicas, literatura científica e relatórios institucionais, com foco em informações sobre as cheias, os recursos hídricos, os aspectos socioambientais do município. A análise preliminar desses dados foi importante para direcionar as etapas subsequentes da pesquisa.

Na segunda etapa, concentrou-se a coleta de dados específicos voltados à análise das cheias no município de Parintins. Foram utilizadas imagens de plataformas orbitais passivas com baixa cobertura de nuvens, além dos dados do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). Após a seleção, montou-se um banco de dados geográficos e elaborando a composição cor verdadeira das imagens do satélite PlanetScope, utilizando as bandas 3, 2 e 1. Para sistematizar essas informações, utilizou-se o software de geoprocessamento QGIS, o que permitiu a criação de mapa temático e cartas imagens. Foram empregadas imagens dos anos de 2021 a 2025, priorizando os meses de maior incidência de cheias (fevereiro a junho).

Além disso, nos dias 16 e 17 de junho 2025 realizou-se um trabalho de campo para coleta de dados complementares, que permitiu validar e enriquecer as informações obtidas por sensoriamento remoto. Durante essa etapa, foram feitas visitas a áreas urbanas do município, coletando informações sobre os impactos das cheias junto às comunidades locais e registrando condições ambientais no Orla do Bairro União, Porto de Parintins e no Lagoa da Francesa. Na etapa final, procedeu-se à análise espaço-temporal das dinâmicas das cheias, com o propósito de compreender a extensão, a frequência e os impactos desses eventos sobre o município de Parintins.

## RESULTADOS

Nos últimos cinco anos o município de Parintins tem apresentado avanços significativos no processo de intensificação das cheias (Quadro 1). Observa-se um crescimento consistente nas cotas anuais, o que reflete o aumento tanto da frequência quanto da magnitude dos eventos hidrológicos extremos na região. Esses registros evidenciam uma tendência preocupante de elevação dos níveis fluviais, indicando não apenas a intensificação do regime hidrológico, mas também a crescente vulnerabilidade das áreas urbanas e ribeirinhas às inundações sazonais.

Quadro 1 - Cotas da cheia do rio em Parintins-AM, de 2009 e 2021 a 2025.

Ano	Cota (m)	Disponibilidade de Imagens PlanetScope
2009	9,38	Não havia operação do PlanetScope
2021	9,46	Sim, grande presença de cobertura de nuvens
2022	9,39	
2023	Sem dados oficiais encontrados, apenas estimativas	
2024	8,15	
2025 (30/05/2025)		

Fonte: SBG/CPRM. Elaboração: SILVA, 2025.

A partir dos registros de cotas fluviais para os anos de 2009, 2021, 2022 e 2025, observa-se uma relativa estabilidade nos níveis máximos das águas, com destaque para os anos de 2009 (9,38 m), 2021 (9,46 m) e 2022 (9,39 m) que indicam eventos de cheia significativa. A cheia de 2009 foi, até então, a maior registrada no município, sendo superada apenas em 2021, quando o nível do rio Amazonas atingiu a marca histórica de 9,46 metros. Em 2022, a cota manteve-se próxima ao recorde anterior, evidenciando a continuidade de eventos extremos em sequência. No entanto, a ausência de informações completas dos dados oficiais de 2023 e 2024 limita a análise de tendência hidrológica mais ampla. Em 2025, a cota registrada até 30 de maio foi de 8,15 metros, valor abaixo da média das últimas grandes cheias, indicando um período de menor impacto, especialmente por ocorrer durante o auge sazonal das inundações na região.

É válido salientar que esses dados reforçam a necessidade de um monitoramento contínuo e sistemático das cotas fluviais, diante da recorrência e do potencial destrutivo das cheias, que impactam diretamente a população, os recursos hídricos e a infraestrutura urbana. Também evidenciam a importância de políticas públicas voltadas à mitigação dos impactos e à adaptação das áreas socioambientalmente mais vulneráveis.

Nesse contexto, a análise de imagens de satélite obtidas pela PlanetScope possibilitou a identificação de registros compatíveis com os anos analisados, especialmente nos dias 24/02/2021 (Figura 2) e 26/05/2022 (Figura 3).

Figura 2 – Imagem de satélite PlanetScope de 2021 do município



Fonte: PlanetScope, 2021. Elaboração: SILVA, 2025.

Figura 3 – Imagem de satélite PlanetScope de 2022 do município.



Fonte: PlanetScope, 2021. Elaboração: SILVA, 2025.

