

LÁ VEM A CHUVA: SIG INDICADOR DE POSSÍVEIS ALAGAMENTOS NA CIDADE DE CASTANHAL-PA

HERE COMES THE RAIN: GIS AS AN INDICATOR OF POSSIBLE FLOODING IN
THE CITY OF CASTANHAL-PA

THIAGO COSTA SOUSA

Área Temática 5: Meio ambiente, Mudanças climáticas e Sustentabilidade
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Este trabalho tem como objetivo mapear e analisar áreas suscetíveis a alagamentos em Castanhal-PA, utilizando geotecnologias e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A pesquisa insere-se no contexto urbano amazônico, onde eventos de alagamento tornaram-se frequentes. Foram utilizados dados de precipitação e temperatura da base CHIRPS (1981–2024), processados por meio das plataformas GitHub, Google Earth Engine e QGIS. Os resultados foram organizados e analisados com auxílio do Microsoft Excel. Identificaram-se padrões sazonais e tendências de aumento da temperatura média anual, associados à intensificação de eventos climáticos extremos. O uso de SIGs demonstrou-se eficaz na integração de variáveis ambientais e socioespaciais, permitindo a criação de mapas temáticos e gráficos analíticos. Conclui-se que as geotecnologias são ferramentas fundamentais para o planejamento urbano e a mitigação de riscos em áreas vulneráveis.

Palavras-Chave: Alagamentos, Geotecnologias, SIG, Castanhal-PA, Clima.

This work aims to map and analyze areas susceptible to flooding in Castanhal-PA, using geotechnologies and Geographic Information Systems (GIS). The research is situated within the Amazonian urban context, where flooding events have become increasingly frequent. Precipitation and temperature data from the CHIRPS database (1981–2024) were used, processed through platforms such as GitHub, Google Earth Engine, and QGIS. The results were organized and analyzed with the help of Microsoft Excel. Seasonal patterns and trends of increasing annual average temperatures were identified, associated with the intensification of extreme weather events. The use of GIS proved effective in integrating environmental and socio-spatial variables, allowing for the creation of thematic maps and analytical charts. It is concluded that geotechnologies are essential tools for urban planning and risk mitigation in vulnerable areas.

Key words: Flooding, Geotechnologies, GIS, Castanhal-PA, Climate.

1. Introdução

Este trabalho aborda os estudos sobre o projeto de PIBIC: Lá Vem a Chuva: Sig Indicador de Possíveis Alagamentos na Cidade de Castanhal-Pa. Realizados no município de Castanhal -PA. Durante a pesquisa foi utilizada os conhecimentos obtidos através das geotecnologias, geoprocessamentos e principalmente dos SIGs. Nos últimos anos os alagamentos e inundações tem virado parte do cotidiano de muitas pessoas que moram em áreas urbanas, em Castanhal não é diferente, mesmo afastada um pouco da capital, a cidade sofre com frequência com os mesmos problemas dos quais uma cidade como a capital Belém vivencia, impulsionados por processos como o crescimento desordenado da cidade, a impermeabilização do solo e as mudanças nos padrões climáticos globais. Esses eventos impactam diretamente a infraestrutura urbana, a mobilidade, a saúde pública e, sobretudo, a qualidade de vida da população, especialmente das comunidades mais vulneráveis. Diante dessa situação, as geotecnologias e especialmente os SIGs, surgem para auxiliar e servir de ferramenta no controle e mitigação de problemas decorridos dos altos índices de precipitações. As Geotecnologias englobam um conjunto de ferramentas e técnicas que auxiliam na coleta, processamento e análise de dados geoespaciais (ROSA, 2005). Entre os principais componentes, estão o sensoriamento remoto, o Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS) e os SIGs. Essas tecnologias desempenham um papel essencial em estudos ambientais, urbanos e agrícolas, permitindo uma visão ampla dos fenômenos espaciais. Conforme destaca TUCCI (2008), o uso de ferramentas integradas de planejamento urbano e ambiental é fundamental para evitar o agravamento de impactos como alagamentos, inundações e degradação da qualidade da água em áreas urbanas.

O geoprocessamento é um conjunto de técnicas computacionais que permite transformar dados geoespaciais em informações estratégicas para o planejamento urbano, especialmente em áreas suscetíveis a eventos problemas relacionados a precipitação, Conforme SILVA, SILVA E LEONARDI (2016). Além de que o uso de ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilita a integração de variáveis ambientais e socioespaciais para a definição de zonas de risco. O resultado dessas análises pode ser expresso por meio de mapas temáticos, fluxogramas, tabelas ou diagramas que ajudam a entender padrões espaciais e a prever cenários futuros. Logo, as geotecnologias podem ser empregadas para detectar regiões

propensas a inundações e alagamentos, considerando aspectos como a permeabilidade do solo, a densidade demográfica, a eficácia dos sistemas de drenagem, a topografia, os índices de precipitação e temperatura. Tais avaliações podem servir como contribuição pública para os processos de contenção da tal problemática.

2. Metodologia

ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Castanhal, fica localizada no nordeste paraense, a 77km da capital do estado, Belém. Possui uma população de 192.256 pessoas, de acordo com o último censo demográfico (IBGE), tendo um crescimento de um pouco mais de 20 mil habitantes desde o censo anterior a esse.

