

# Variabilidade, Anomalias e Tendências da Precipitação em Frutal, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - Brasil

Variability, Anomalies, and Trends in Precipitation in Frutal, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba - Brazil

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo<sup>1</sup> 

João Alberto Fischer Filho<sup>2</sup> 

## Palavras-chave

Índices Climáticos  
Oscilação Decadal do Pacífico  
Índice de Precipitação Padronizada  
ENOS

## Resumo

Os extremos de precipitação e os períodos de seca têm se intensificado nas últimas décadas, refletindo alterações no ciclo hidrológico associadas às mudanças climáticas e à variabilidade natural. Este estudo analisou as anomalias de precipitação, as tendências temporais e as mudanças no regime pluviométrico no município de Frutal, entre 1990 e 2025, utilizando dados de reanálise ERA5-Land. A variabilidade pluviométrica foi avaliada por meio do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e Precipitação Padronizada (SPI), enquanto as tendências foram investigadas pelo teste de Mann-Kendall. Os dados foram processados em ambiente computacional em nuvem Google Earth Engine, a influência de padrões climáticos de grande escala foi examinada com base na Oscilação Decadal do Pacífico (PDO) e nos eventos El Niño–La Niña (ENOS). Foram observados que os totais anuais de precipitação variaram entre 765 e 1.923 mm, com média de 1.314 mm, evidenciando elevada variabilidade interanual, houve predominância de condições úmidas nas décadas iniciais da série, seguida por intensificação de anomalias negativas após o ano de 2010 e a análise de tendência indicou redução estatisticamente significativa da precipitação anual. Os índices SPI e IAC apresentaram elevada concordância na identificação das anomalias pluviométricas, enquanto as correlações revelaram associação positiva moderada entre a precipitação e a PDO ( $r \approx 0,48$ ), além de coerência com os eventos do ENOS. Conclui-se que Frutal apresenta uma transição para condições progressivamente mais secas, essas mudanças afetam diretamente a disponibilidade hídrica e a sustentabilidade das atividades agropecuárias locais, ressaltando a necessidade de estratégias de adaptação e gestão hídrica.

## Keywords

Climate Indices  
Pacific Decadal Oscillation  
Standardized Precipitation Index  
ENSO

## Abstract

Extreme precipitation events and drought periods have intensified in recent decades, reflecting changes in the hydrological cycle associated with climate change and natural climate variability. This study analyzed precipitation anomalies, temporal trends, and changes in the rainfall regime in the municipality of Frutal, Brazil, between 1990 and 2025, using ERA5-Land reanalysis data. Rainfall variability was assessed using the Rainfall Anomaly Index and the Standardized Precipitation Index, while temporal trends were investigated using the non-parametric Mann-Kendall test. Data processing was performed in the cloud-based Google Earth Engine platform, and the influence of large-scale climate patterns was examined based on the Pacific Decadal Oscillation and El Niño–Southern Oscillation (ENSO) events. Annual precipitation totals ranged from approximately 765 to 1,923 mm, with a mean of 1,314 mm, indicating high interannual variability. Predominantly wet conditions were observed during the early decades of the series, followed by an intensification of negative anomalies after 2010, and trend analysis revealed a statistically significant decrease in annual precipitation. The SPI-12 and RAI indices showed strong agreement in identifying rainfall anomalies, while correlation analyses indicated a moderate positive association between precipitation and the PDO ( $r \approx 0.43$ ), as well as consistency with ENSO events. It is concluded that Frutal has undergone a transition toward progressively drier conditions, which directly affects water availability and the sustainability of local agricultural activities, highlighting the need for adaptation strategies and water resource management.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas configuram-se como um processo resultante das interações entre os diferentes componentes do sistema Terra, incluindo atmosfera, oceanos, superfície continental e biosfera, sendo influenciadas tanto por fatores naturais quanto por ações humana. Nas últimas décadas, sua intensificação tem sido amplamente relacionada ao aumento das atividades antrópicas, que têm amplificado os sinais naturais do clima e favorecido a ocorrência mais frequente e intensa de eventos extremos (Párraga, 2003). Sendo assim, a precipitação destaca-se como elemento central do ciclo hidrológico e do sistema climático, fundamental não apenas o volume total de chuvas, mas também sua distribuição no espaço e no tempo para a definição dos regimes pluviométricos ao longo dos anos.

Diante da crescente variabilidade climática, o planejamento para a avaliação de impactos adversos torna-se cada vez mais dependente da disponibilidade de dados climáticos e espaciais confiáveis, provenientes de sistemas de monitoramento e modelos de previsão (Gois *et al.*, 2024). A importância desses instrumentos torna-se ainda mais evidente considerando que a precipitação é um fenômeno pontual que demanda maior espacialização e obtenção de dados em escalas mais refinadas.

Essa variabilidade é fortemente modulada por mecanismos de teleconexão, que influenciam a intensidade, a frequência e a distribuição espacial das chuvas em escalas sazonal, interanual e interdecenal (Reboita *et al.*, 2021). Dentre esses mecanismos, destacam-se o *El Niño/La Niña*–Oscilação Sul (ENOS) (Grimm *et al.*, 2000) e a Oscilação Decadal do Pacífico (PDO) (Lima *et al.*, 2018).

Essas análises são fundamentadas no uso de índices climáticos, os quais fornecem informações quantitativas essenciais para apoiar os tomadores de decisão na caracterização e no monitoramento desses fenômenos (Jain *et al.*, 2015). Entre os principais indicadores empregados destacam-se o Índice de Precipitação Padronizada (SPI) e o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), amplamente utilizados para identificar déficits e excessos pluviométricos em diferentes escalas temporais (Hao; Aghakouchak, 2014; Peres *et al.*, 2023).

Esses índices têm se consolidado como ferramentas fundamentais para o acompanhamento climático, o planejamento dos recursos hídricos e a mitigação dos impactos associados a eventos extremos (Sousa *et al.*, 2021; Sousa *et al.*, 2009).