No entanto, a obtenção de imagens livres de interferências atmosféricas foi dificultada em determinados períodos do ano, especialmente devido à elevada cobertura de nuvens. Essa limitação está diretamente associada ao inverno amazônico, estação marcada por intensas chuvas e elevada nebulosidade, que compromete a visibilidade das cenas orbitais sobre o município. Apesar desses desafios, as imagens obtidas apresentaram alta resolução espacial, permitindo identificar com nitidez os corpos hídricos e delimitar com precisão as manchas de inundação conforme a variação do nível das águas. Essa definição possibilitou validar visualmente os processos de alagamento sazonal, além de subsidiar análises comparativas entre os anos observados a partir da dinâmica espaço-temporal.

Vale destacar que a constelação PlanetScope passou a operar apenas a partir de 2014, o que impõe limitações históricas à análise. Esse fator reforça a importância de abordagens complementares, especialmente em regiões como a Amazônia, onde a elevada umidade e a persistência de nuvens entre março e junho dificultam o uso contínuo de sensores ópticos. Nessas condições, a dependência exclusiva desses sensores pode comprometer a continuidade e a qualidade das análises hidrológicas. Desse modo, o trabalho de campo realizado em junho de 2025 (Figura 4, 5 e 6) possibilitou uma compreensão mais aprofundada desses efeitos. Na época da visita, a régua fluviométrica registrava uma cota de 8,58 metros.

Figura 4 – Imagens do trabalho de campo para análise da cheia de 2025.



Fonte: SILVA, 2025.

Figura 5 – Imagens de drone do município de Parintins-AM.



Fonte: WACHHOLZ, 2025.

Figura 6 – Imagens de drones da Orla do Bairro União em Parintins-AM.



Fonte: WACHHOLZ, 2025.

A observação dos impactos gerados evidencia a urgência de ações integradas frente aos danos recorrentes. Do ponto de vista ambiental, destaca-se a erosão das margens dos rios, a degradação da vegetação de várzea e a contaminação dos recursos hídricos por esgoto e resíduos sólidos, conforme ilustrado na Figura 5, no qual compromete diretamente a qualidade da água, por exemplo, a presença de óleos nos rios. Os dados também revelam uma correlação direta entre o avanço urbano desordenado e a carência de infraestrutura de saneamento básico, como sistemas de esgotamento sanitário e coleta adequada de resíduos, o que agrava significativamente os efeitos das cheias. Essa precariedade contribui para a intensificação da poluição dos corpos hídricos por águas servidas, lixo doméstico e escoamento superficial contaminado. A retirada da vegetação ripária e o crescimento populacional em áreas ambientalmente frágeis ampliam ainda mais a degradação da qualidade e da disponibilidade dos recursos hídricos na região.

Em outra análise, as populações mais afetadas estão, em sua maioria, situadas às margens do rio e bairros periféricos, vivendo em condições de alta vulnerabilidade socioeconômica. Essa realidade reforça a necessidade de políticas públicas voltadas à adaptação climática e à proteção das comunidades ribeirinhas. Os resultados obtidos reiteram a importância do monitoramento sistemático das cheias em Parintins, especialmente diante do aumento das cotas observado nos últimos anos. Em 2021, por exemplo, registrou-se uma das maiores cheias da história do município. Embora os anos subsequentes não tenham superado esse recorde, a persistência e a frequência dos eventos indicam uma tendência preocupante de intensificação hidrológica, exigindo medidas mais eficazes de adaptação.

Nesse contexto, a integração do sensoriamento remoto e dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) às práticas de gestão ambiental do município é fortemente recomendada. Essas ferramentas possibilitam o acompanhamento da dinâmica da paisagem de forma contínua e objetiva, oferecendo dados confiáveis para subsidiar políticas públicas de uso e ocupação do solo. Além disso, os resultados indicam a necessidade urgente de revisão das diretrizes urbanas e ambientais, com foco na redução da vulnerabilidade e na promoção de estratégias de adaptação frente à intensificação dos eventos hidrológicos extremos.

## CONCLUSÃO

As águas na região amazônica exercem forte influência sobre o modo de vida da população local, moldando tanto as formas de vivência quanto os impactos decorrentes dos fenômenos naturais. Nesse contexto, a Ilha Tupinambarana enfrenta impactos significativos relacionados às cheias, especialmente no que diz respeito ao regime de subida e descida dos rios, que afeta diretamente o cotidiano do município. A análise espaço-temporal das cheias entre os anos de 2021 e 2024, revela um cenário crítico, marcado por impactos ambientais e pressões sobre os recursos hídricos. Em 2021, observou-se o alcance da cota máxima, de acordo com os dados da régua fluviométrica do SGB/CPRM. Outro aspecto relevante é o tempo de retorno ou recorrência entre os eventos de cheia. Ao analisar a série histórica a partir de 2009, observa-se que a cheia de 2021 superou os níveis anteriormente registrados, evidenciando uma tendência de elevação gradual das cotas.