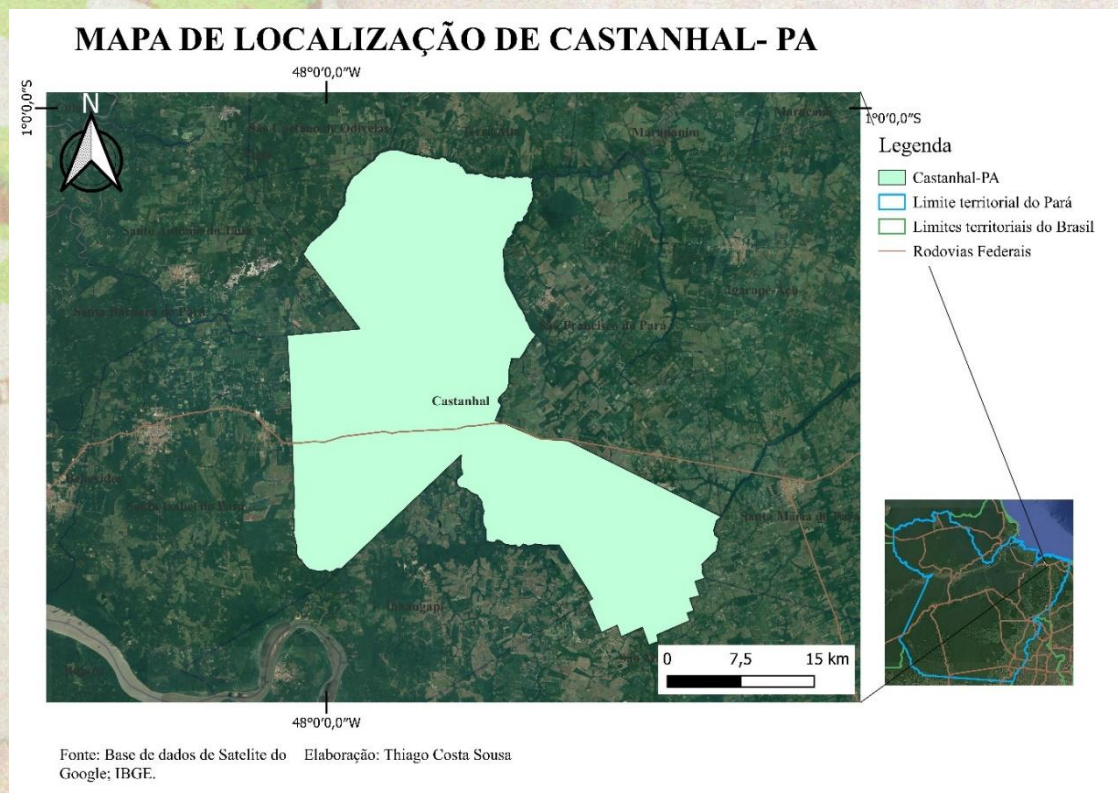


Figura 1: Mapa de localização de Castanhal -PA

Fonte: Base de dados de satélite do Google; IBGE. Elaboração:
Thiago Costa Sousa

Castanhal possui um clima muito influenciado por sua localização, estando próximo da linha do equador e na região norte, dentro da nossa floresta amazônica. Os períodos de seca e chuvosos são conhecidos por seus moradores, tendo então, duas estações verão amazônico e o inverno amazônico.

COLETA DE DADOS.

Os dados dessa pesquisa foram obtidos através da extração de dados de índices de precipitação e temperatura, retirados do site Chirps, que é um conjunto de dados de precipitação quase global de mais de 35 anos. Abrangendo 50 ° S-50 ° N (e todas as longitudes) e variando de 1981 até o presente, o CHIRPS incorpora nossa climatologia interna, CHPclim, imagens de satélite com resolução de 0,05 ° e dados de estações in-situ para criar séries temporais de precipitação em grade para análise de tendências e monitoramento de secas sazonais (CHIRPS 2025).

PROCESSAMENTO.

Para processar os dados colhidos, utilizamos o Github, o Earth Engine e o QGIS. O GitHub é uma plataforma online de hospedagem de códigos e gerenciamento, é bastante utilizado por programadores e desenvolvedores, pois permite compartilhar e armazenar código-fontes, como prompts (GITHUB 2025). Já o Earth Engine foi usado para processar os dados retirados do Chirps, com o código que estava no GitHub, e com ajuda do Qgis podemos delimitar a área do nosso estudo, fazendo com que os dados de temperatura e de precipitação fossem usados apenas os de Castanhal, fazendo com que não demorasse. Após essas etapas, obtivemos os dados que necessitávamos, através de arquivos em formato de CSV, desde 1981, até o ano de 2024.

ANALISE.

Com os dados em mãos, o próximo passo seria a interpretação desses dados obtidos. Agora com ajuda do Excel conseguimos organizar os documentos de CSV, para planilhas, podendo até criar tabelas para a melhor compreensão. Os dados analisados com base na extração de dados, foram: Precipitação acumulada anual, Precipitação média mensal acumulada para o município, Precipitação mensal acumulada ao longo dos anos, Temperatura média anual e Temperatura mensal acumulada por município.

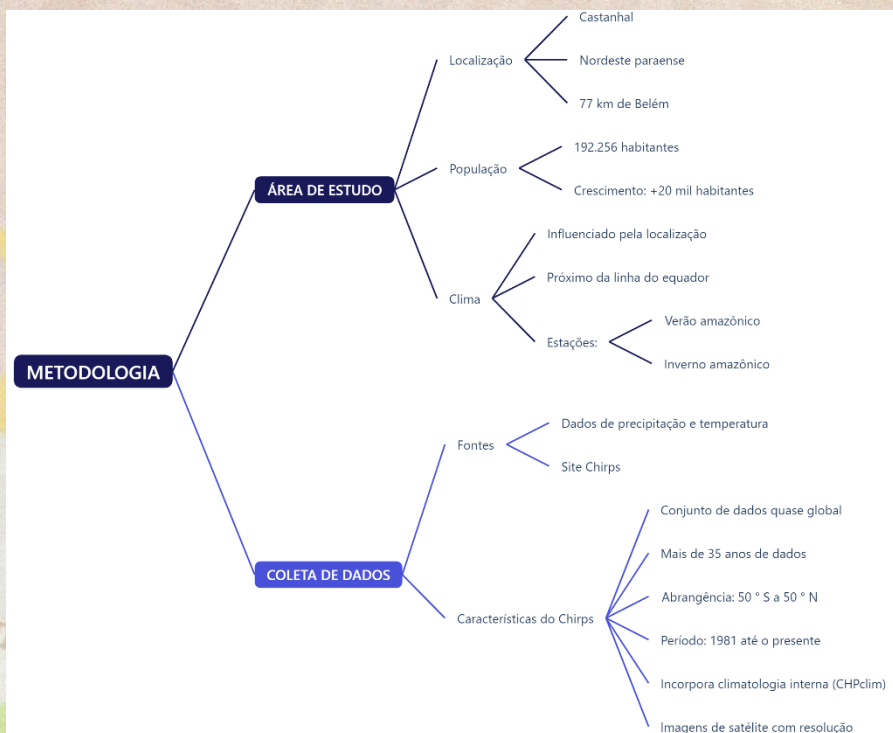


Figura 2: Fluxograma da metodologia

3. Resultados/Discussões

PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ANUAL.