Segundo Silva Junior (2025), os sistemas hidrológicos, normalmente caracterizados por uma sazonalidade bem definida, vem sofrendo alterações significativas em função das mudanças climáticas, sobretudo em razão de modificações nos padrões de precipitação e do aumento das taxas de evaporação associadas à elevação da temperatura.

Entre os principais efeitos dessas transformações destacam-se o incremento na frequência e na intensidade de secas e de eventos de chuvas extremas em diferentes regiões, impactando diretamente a disponibilidade de água, a produção agrícola, os ecossistemas e o bem-estar socioeconômico (Blain; Kayano, 2011; Machado Filho *et al.*, 2016; Marengo *et al.*, 2012). Segundo Zhang *et al.* (2016), as chuvas têm sofrido com as alterações climáticas interanuais a interdecenais, o que pode causar impactos profundos na agricultura e nos recursos hídricos.

Diante desses efeitos recorrentes e de longo prazo sobre os regimes de precipitação, torna-se fundamental não apenas caracterizar as anomalias climáticas, mas também investigar suas tendências temporais. Nesse sentido, o teste não paramétrico de Mann-Kendall tem sido amplamente aplicado em estudos ambientais devido à sua robustez estatística, possibilitando a identificação de tendências significativas em séries históricas de precipitação (Boldrin *et al.*, 2025; Kendall, 1975; Mann, 1945; Xavier Júnior *et al.*, 2020).

No Brasil, diversos estudos têm demonstrado que a intensificação de secas e de extremos pluviométricos está associada tanto às mudanças climáticas globais quanto às teleconexões oceano-atmosfera (Jang; Yoon, 2026; Lu *et al.*, 2026). Estudos que investigam os impactos regionais das mudanças climáticas sobre a sazonalidade dos fluxos hídricos têm ganhado destaque, permitindo uma compreensão mais integrada e robusta dos possíveis cenários futuros (Eisner *et al.*, 2017).

Adicionalmente, o uso de plataformas computacionais em nuvem, como o *Google Earth Engine* (2026), tem se consolidado como uma ferramenta estratégica para a análise de grandes volumes de dados climáticos, possibilitando o acesso integrado a bases globais de alta resolução espacial e temporal, como o ERA5-Land (2026). Essa abordagem permite o processamento eficiente de longas séries históricas, amplia a reprodutibilidade das análises e facilita a aplicação de índices climáticos e métodos estatísticos em escala local, contribuindo significativamente para o

monitoramento hidroclimático (Gorelick *et al.*, 2017).

Diante da forte dependência das atividades agrícolas em relação ao regime de chuvas, a realização de análises climáticas em escala regional torna-se especialmente relevante em regiões do Sudeste brasileiro, como o município de Frutal, no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba.

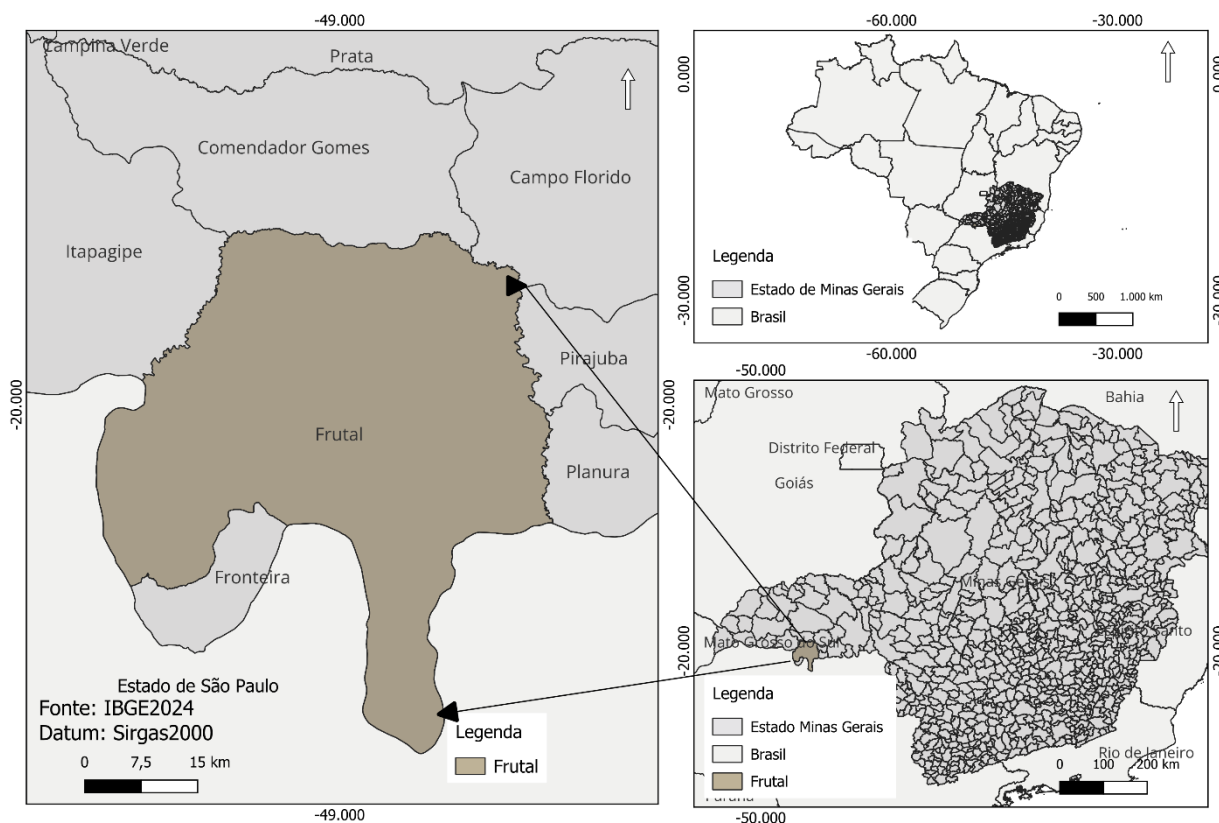
Desta forma, o presente trabalho busca compreender a variabilidade pluviométrica no município de Frutal (MG) ao longo do período de 1990 a 2025, por meio da análise de anomalias de precipitação, tendências temporais e possíveis alterações no regime de chuvas, com base nos dados de reanálise ERA5-Land, contribuindo para o entendimento da dinâmica hidroclimática regional.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Frutal, localizado na região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba no estado de Minas Gerais, Brasil, entre as coordenadas 19°55'S e 20°15'S de latitude sul e 48°45'W e 49°10'W de longitude oeste (Figura 1). O relevo é predominantemente plano a suavemente ondulado, com altitudes médias em torno de 550 m, característico do Planalto Central Brasileiro, conforme mapeamentos geomorfológicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009).