Portanto, o uso do SIG destacou-se como uma ferramenta fundamental no monitoramento das cheias, fornecendo dados precisos e ágeis sobre as áreas mais inundadas e vulneráveis. O sensoriamento remoto, em particular, mostrou-se altamente eficaz nesse processo, ao permitir a análise detalhada e contínua dos eventos hidrológicos. Essas tecnologias possibilitaram aprofundar a compreensão das dinâmicas espaciais e temporais das cheias, revelando a complexa relação entre os fenômenos hidrológicos, os impactos na qualidade e disponibilidade da água, e as variáveis sociais e ambientais que afetam a região.

Entretanto, um dos principais desafios enfrentados refere-se à obtenção de imagens de satélite com baixa cobertura de nuvens, o que é essencial para garantir a qualidade das análises. A padronização na seleção dessas imagens torna-se, portanto, uma etapa crítica para evitar inconsistências nos resultados. Contudo, o enfrentamento dos efeitos das cheias demanda um esforço conjunto entre a sociedade e os órgãos governamentais. Somente por meio dessa colaboração será possível utilizar as informações geradas de forma clara e segura nas ações de prevenção, controle e adaptação, promovendo a preservação dos recursos hídricos e a melhoria da qualidade de vida da população.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao apoio da universidade do Estado do Amazonas-UEA, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Geografia - PPGEU e ao grupo de pesquisa GEOTAP por todo apoio e conhecimento me concedido. Agradeço à CAPES pelo apoio e fomento à minha bolsa de mestrado, fundamental para o desenvolvimento das minhas atividades acadêmicas e científicas. O segundo autor agradece pela concessão da Gratificação de Produtividade Acadêmica da UEA. Reconhecemos o apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), por meio dos projetos PARHINTINS e GRHAMA. Assim, ao meu orientador, Profº Dr. Flavio Wachholz que me inspira a alcançar mais conhecimento e que tem diretamente me impulsionado a viver o melhor da ciência geográfica.

## REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/>. Acesso em: 18/06/2025.
- BORGES, Gustavo M.; PACHÊCO, Admilson da P.; SANTOS, F. K. S. Sensoriamento remoto: avanços e perspectivas. *Revista de Geografia* (UFPE) V, v. 32, n. 2, p. 267-292, 2015.
- CONSENTINE, Patrícia Jacaúna; DE SOUZA, José Camilo Ramos; DA GLÓRIA GONÇALVES, Maria. *Avaliação Ambiental Das Nascentes Da Cidade De Parintins-AM Como Contribuição À Gestão Hídrica*, 2023.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. *Geodiversidade do Estado do Amazonas*. Organização: Maria Adelaide Mansini Maia e José Luiz Marmos. Manaus, 2010. p. 275.
- \_\_\_\_\_. *Avaliação técnica do sistema público de abastecimento de água da cidade de Parintins (AM)*. Relatório interno. Manaus: CPRM, 2019. p. 58.
- DE SOUZA, Nilciana Dinely. *O processo de urbanização da cidade de Parintins (AM): evolução e transformação*, 2013.
- DIAS, Fábio Leite; SILVA, Joecila Santos da. *Sistema de Alerta do Nível do Rio Amazonas em Parintins-AM*. IV Seminário Nacional do ProfÁgua, 2022. p. 1.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Parintins*. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/parintins.html>. Acesso em: 09 de junho de 2025.
- \_\_\_\_\_. *População*. 2022. Disponível em: <População | IBGE>. Acesso em: 09 de junho de 2025.
- Kimura, Solenise Pinto Rodrigues. *Caracterização da carga poluente na lagoa da Francesa no município de Parintins / AM*. 100 f. Dissertação de Mestrado. Campinas: UNICAMP, 2011.

Lima, M. V. (2016). *Movimento das águas na cidade de Parintins – AM*. Dissertação (Programa De Pós-Graduação Em Ciências Do Ambiente E Sustentabilidade Na Amazônia Mestrado Acadêmico). Centro de Ciências do Ambiente. Universidade do Estado Amazonas, Manaus.

MARQUES, R. O. *Erosão nas margens do rio Amazonas: o fenômeno das terras caídas e as implicações para a cidade de Parintins-AM*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia -PPGG, da Universidade Federal do Amazonas, 2017. 175 p.

SANDER, Carlos et al. Cheias do rio Branco e eventos de inundação na cidade de Boa Vista, Roraima (Branco river floods and flood events in the Boa Vista city, Roraima, Brazil). *Acta Geográfica*, v. 6, n. 12, p. 41-57, 2012.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL- SGB. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/>>. Acesso em: 09 de junho de 2025.