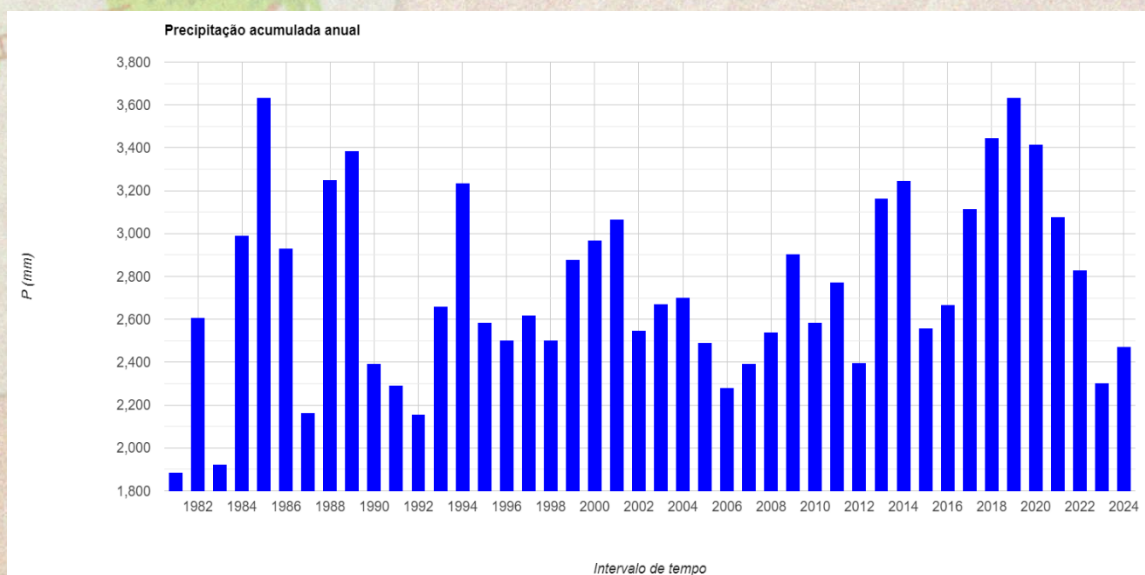


Figura 3: Gráfico de precipitação acumulada anual

Fonte: Earth Engine

A análise dos dados extraídos, aprimorou a visualização e compreensão a partir da criação de planilhas e tabelas. Para o início dos estudos, os dados referentes a precipitação anual acumulada foram explorados. A distribuição dos índices pluviométricos ao longo das décadas evidencia anos de extremos hídricos, tanto em termos de excesso quanto de escassez de chuva. Os anos de maior volume de precipitação, como 1985 (3.634,77 mm) e 2019 (3.635,02 mm), coincidem com períodos em que mais chove na região, resultando em intensificação das chuvas. Situações como essas costumam trazer consequências negativas, como alagamentos em áreas urbanas e rurais, processos de erosão do solo e prejuízos à infraestrutura local. Em contraste, anos como 1981 (1.888,26 mm), 2023 (2.303,51 mm) e 2024 (2.219,22 mm) apresentaram volumes significativamente menores de precipitação, indicando períodos de seca relativa. Esses momentos de estiagem podem estar relacionados ao El Niño, que é o aquecimento das águas do Oceano Pacífico.

PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL ACUMULADA PARA O MUNICÍPIO.

Sobre a precipitação média mensal acumulada para o município, o estudo revela uma clara sazonalidade, característica de regiões de clima tropical ou subtropical. O padrão identificado destaca um período chuvoso entre janeiro e março, seguido por uma transição gradual para a estação seca, que se estende de junho a setembro. O mês de março registra a

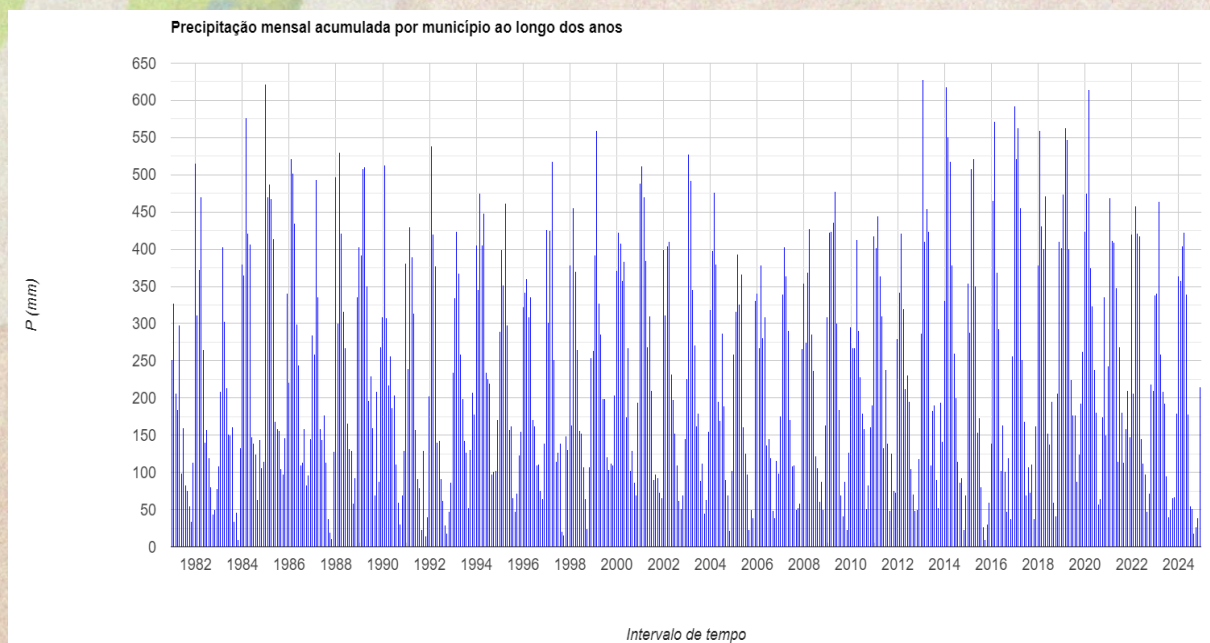


Figura 4: Gráfico de precipitação mensal acumulada

Fonte: Earth Engine

maior precipitação acumulada (445423 mm). A partir de junho, observa-se uma queda expressiva nos índices pluviométricos, com setembro sendo o mês mais seco (68763 mm). A partir de outubro, a precipitação volta a aumentar gradativamente, marcando a transição para a nova estação chuvosa.