Figura 1 – Localização da área de estudo



Fonte: Os autores (2026).

### Dados e processamentos

Foram utilizados dados mensais de precipitação provenientes do conjunto ERA5-Land Monthly Aggregated, desenvolvido pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas de Médio Prazo (ECMWF) e disponibilizado na biblioteca de dados do *Google Earth Engine* (GEE), com resolução espacial aproximada de 0,1° (cerca de 11 km). A variável analisada corresponde à

soma mensal da precipitação total (*total\_precipitation\_sum*), originalmente expressa em metros de lâmina d'água, sendo posteriormente convertida para milímetros (mm) para fins de interpretação hidrológica.

Os dados foram extraídos para o período de 1990 a 2025 e recortados espacialmente ao limite municipal de Frutal (MG), por meio de dados vetoriais Shapefile, obtidos no site do IBGE. Posteriormente, os totais mensais foram

somados para obtenção da precipitação anual utilizada nas análises dos índices climáticos e nas avaliações estatísticas. Todo o processamento foi conduzido em ambiente de computação em nuvem no *Google Earth Engine*, garantindo eficiência no manejo de grandes volumes de dados e reprodutibilidade das análises (Gorelick *et al.*, 2017).

Para a elaboração do mapa temático de distribuição espacial da precipitação, foi aplicada a técnica de interpolação espacial pelo método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW – *Inverse Distance Weighting*), que estima valores em locais não amostrados com base na proximidade e na ponderação dos pontos conhecidos. O procedimento foi realizado no software QGIS, versão 3.42 (2025), permitindo a geração de superfícies contínuas representativas da variabilidade espacial da precipitação por toda a área de estudo.

### Análise Exploratória

Os valores mensais foram acumulados para obtenção dos totais anuais de precipitação, que constituíram a série temporal utilizada nas análises estatísticas. A série anual de precipitação foi submetida à análise estatística descritiva, calculando-se a Média ( $M_e$ ), Mediana ( $M_d$ ), Desvio Padrão ( $\sigma$ ), e o Coeficiente de Variação (CV), expresso em porcentagem (Equação 1):

$$CV = \frac{\sigma}{M_e} \times 100 \quad (1)$$

O Índice de Anomalia de Chuva (IAC), proposto por Rooy (1965) foi utilizado para quantificar os desvios anuais de precipitação em relação à média climatológica da série histórica, permitindo a identificação de anomalias positivas (anos mais chuvosos que a média, Equação 2) e negativas (anos mais secos que a média, Equação 3), bem como a classificação dos períodos secos e úmidos.

$$IAC+ = 3 \times \frac{N - \bar{N}}{M - \bar{N}} \quad (2)$$

$$IAC- = 3 \times \frac{N - \bar{N}}{X - \bar{N}} \quad (3)$$

onde: N é a precipitação observada no ano analisado (mm);  $\bar{N}$  é a precipitação média anual da série histórica (mm); M é a média das dez maiores precipitações anuais da série (mm); X é a média das dez menores precipitações anuais da série (mm).

A classificação dos anos secos e úmidos (Tabela 1) foi realizada conforme proposta de Araújo *et al.* (2009), a partir da metodologia de Freitas (2005) distinguindo categorias como extremamente seco, muito seco, normal, chuvoso e extremamente chuvoso.

**Tabela 1** – Classes de intensidade do Índice de Anomalia de Chuva (IAC)

	Faixa do IAC	Classe de intensidade
Índice de Anomalia de Chuva	> 4	Extremamente úmido
	2 a 4	Muito úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito seco
	< -4	Extremamente seco

Fonte: Araújo *et al.* (2009), adaptado de Freitas (2005).

O Índice de Precipitação Padronizada foi aplicado na escala de 12 meses (SPI-12) a partir dos totais anuais de precipitação, utilizando a padronização estatística da série histórica, conforme abordagem apresentada por Mahfouz

*et al.* (2016). A Tabela 2, reúne os valores anuais do SPI-12 e suas respectivas classes climáticas, permitindo a análise comparativa da variabilidade pluviométrica ao longo do período de estudo.

**Tabela 2** – Classificação dos períodos secos e úmidos

SPI	Categoria
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,5 a 1,99	Muito úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido
-0,99 a 0,99	Próximo ao normal
-1,00 a 1,49	Moderadamente seco
-1,50 a -1,49	Muito Seco
$\leq -2,00$	Extremamente Seco

Fonte: McKee (1993), adaptado de Gois *et al.* (2024).

A identificação de tendências na série anual de precipitação foi realizada por meio do teste não paramétrico de Mann-Kendall, que consiste em um método estatístico não paramétrico (Mann, 1945; Kendall, 1975), recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para a detecção de tendências em séries temporais de dados ambientais. De acordo com Chebana *et al.* (2013), o teste é amplamente reconhecido como uma ferramenta robusta para a análise de tendências, sendo desenvolvido para verificar a hipótese nula (H0) de inexistência de tendência nos dados.

Os autores ressaltam ainda que a presença de correlação serial positiva tende a aumentar a chance de rejeição da hipótese nula, enquanto a correlação negativa reduz essa probabilidade (Von Storch, 1995). Conforme descrito por Wagesho *et al.* (2012), considerando-se uma série temporal ( $X_1, X_2, \dots, X_n$ ) composta por  $n$  variáveis aleatórias independentes e identicamente distribuídas (iid), a estatística do teste de Mann-Kendall é expressa pela (Equação 4).

A estatística  $S$  é definida por:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{ sinal}(X_j - X_i) \quad (4)$$

sendo  $X_i$  os valores da série, em geral tomados em intervalos de tempo anuais,  $i$  e  $j$  os índices de tempo, e  $n$  é o número de elementos da série. O termo  $\text{sinal}(X_j - X_i)$  é determinado por (Equação 5).

$$\text{Sinal}(X_j - X_i) = \begin{cases} +1 & \text{se } (X_j - X_i) > 0 \\ 0 & \text{se } (X_j - X_i) = 0 \\ -1 & \text{se } (X_j - X_i) < 0 \end{cases} \quad (5)$$

Kendall (1975) mostrou que  $S$  é normalmente distribuída com média  $E(S)$  e variância  $Var(S)$ , e são calculadas pelas (Equação 6 e Equação 7), respectivamente, para uma situação na qual pode haver valores iguais a  $x$ :

$$E[S] = 0 \quad (6)$$

$$Var[S] = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q tp(tp-1)(2tp+5)}{18} \quad (7)$$

onde:  $tp$  é o número de dados com valores iguais num certo grupo ( $pth$ ) e  $q$  é o número de grupos contendo valores iguais na série de dados num certo grupo  $p$ . O segundo termo representa

um ajuste para dados censurados, ou seja, dados que apresentam observações descritas como abaixo de um certo limite de detecção. Esses dados não devem ser eliminados, pois poder-se-á gerar graves distorções (Helsel, 2006).

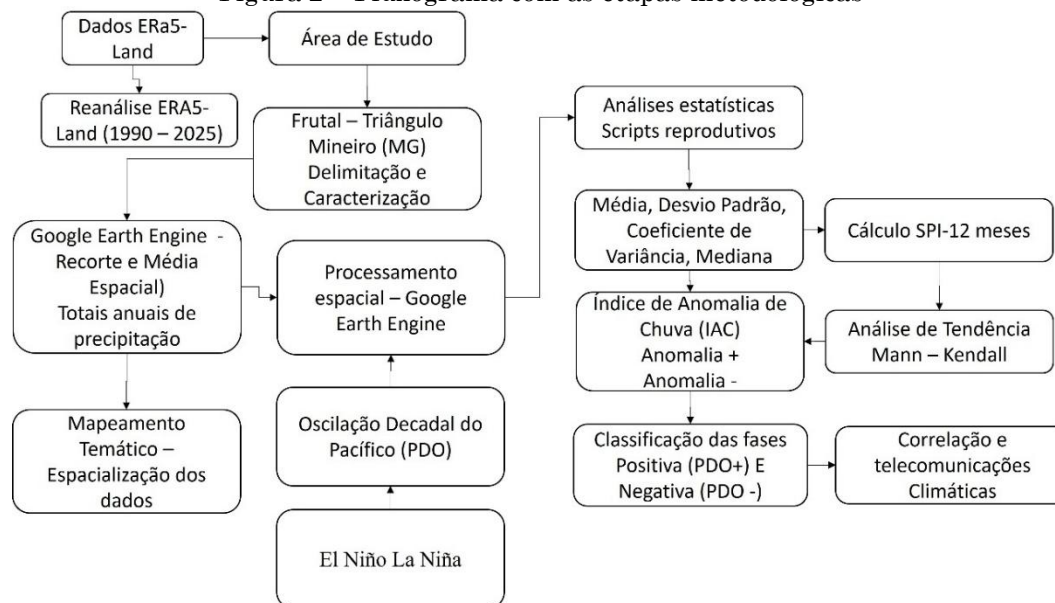
Foram utilizados dados mensais do índice da Oscilação Decadal do Pacífico (PDO), obtidos a partir de bases oceânicas globais disponibilizadas pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), *Climate Center for Environmental Information*, *Climate Center for Environmental Information* (NOAA/CCIEA) e acessadas por meio da plataforma *Google Earth Engine*. Os valores mensais foram posteriormente agregados a valores anuais. A PDO representa variações de longo prazo da temperatura da superfície do mar no Pacífico Norte, caracterizando fases positivas e negativas que modulam a variabilidade climática em escalas multidecadais (Mantua *et al.*, 1997).

Essas fases estão associadas a padrões oceano-atmosféricos relacionados à dinâmica do *El Niño* e da *La Niña*, cujos dados também são fornecidos pela NOAA/CCIEA, influenciando a distribuição espacial e temporal da precipitação em diferentes regiões. Com base nos valores anuais da PDO, os anos foram classificados em fases positiva (PDO+) e negativa (PDO-), utilizadas nas análises de correlação com os índices pluviométricos.

Para investigar as relações entre a variabilidade pluviométrica e a Oscilação Decadal do Pacífico (PDO), foram realizadas análises de correlação linear de Pearson entre os totais anuais de precipitação, o Índice de Precipitação Padronizada na escala de 12 meses (SPI-12) e o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) com os valores anuais da PDO. As correlações foram conduzidas considerando a série completa do período de estudo (1990–2025) e, adicionalmente, separadas de acordo com as fases positiva (PDO+) e negativa (PDO-), permitindo avaliar possíveis diferenças no comportamento das variáveis conforme a fase do modo climático.

Foi avaliada a correlação entre os índices SPI-12 e IAC, a fim de verificar a consistência entre os métodos utilizados na caracterização de períodos secos e úmidos. O fluxograma metodológico (Figura 2), resume as principais etapas desenvolvidas ao longo do estudo.

Figura 2 – Fluxograma com as etapas metodológicas



Fonte: Os autores (2026).

Todo o processamento espacial e temporal dos dados foram realizados na plataforma *Google Earth Engine*, implementadas por meio de scripts em JavaScript, garantindo reprodutibilidade e eficiência computacional.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3, apresenta a distribuição e a espacialização da precipitação média anual no município de Frutal (MG) para o período de 1990 a 2025, observa-se a variabilidade espacial dos volumes pluviométricos ao longo da área de estudo.