PRECIPITAÇÃO MENSAL ACUMULADA POR MUNICÍPIO AO LONGO DOS ANOS.

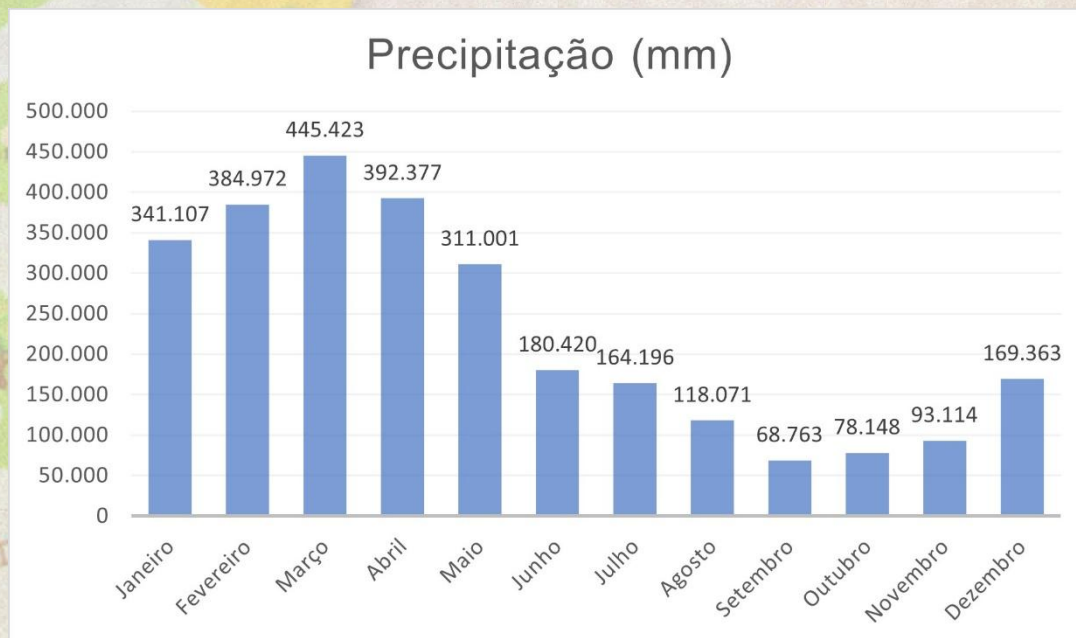


Figura 5: Gráfico de precipitação mensal acumulada ao longo dos anos

Fonte: Elaborado pelo autor

Falando sobre a precipitação mensal acumulada ao longo do período de 1981 a 2024, é evidenciada uma dinâmica climática sazonal bem definida, característica de regiões tropicais e subtropicais. Os dados indicam que os meses de janeiro a março concentram os maiores volumes de precipitação. Entre os registros mais significativos, destaca-se março de 2020, com um acumulado de 615.054 mm, e janeiro de 1985, com 621.578 mm. Esses valores sugerem a intensificação de eventos extremos ao longo dos anos, corroborando estudos que apontam para um aumento da frequência e severidade das chuvas em

decorrência de variações climáticas globais. No extremo oposto, os meses de junho a setembro apresentam os menores volumes pluviométricos. A análise dos dados evidencia que setembro de 2024 registrou a menor precipitação da série histórica, com apenas 18.730 mm.

TEMPERATURA MÉDIA ANUAL.

A análise sobre a temperatura de Castanhal, vai ter como base, os anos entre 1981 e 2023. Ao longo dessas quatro décadas, pode ser observado muitos momentos de certa estabilidade intercalados por períodos de aumento mais acentuado.

Logo nos primeiros anos do estudo, entre 1981 e 1990, a temperatura média anual em Castanhal variou entre 25,872°C e 27,042°C, com uma média de 26,372°C. Esse período foi marcado por uma certa constância térmica, com variações anuais que não ultrapassaram 1,170°C. No entanto, em 1983, houve um destaque: a temperatura média chegou a 27,432°C. O ano de 1998 foi particularmente quente, com uma média de 26,790°C, a mais alta da década. A partir dos anos 2000, a tendência de aumento da temperatura média anual em Castanhal ficou mais evidente. Entre 2000 e 2010, os valores oscilaram entre 26,015°C e 26,924°C, com uma média de 26,470°C. Dois anos se destacaram nesse período: 2005, com 26,730°C, e 2010, com 26,924°C. A variabilidade térmica também aumentou, sugerindo que o clima local está se tornando menos previsível e mais suscetível a extremos. O período mais recente, de 2011 a 2023, foi marcado por um aumento ainda mais expressivo na temperatura média anual. O ano de 2016 registrou o valor

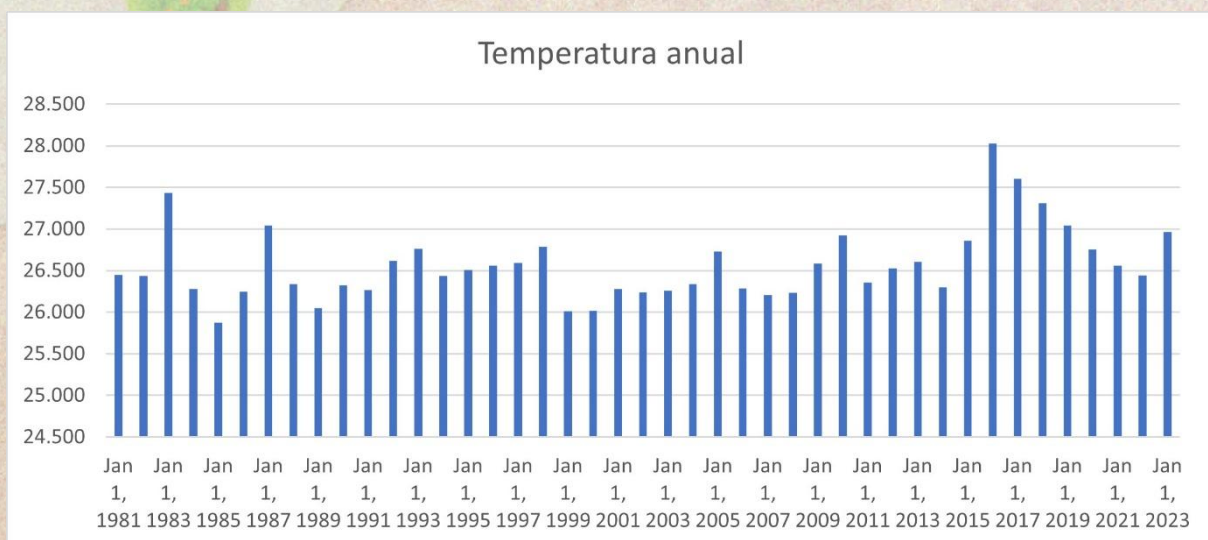


Figura 6: Gráfico de temperatura média anual

Fonte: Elaborado pelo autor

mais alto de toda a série histórica, com 28,027°C, seguido por 2017 (27,601°C) e 2018 (27,312°C). Esses anos coincidem com eventos climáticos globais extremos, como o forte El Niño de 2015-2016, que elevou as temperaturas em várias partes do mundo, incluindo a região amazônica.

TEMPERATURA MENSAL ACUMULADA AO LONGO DOS ANOS

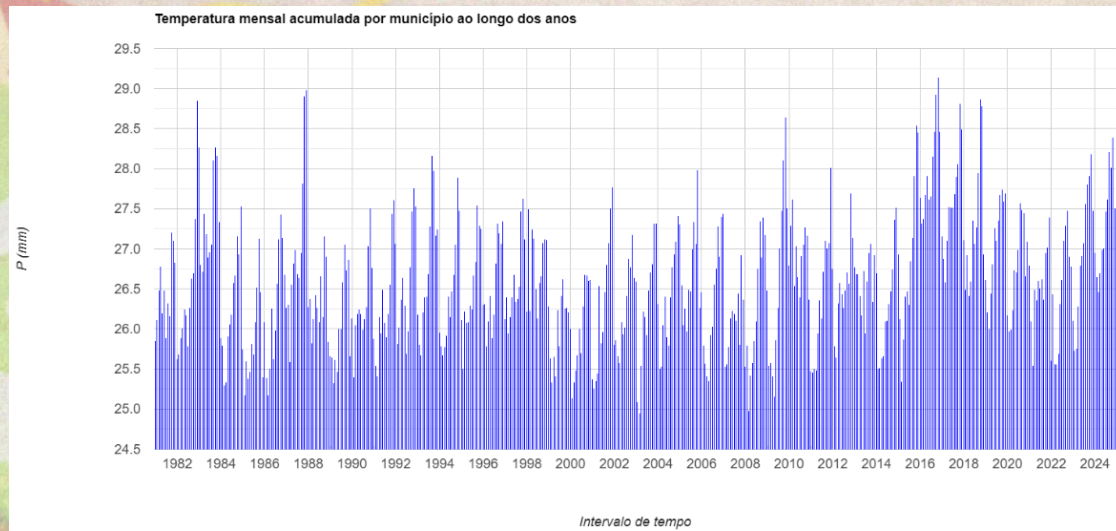


Figura 7: Gráfico de temperatura anual acumulada

Fonte: Earth Engine

Nos primeiros anos da pesquisa, a temperatura acumulada mensal oscilou entre 25,851°C (janeiro de 1981) e 27,203°C (outubro de 1981), resultando numa média geral de 26,372°C. O ano de 1983 foi marcado por temperaturas mais altas, particularmente em outubro (28,273°C) e novembro (28,161°C). Nos anos 90, a temperatura média mensal acumulada oscilou entre 25,010°C (março de 1999) e 28,168°C (setembro de 1993), com uma média geral de 26,470°C. O ano de 1993 foi marcadamente mais quente, com temperaturas altas em setembro (28,168°C) e outubro (27,974°C), confirmando a tendência de aquecimento observada na década anterior. No entanto, houve períodos de amena temperatura, como em 1999, quando a temperatura em março alcançou 25,337°C. Durante a terceira década examinada, a média mensal acumulada de temperatura oscilou entre 24,948°C (março de 2003) e 28,649°C (novembro de 2009), mantendo uma média geral de 26,470°C. O ano de 2009 se sobressaiu pelos seus valores extremamente altos, com novembro marcando 28,649°C e outubro marcando 28,105°C. A década seguinte registrou variações mensais de temperatura acumuladas que oscilaram entre 25,478°C em janeiro de 2011 e 29,139°C em

novembro de 2016, mantendo uma média geral de 26,470°C. O ano de 2016 registrou as temperaturas mais elevadas da série histórica, sendo novembro de 29,139°C, seguido por outubro de 28,922°C e setembro de 28,463°C.

Nos últimos anos, a média mensal acumulada de temperatura mensal oscilou entre 25,546°C (março de 2021) e 28,185°C (novembro de 2023), mantendo uma média geral de 26,470°C.

O ano de 2023 se destacou pelos elevados índices observados, particularmente em novembro (28,185°C) e outubro (27,908°C), confirmando a tendência de aquecimento já notada nas décadas passadas.

ANÁLISE ESPACIAL DA MÉDIA DE PRECIPITAÇÃO MENSAL.