Segundo El-Basir *et al.* (2025) que aplicaram a interpolação espacial para gerar a distribuição de precipitação máxima anual e total, avaliando métodos e comparando desempenho de diferentes técnicas de interpolação espacial tendo bons resultados com IDW e reforçando o uso de Sistema de Informação Geográfica e interpolação determinística para estudos hidrológicos.

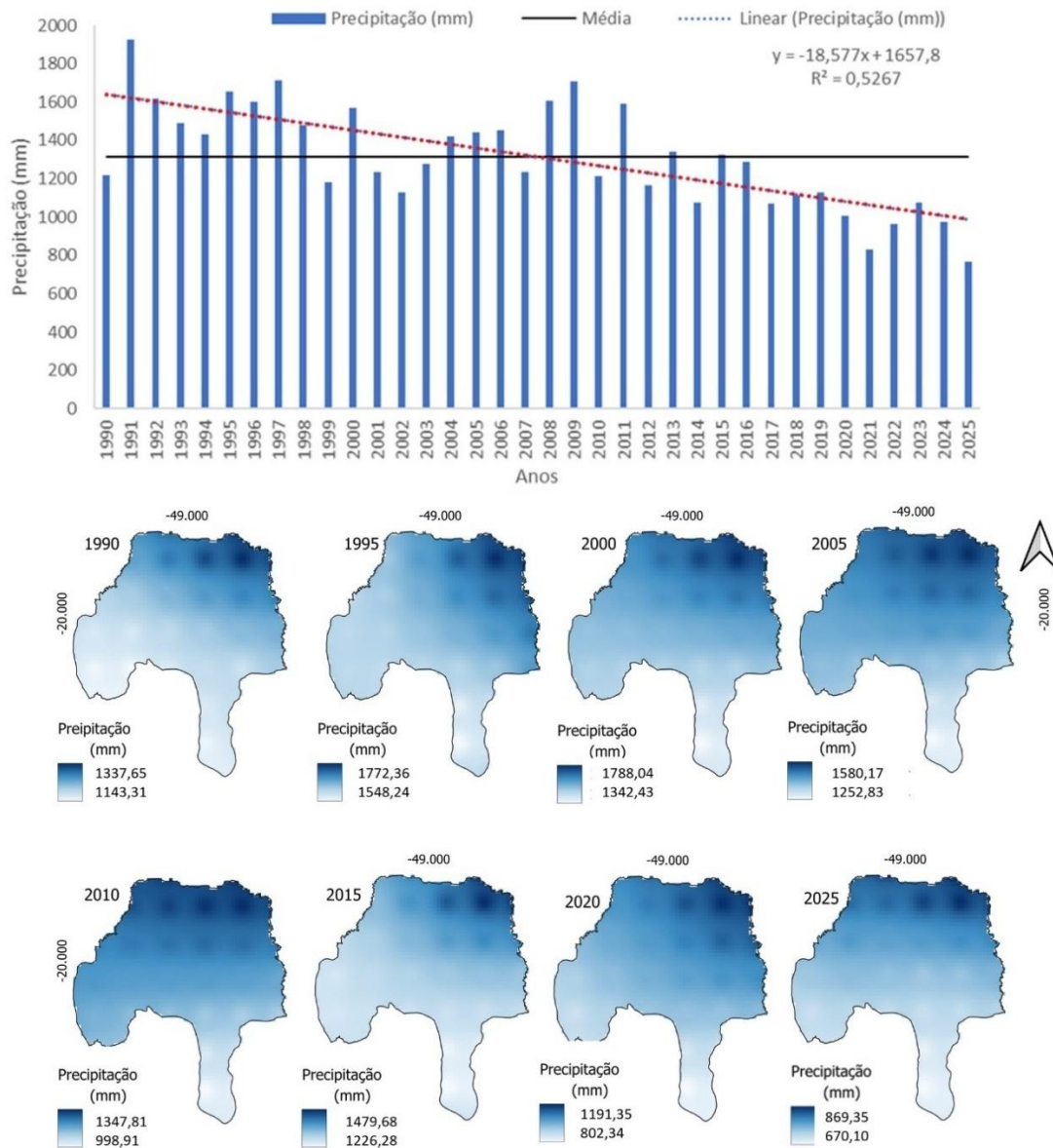
Observou-se se elevada variabilidade interanual dos totais pluviométricos, com

valores superiores a 1.600 mm em alguns anos da década de 1990 e início dos anos 2000, enquanto nos anos mais recentes os totais anuais passam a se concentrar abaixo de 1.200 mm, atingindo valores próximos de 800 mm em 2025.

A reta de tendência linear ajustada aos dados indicou comportamento decrescente da precipitação ao longo do período analisado, com coeficiente angular negativo de aproximadamente 18,6 mm por ano, evidenciando redução progressiva dos volumes anuais, corrobora estudos de Boldrin *et al.* (2025). O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,53$ ) indica que parte significativa da variabilidade da precipitação é explicada pela tendência temporal.

Apesar da manutenção do padrão espacial relativo, com áreas sistematicamente mais úmidas e mais secas, verificou-se uma diminuição generalizada da precipitação em todo o município ao longo da série analisada. Essa variabilidade espacial que pode ser observada na Figura 3 é consistente com estudos que analisaram a dinâmica pluviométrica regional.

Figura 3 – Distribuição espacial da precipitação anual em Frutal (MG) no período de 1990 a 2025



Fonte: Os autores (2026).

A Tabela 3, evidencia essas mudanças expressivas no regime pluviométrico no município, em anos com elevados totais anuais de precipitação, frequentemente superiores a 1.500 mm, como observado em 1991 (1.922,99 mm), 1995 (1.653,64 mm), 1997 (1.712,27 mm), 2008 (1.607,98 mm) e 2009 (1.705,92 mm). Esses anos foram classificados como muito úmidos a extremamente úmidos pelo Índice de Anomalia de Chuva, com valores de IAC superiores a 3,0 em vários episódios, atingindo o máximo de 5,49 em 1991.