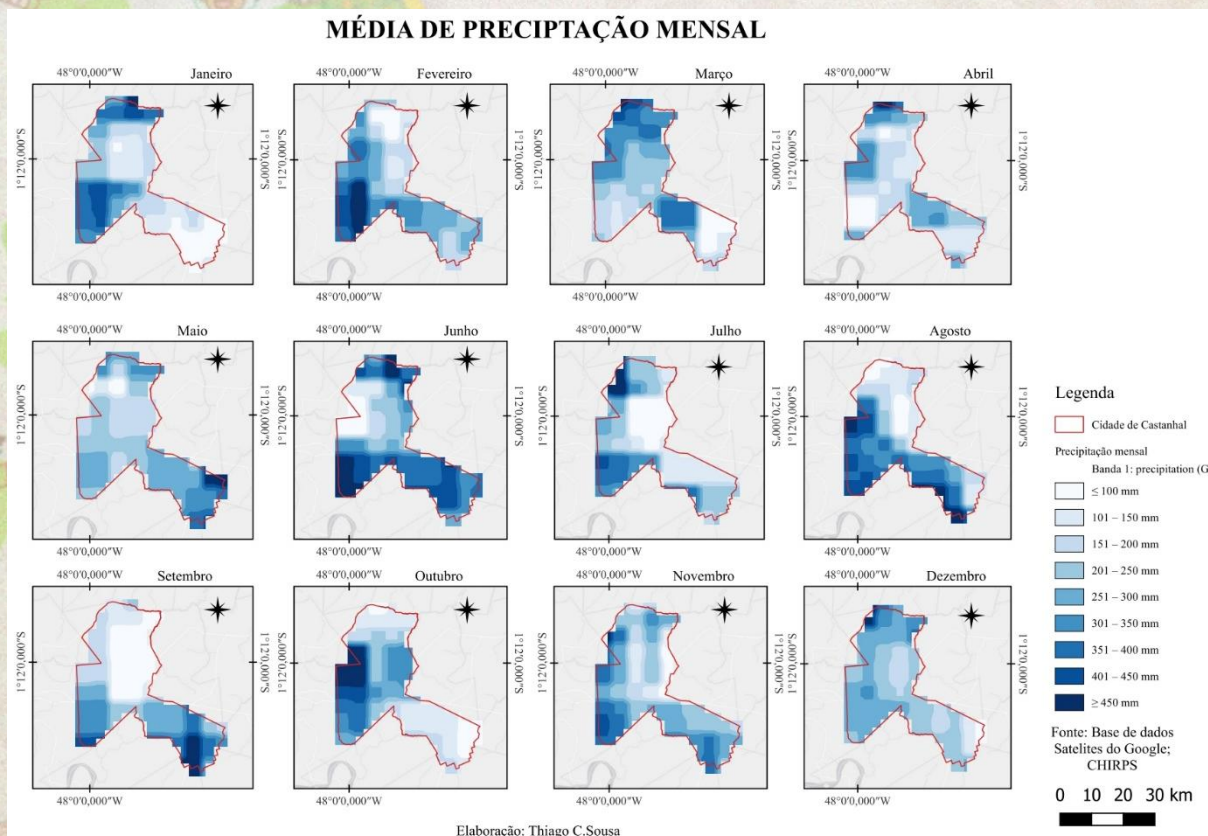
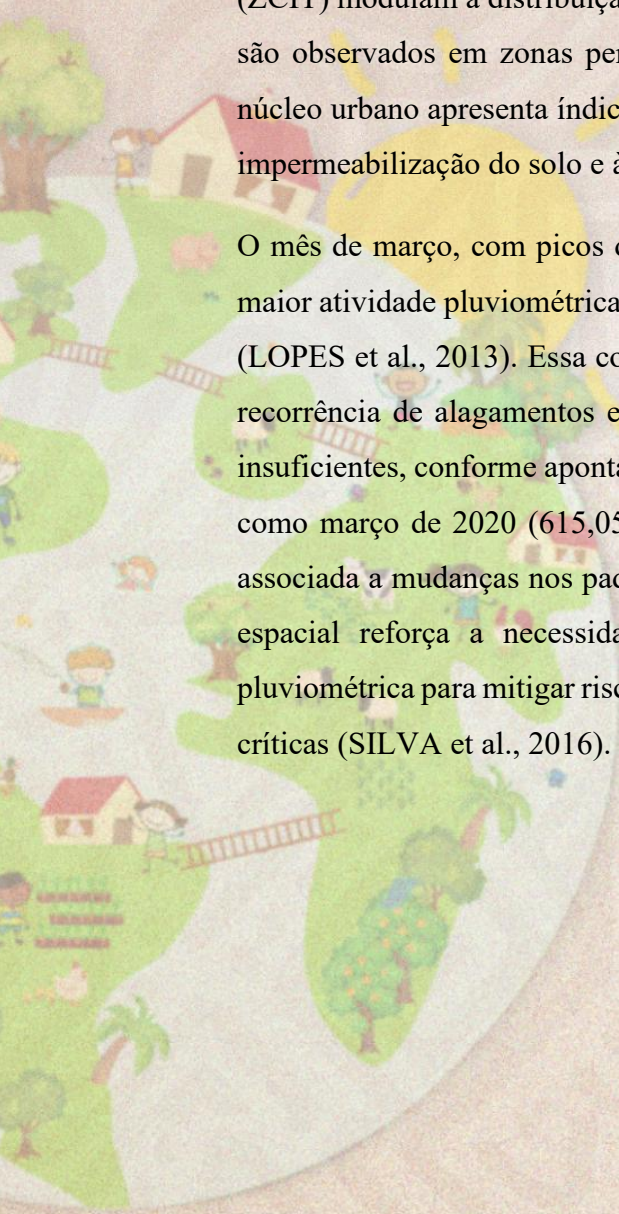


Figura 8: Mapa de Precipitação Média mensal em áreas do Município de Castanhal

O mapa de precipitação média mensal (Figura 8) revela uma distribuição espacial heterogênea no município de Castanhal-PA, com áreas de maior acumulado pluviométrico

concentradas em regiões específicas, especialmente durante o período chuvoso (janeiro a março). Essa variabilidade está alinhada com os padrões climáticos da Amazônia Oriental, onde sistemas convectivos de mesoescala e a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) modulam a distribuição das chuvas (DE SOUZA et al., 2005). Os maiores volumes são observados em zonas periurbanas e áreas com maior cobertura vegetal, enquanto o núcleo urbano apresenta índices ligeiramente inferiores, possivelmente devido ao efeito de impermeabilização do solo e à formação de ilhas de calor urbanas (TUCCI, 2008).

O mês de março, com picos de até 445,42 mm (Figura 4), destaca-se como o período de maior atividade pluviométrica, corroborando a sazonalidade típica do "inverno amazônico" (LOPES et al., 2013). Essa concentração espacial e temporal de chuvas intensas explica a recorrência de alagamentos em áreas de baixa declividade e com sistemas de drenagem insuficientes, conforme apontado no estudo. Além disso, a ocorrência de eventos extremos, como março de 2020 (615,05 mm), sugere uma tendência de intensificação hidrológica, associada a mudanças nos padrões climáticos globais (FERREIRA et al., 2021). A análise espacial reforça a necessidade de políticas públicas que considerem a microescala pluviométrica para mitigar riscos, como a implementação de infraestruturas verdes em áreas críticas (SILVA et al., 2016).