Fonseca (2024) identificou tendência de redução da precipitação anual e alteração da distribuição espacial da chuva no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, com maiores volumes concentrados em setores específicos e tendência de diminuição ao longo do tempo. Já Holender e Santos (2023), analisaram tendências de eventos de precipitação intensa no Sudeste do Brasil, e encontraram tendências negativas em muitos postos pluviométricos da região, corroborando com Silva *et al.* (2019).

**Tabela 3** – Distribuição dos valores de precipitação anual (mm), índices climáticos (IAC e SPI-12) e fases da PDO e do ENOS em Frutal (MG), no período de 1990 a 2025

Ano	Precipitação anual (mm)	IAC	Classes-IAC	SPI-12	Classes-SPI	PDO	Fase-PDO	El Niño/La Niña
1990	1221,23	-0,89	Seco Extremamente	-0,35	Normal Extremamente	-0,41	PDO-	
1991	1922,99	5,49	Úmido	2,29	Úmido	-0,57	PDO-	
1992	1619,67	2,75	Muito Úmido	1149,00	Muito Úmido	1,01	PDO+	El Niño
1993	1487,84	1,57	Úmido	0,65	Normal	1,31	PDO+	
1994	1432,78	1,07	Úmido	0,45	Normal	-0,21	PDO-	
1995	1653,64	3,06	Muito Úmido	1277,00	Moderadamente Úmido	0,87	PDO+	El Niño
1996	1599,35	2,57	Muito Úmido	1073,00	Moderadamente Úmido	0,83	PDO+	
1997	1712,27	3,59	Muito Úmido	1497,00	Moderadamente Úmido	1,6	PDO+	El Niño
1998	1479,14	1,49	Úmido	0,62	Normal	0,29	PDO+	El Niño
1999	1180,75	-1,28	Seco	-0,50	Normal	-1,18	PDO-	La Niña
2000	1570,25	2,31	Muito Úmido	0,96	Normal	-0,64	PDO-	La Niña
2001	1236,87	-0,74	Seco	-0,29	Normal	-0,45	PDO-	
2002	1128,29	-1,78	Seco	-0,70	Normal	0,12	PDO+	
2003	1274,72	-0,38	Seco	-0,15	Normal	0,81	PDO+	El Niño
2004	1419,78	0,95	Úmido	0,40	Normal	0,06	PDO+	
2005	1441,97	1,15	Úmido	0,48	Normal	0,1	PDO+	
2006	1453,56	1,26	Úmido	0,52	Normal	0,16	PDO+	
2007	1232,26	-0,78	Seco	-0,31	Normal	-0,19	PDO-	El Niño
2008	1607,98	2,65	Muito Úmido	1105,00	Moderadamente Úmido	-1,11	PDO-	La Niña
2009	1705,92	3,53	Muito Úmido	1473,00	Moderadamente Úmido	-0,49	PDO-	
2010	1210,95	-0,99	Seco	-0,39	Normal	-0,38	PDO-	El Niño
2011	1590,07	2,49	Muito Úmido	1038,00	Moderadamente Úmido	-1,39	PDO-	La Niña
2012	1163,31	-1,44	Seco	-0,57	Normal	-1,09	PDO-	La Niña
2013	1343,53	0,27	Úmido	0,11	Normal	-0,8	PDO-	La Niña
2014	1074,24	-2,29	Muito seco	-0,90	Normal	0,69	PDO+	
2015	1325,29	0,1	Úmido	0,04	Normal	1,19	PDO+	
2016	1287,66	-0,25	Seco	-0,10	Normal	1,11	PDO+	El Niño
2017	1072,48	-2,31	Muito seco	-0,91	Normal	0,34	PDO+	
2018	1115,09	-1,9	Seco	-0,75	Normal	-0,13	PDO-	
2019	1128,90	-1,77	Seco	-0,70	Normal	0,16	PDO+	
2020	1007,87	-2,93	Muito seco Extremamente	-1152,00	Moderadamente Seco	-0,85	PDO-	
2021	830,09	-4,63	seco	-1,82	Muito Seco	-1,4	PDO-	La Niña
2022	961,23	-3,38	Muito seco	-1327,00	Moderadamente Seco	-1,73	PDO-	La Niña
2023	1075,46	-2,28	Muito seco	-0,90	Normal	-1,6	PDO-	La Niña
2024	974,97	-3,24	Muito seco Extremamente	-1275,00	Moderadamente Seco	-1,74	PDO-	
2025	764,75	-5,25	seco	-2066,00	Extremamente Seco	-1,53	PDO-	

Fonte: Os autores (2026).

Em contraste, a partir da década de 2010 verificou-se intensificação progressiva de condições secas, com sucessivos anos apresentando totais pluviométricos inferiores a 1.200 mm. Os eventos mais críticos ocorreram em 2021, 2024 e 2025, com precipitações de 830,09 mm, 974,97 mm e 764,75 mm, respectivamente, representando reduções superiores a 50% em relação aos anos mais chuvosos da série. Esses períodos foram classificados como muito secos e extremamente secos pelo IAC, destacando-se 2025 como o ano mais seco de toda a série histórica (IAC = -5,25). A caracterização dos extremos e tendências pluviométricas em Frutal apresentou semelhanças com análises realizadas em outras regiões brasileiras.

O comportamento do SPI-12 reforçou esse padrão, indicando predominância de condições próximas à normalidade durante os períodos mais úmidos iniciais e a ocorrência de secas prolongadas nos anos recentes. Os valores negativos mais intensos foram registrados em 2021 (SPI = -1,82) e 2025 (SPI = -2,07), caracterizando eventos de seca severa a extrema em escala anual.

Resultados semelhantes foram observados por Silva e Ambrizzi, (2010), que demonstraram a eficácia do SPI-12 na identificação de secas duradouras em bacias brasileiras, bem como por Sousa *et al.* (2021), que destacaram a capacidade do índice em representar a continuidade temporal das condições secas em análises espaço-temporais da precipitação.

Observa-se na Tabela 3, que os anos associados às maiores anomalias positivas de precipitação coincidem com fases positivas da PDO, como em 1992, 1995, 1997 e 1998, além de diversos episódios de *El Niño*. Por outro lado, os períodos de seca mais severa concentram-se predominantemente durante fases negativas da PDO, especialmente entre 2018 e 2025, frequentemente associados a eventos de *La Niña*, como observado entre 2021 e 2023.

Yoon e Zeng (2010) e Marengo (2012) demonstraram que ocorrem variações regionais da distribuição dos extremos pluviométricos e que estes podem ou não ser consequência de *El-Niños* e *La-Niñas*.

Souza *et al.* (2021), identificaram associações entre fases da PDO, *El Niño/La Niña* e a variabilidade pluviométrica na região Sudeste, Santos *et al.* (2023) documentaram a relação entre precipitação anual e teleconexões oceano-atmosféricas no Nordeste brasileiro, mostrando que diferentes modos de variabilidade influenciam a distribuição de chuva interanual.

Na Tabela 4, está demonstrada a precipitação média anual que foi de 1.314 mm, com mediana de 1.281 mm, indicando distribuição relativamente equilibrada dos valores ao longo do período analisado. O desvio padrão de 265,93 mm evidencia elevada variabilidade interanual, característica típica de séries pluviométricas em regiões de clima tropical sazonal.

**Tabela 4** – Estatísticas descritivas da precipitação anual e resultados do teste de tendência de Mann-Kendall em Frutal (MG) no período de 1990 a 2025

Estatística	Valores
Média	1314,088
Mediana	1281,19
Desvio Padrão	265,93
CV (%)	2,023
Mann-Kendall (z)	-4,72
Tau	-0,55
p-value	0,001
Tendência	Decrescente Significativa

Fonte: Os autores (2026).

O teste de Mann-Kendall indicou tendência negativa estatisticamente significativa ( $Z = -4,72$ ;  $p = 0,001$ ), corroborada pelo coeficiente Tau de Kendall ( $-0,55$ ). Silva *et al.* (2022) empregaram Mann-Kendall e índices de anomalia para detectar tendência de diminuição da pluviosidade e eventos extremos na Região Hidrográfica do Rio São Francisco.

Esse comportamento é consistente com os índices SPI-12 e IAC, que mostram aumento da frequência e intensidade de anomalias secas a partir de 2010, indicando intensificação progressiva das condições de déficit hídrico no município. Barros *et al.* (2021) aplicaram o SPI em múltiplas escalas e detectaram tendências negativas significativas para escalas longas,

indicando intensificação de secas em séries temporais no Nordeste do Brasil.

Na Tabela 5, observa-se correlação positiva moderada entre a precipitação anual e a PDO ( $r = 0,431$ ), indicando que fases mais elevadas da PDO estão associadas a maiores volumes

pluviométricos em Frutal (MG). Comportamento semelhante é verificado para o SPI-12 ( $r = 0,431$ ) e para o IAC ( $r = 0,436$ ), ambos apresentando associação estatisticamente significativa com a PDO no período total analisado.

**Tabela 5** – Correlações de Pearson entre precipitação anual, índices climáticos (SPI-12 e IAC) e a Oscilação Decadal do Pacífico (PDO) em Frutal (MG)

Variáveis Correlacionadas	r(geral)	r(PDO+)	r(PDO-)
Precipitação x PDO	0,431	0,483	0,457
SPI x PDO	0,431	0,473	0,447
IAC x PDO	0,436	0,443	0,444
SPI x IAC	0,999	0,999	0,999

Fonte: Os autores (2026).

Quando as correlações são avaliadas separadamente por fase da PDO, os coeficientes permaneceram positivos e de magnitude semelhante ( $r \approx 0,48$ ), embora com redução da significância estatística, especialmente na fase positiva, refletindo o menor número de observações em cada grupo. Destaca-se ainda a correlação extremamente elevada entre SPI-12 e IAC ( $r \approx 0,999$ ), tanto no período total quanto em ambas as fases da PDO, evidenciando elevada consistência entre os dois índices na caracterização das anomalias pluviométricas anuais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A precipitação média anual foi de aproximadamente 1.314 mm, com totais variando entre 765 mm a 1.923 mm, evidenciando elevada variabilidade interanual. Observou-se uma tendência estatisticamente significativa de redução da precipitação ao longo do período analisado ( $Z = -4,72$ ;  $p = 0,001$ ), acompanhada pela intensificação de anomalias negativas após 2010.

Os índices SPI-12 e IAC apresentaram elevada concordância na caracterização das anomalias pluviométricas, destacando a transição de condições predominantemente úmidas nas décadas iniciais para maior recorrência de eventos secos severos e extremos nos anos recentes, especialmente após 2020, quando se registraram os menores totais da série histórica. As correlações indicaram associação positiva moderada entre a precipitação e a PDO ( $r \approx 0,48$ ), bem como coerência com eventos de *El Niño* e *La Niña*, evidenciando o papel das teleconexões oceano-atmosféricas na modulação da variabilidade pluviométrica regional.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro concedido ao desenvolvimento desta pesquisa, bem como à Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) pelo suporte institucional e infraestrutura disponibilizada.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA F. A. S. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista Abi-Agua**, v. 4, n. 3, p. 93-110, 2009. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.105>
- BARROS, V. S.; GOMES, V. K. I.; SILVA JÚNIOR, I. B. da; SILVA, A. S. V. da; SILVA, A. S. A. da; BEJAN, L. B.; STOSIC, T. Trend analysis in standardized precipitation index in Recife-PE. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, e52310817458, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17458>
- BLAIN, G. C.; KAYANO, M. T. 118 anos de dados mensais do Índice Padronizado de Precipitação: série meteorológica de Campinas, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 1, p. 137-148, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862011000100012>
- BOLDRIN, A. C. D.; FUZZO, B. E.; FISCHER FILHO, J. A.; FUZZO, D. F. Remote Observation of the Impacts of Land Use on Rainfall Variability in the Triângulo Mineiro (Brazilian Cerrado Region). **Remote Sensing**,