ANÁLISE ESPACIAL DA TEMPERATURA.

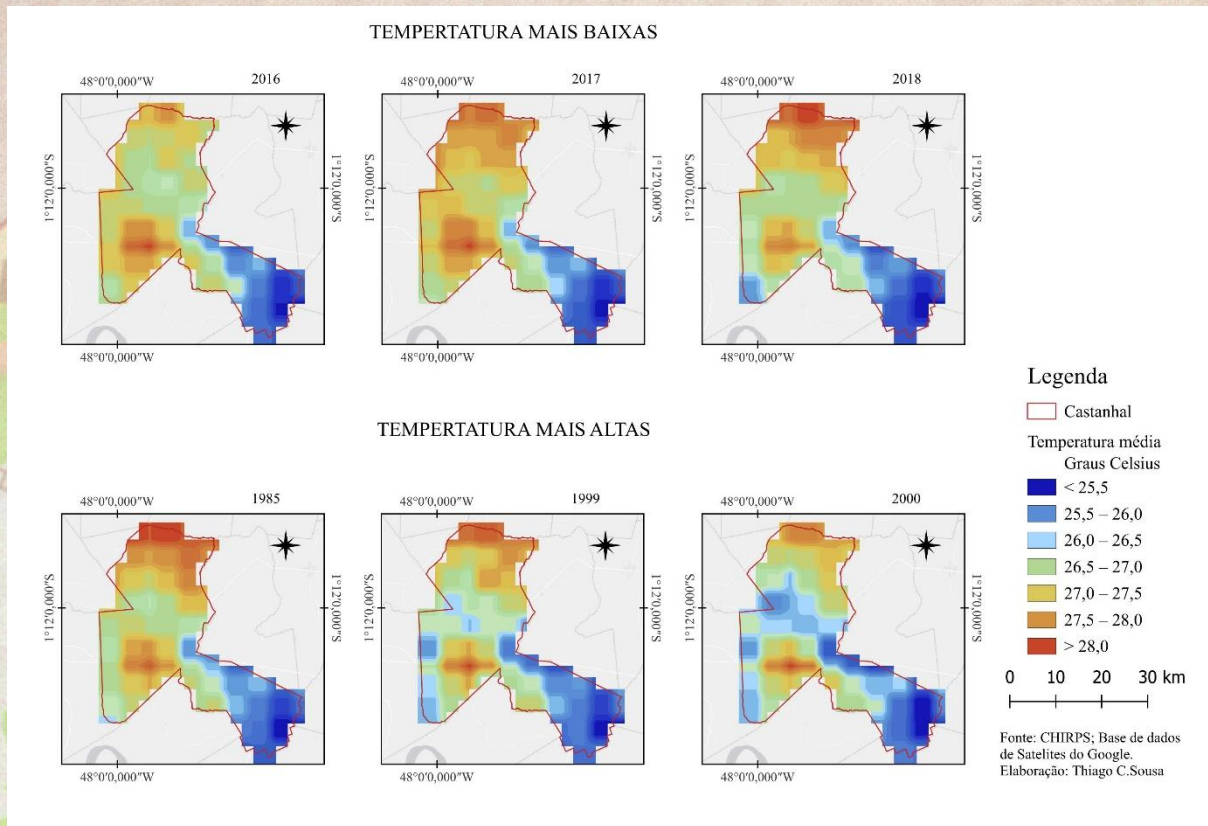


Figura 9: Mapas de temperaturas mais altas e baixas em Castanhal

Os mapas de temperatura (Figura 9) evidenciam uma distribuição térmica homogênea em Castanhal, com médias anuais elevadas (26,47°C) e variações sutis entre meses. No entanto, os anos de 2016 e 2023 destacam-se como períodos de anomalias térmicas significativas, com temperaturas superiores a 28°C em novembro (29,14°C e 28,19°C, respectivamente). Esses picos estão associados a eventos de El Niño (INPE, 2024), que reduzem a nebulosidade e amplificam a incidência solar, conforme descrito por FISCH et al. (1998) para a Amazônia.

A análise espacial revela que as áreas urbanas registram temperaturas ligeiramente mais altas que o entorno, um fenômeno atribuído à substituição de vegetação por superfícies impermeáveis (GASH; MARENGO, 2004). Em contraste, regiões com maior cobertura florestal apresentam menor amplitude térmica, ressaltando o papel da floresta na regulação

microclimática. A tendência de aquecimento progressivo, especialmente pós-2010 (Figura 6), corrobora projeções de DE SOUZA et al. (2021) para a Amazônia Legal e alerta para impactos como a intensificação de veranicos (ROCHA et al., 2018).

Em síntese, a integração entre os mapas de temperatura e precipitação reforça a relação entre extremos climáticos e vulnerabilidades urbanas, destacando a importância de geotecnologias para o planejamento adaptativo (VIANELLO; ALVES, 1991). A persistência de altas temperaturas, combinada com chuvas concentradas, exige estratégias intersetoriais para reduzir riscos socioambientais em Castanhal.

4. Conclusão

A presente pesquisa evidenciou a relevância e a aplicabilidade das geotecnologias, em especial dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como ferramentas estratégicas na análise da vulnerabilidade socioambiental urbana diante de eventos hidrometeorológicos extremos. O estudo realizado no município de Castanhal-PA demonstrou que a integração de dados climáticos históricos da base CHIRPS (1981–2024) com técnicas de geoprocessamento permitiu não apenas identificar padrões sazonais de precipitação e tendências térmicas, mas também mapear espacialmente áreas suscetíveis a alagamentos com elevado grau de precisão.

A análise espacial das médias de precipitação mensal revelou uma heterogeneidade territorial que possibilitou a classificação do município em três níveis distintos de risco: alto, médio e baixo. As porções norte e noroeste, com acumulados superiores a 400 mm/mês, apresentaram-se como zonas críticas, em especial durante eventos como os de março de 2020. Já as áreas centrais e orientais, sob efeito direto da expansão urbana e da impermeabilização do solo, mostraram-se vulneráveis de maneira crescente. As zonas sul e sudeste, por sua vez, apresentaram-se como menos propensas a inundações, beneficiadas por características topográficas e ambientais favoráveis à drenagem.

A confirmação da sazonalidade climática regional, com o “inverno amazônico” concentrando os maiores índices pluviométricos (especialmente em março), contraposto ao “verão amazônico” com valores mínimos (como os 18,73 mm de setembro de 2024), reforça

a importância do planejamento urbano adaptado às variações naturais do regime hídrico. A análise termométrica, por sua vez, evidenciou uma tendência clara de aquecimento ao longo das últimas décadas, culminando no pico de 28,03 °C em 2016, em plena vigência do evento El Niño. Esse comportamento térmico coaduna-se com as tendências apontadas por Fisch et al. (1998), De Souza et al. (2021) e Santos et al. (2012), que já indicavam um aquecimento regional progressivo e seus impactos sobre o balanço hídrico da Amazônia.

Os resultados obtidos reforçam a necessidade urgente de ações planejadas e baseadas em evidências científicas. Recomenda-se a adoção de soluções sustentáveis de drenagem nas áreas de maior risco, o controle mais rigoroso da expansão urbana sobre áreas naturalmente vulneráveis e a preservação dos espaços com potencial de absorção e escoamento natural das águas. Além disso, a implantação de sistemas de monitoramento contínuo e o desenvolvimento de políticas municipais de prevenção aos alagamentos devem ser encarados como prioridades para a gestão pública local.

A metodologia empregada demonstrou-se eficaz e replicável, podendo ser aplicada em outras realidades amazônicas com desafios semelhantes. Ao conjugar dados climáticos de longa duração, análise espacial e sensoriamento remoto, este trabalho fornece subsídios robustos à formulação de políticas públicas mais resilientes às mudanças climáticas e aos seus desdobramentos no meio urbano.

Por fim, sugere-se que futuras investigações aprofundem a relação entre os alagamentos e as dinâmicas de uso e ocupação do solo em Castanhal, bem como avaliem a eficácia de medidas estruturais e não estruturais de mitigação. Tal abordagem integraria as diretrizes de planejamento urbano sustentável propostas por Tucci (2008), Silva et al. (2016) e demais autores que abordam a interface entre clima, espaço urbano e vulnerabilidade socioambiental na Amazônia.

5. Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, à Professora Doutora Milena Quaresma, pela orientação dedicada, pela paciência e pelos valiosos ensinamentos que contribuíram imensamente para o desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação foi essencial em todas as etapas da

pesquisa. Estendo meus agradecimentos à Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará (FAPESPA), pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste estudo. Agradeço também à Universidade do Estado do Pará (UEPA), instituição na qual venho construindo minha trajetória acadêmica, por oferecer o suporte necessário ao desenvolvimento desta pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

DE SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S.; GUIMARÃES, J. T. F.; FRANCO, V. S.; AZEVEDO, F. T. M.; SOUZA, P. J. O. P. Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia legal brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo regcm4. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 18, 2021.

DE SOUZA, E. B.; KAYANO, M. T.; AMBRIZZI, T. Variabilidade intrassazonal e submensal sobre a Amazônia oriental e o Nordeste do Brasil durante a estação chuvosa de outono. *Climatologia Teórica e Aplicada*, v. 81, p. 177–191, 2005.

FERREIRA, D. B. da S.; SOUZA, E. B.; OLIVEIRA, J. V. de. Identificação de extremos de precipitação em municípios do estado do Pará e sua relação com os modos climáticos atuantes nos oceanos Pacífico e Atlântico. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 27, p. 197–222, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v27i0.64630. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14269>. Acesso em: 15 abr. 2024.

FISCH, G.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. *Acta Amazônica*, v. 2, p. 101–101, 1998.

FUNCK, C. et al. The Climate Hazards Infrared Precipitation with Stations – CHIRPS. University of California, Santa Barbara. Disponível em: <https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GASH, J. H. C.; MARENGO, J. Clima amazônico: resultados e pesquisas futuras. *Climatologia Teórica e Aplicada*, v. 78, p. 187–193, 2004.

GITHUB. GitHub: Where the world builds software. Disponível em: <https://github.com>. Acesso em: 20 jan. 2025.

GOOGLE. Google Earth Engine. Disponível em: <https://earthengine.google.com>. Acesso em: 20 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2022: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Monitoramento e classificação do fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS). São José dos Campos, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br/assuntos/noticias/monitoramento-enso>. Acesso em: 14 maio 2025.

LEITE, M. E.; ROSA, R. Geografia e geotecnologias no estudo urbano. *Caminhos de Geografia*, v. 17, n. 17, p. 180–186, 2006.

LOPES, M. N. G.; DE SOUZA, E. B.; FERREIRA, D. B. S. Climatologia regional da precipitação no estado do Pará. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 12, 2013.

NOGUEIRA, J. L. et al. Variabilidade espacial da precipitação no Pará associada a alguns eventos do ENOS. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 1, p. 97–107, 2010.

OLIVEIRA, C. G. B. Análise espaço-temporal da vulnerabilidade às mudanças climáticas da bacia hidrográfica do Rio Moxotó – PE, utilizando o sensoriamento remoto. Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Recife, PE, 2018.

ROCHA, T. B. B. et al. Indicadores de veranicos e de distribuição de chuva no Ceará e os impactos na agricultura de sequeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 36, n. 3, 2018.

SANTOS, C. A.; COSTA DOS, S.; SATYAMURTY, P.; SANTOS, E. M. Tendências de índices de extremos climáticos para a região de Manaus-AM. *Acta Amazônica*, v. 42, p. 329–336, 2012.

SEGURA, H. et al. Recent changes in the precipitation-driving processes over the southern tropical Andes/western Amazon. *Climate Dynamics*, p. 1–19, 2020.

SILVA, D. A. N.; SILVA, M. L.; LEONARDI, F. A. Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano: proposta preliminar de expansão urbana no Município de Inconfidentes – MG. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 4, p. 1191–1205, 2016.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. *Estudos Avançados*, v. 22, p. 97–112, 2008.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. *Meteorologia e aplicações*. Viçosa: UFV, 1991. 449 p.

ZAMBRANO-BIGIARINI, M. et al. Temporal and spatial evaluation of satellite-based rainfall estimates across the complex topographical and climatic gradients of Chile. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 21, n. 2, p. 1295–1320, 2017.