- v. 17, n. 16, p. 2866, 2025. <https://doi.org/10.3390/rs17162866>
- CHEBANA, F.; OUARDA, T. B. M. J.; DUONG, T. C. Testing for multivariate trends in hydrologic frequency analysis. **Journal of Hydrology**, v. 486, p. 519-530, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.01.007>
- EISNER, S.; FLORKE, M.; CHAMORRO, A.; DAGGUPATI, P.; DONNELLY, C.; HUANG, J.; HUNDECHA, Y.; KOCH, H.; KALUGIN, A.; KRYLENK, I.; MISHRA, V.; PINIEWSKI, A.; KRYLENKO, I. MISHRA, V.; PINIEWSKI, M.; SAMANIEGO, L.; SAIDOU, O.; WALLNER, M.; KRYSANOVA. An ensemble analysis of climate change impacts on streamflow seasonality across 11 large river basins. **Climatic Change**, v. 141, n. 3, p. 401–417, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1844-5>
- EL-BASIR, M. A. A.; HAMED, Y.; SELIM, T.; BERNDTSSON, R.; HELMI, A. M. Developing rainfall spatial distribution for using geostatistical gap-filled terrestrial gauge records in the mountainous region of Oman. **Water**, v. 17, n. 18, p. 2695, 2025. <https://doi.org/10.3390/w17182695>
- EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM-RANGE WEATHER FORECASTS (ECMWF). ERA5-Land hourly data from 1950 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S). Disponível em: <https://cds.climate.copernicus.eu/datasets/reanalysis-era5-land>. Acesso em: 14 maio 2026.
- FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semi-áridas. **Revista Tecnologia**, v. suplem., p. 84-95, 2005. <https://doi.org/10.5020/23180730.1998.1175>
- FONSECA, R. G. **Estudo e análise da variabilidade e tendência da precipitação no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. 2024. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista (UNESP). 117p. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP\\_e9962fa6dc96c7123f22afac784222f4](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_e9962fa6dc96c7123f22afac784222f4). Acesso em: 19 out. 2025.
- GOIS, G.; TERASSI, P. M. B.; FREITAS, J. S.; SILVA, S. S.; SOBRAL, B. S.; PAIVA, R. F. P. S.; FREITAS, W. K.; CARVALHO NETO, G.; COSTA JUNIOR, D. S.; MOREIA, J. G. V.; OLIVEIRA, E.; JOSÉ, J. V.; MUNIZ, M. A.; FLACÃO, J. B. Análise da variabilidade interanual da seca via índice de precipitação padronizada (SPI) associada ao EL Nino-Oscilação Sul (ENOS) no Estado do Acre (AC). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 35, p. 560–585, 2024. <https://doi.org/10.55761/abclima.v35i20.17936>
- GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- GOOGLE. **Google Earth Engine**. Disponível em: <https://earthengine.google.com>. Acesso em: 14 maio 2026.
- GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v.13, n. 1, p. 35-58, 2000. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013%3C0035:CVISSA%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013%3C0035:CVISSA%3E2.0.CO;2)
- HAO, Z.; AGHAKOUCHAK, A. A nonparametric multivariate multi-index drought monitoring framework. **Journal of Hydrometeorology**, v. 15, p. 89-101, 2014. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-12-0160.1>
- HELSEL, D. R. **Nondetects and Data Analysis. Statistics for Censored Environmental Data**. John Wiley and Sons, New York, v. 5, p. 268, 2006. <https://doi.org/10.2136/vzj2005.0106br>
- HOLENDER, B. V.; SANTOS, E. B. Análise de tendência dos eventos de precipitação intensa no Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 32, 2023. <https://doi.org/10.55761/abclima.v32i19.16411>
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281612>. Acesso em: 17 mar. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS2000**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/download-s-geociencias.html>. Acesso em: 14 maio 2026.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Malha municipal digital do Brasil**, 2024. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais.html>. Acesso em: 14 maio 2026.
- JAIN, V. K.; PANDEY, R. P.; JAIN, M. K.; BYUN, H. R. Comparison of drought indices for appraisal of drought characteristics in the Ken River Basin. **Weather and Climate Extremes**, v. 8, p. 1-11, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.05.002>

- JANG, M. J.; YOON, H. C. H. Seasonal teleconnections between SPI-6 and ocean-atmosphere variability for drought prediction in Korea. **KSCE Journal of Civil Engineering**, 2026. <https://doi.org/10.1016/j.kscej.2026.100506>
- KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. 4. ed. London: Charles Griffin, 1975, p. 272.
- LIMA, B. S.; SILVA, C. B.; SILVA, M. E. Padrão Sazonal da Precipitação e Circulação na América do Sul Associado à Oscilação Decadal do Pacífico no Período 1970-2003. **Revista do Departamento de Geografia**, v. especial, p. 140-147, 2018. <https://doi.org/10.11606/rdg.v0ispe.145309>
- LU, C.; MA, L.; SUN, B.; HUANG, X.; LIU, T. China's seasonal precipitation: quantitative attribution of ocean-atmosphere teleconnections and near-surface forcing. **Hydrology**, v. 13, n. 1, p. 19, 2026. <https://doi.org/10.3390/hydrology13010019>
- MACHADO FILHO, H.; MORAES, C.; BENNATI, P.; RODRIGUES, R. A.; GUILLES, M.; ROCHA, P.; LIMA, A.; VASCONCELOS, I. **Mudança do clima e os impactos na agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil**. Centro Internacional de Políticas para o Crescimento Inclusivo (IPC-IG), Brasília. 1-65 p. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1046425/mudanca-do-clima-e-os-impactos-na-agricultura-familiar-no-norte-e-nordeste-do-brasil>. Acesso em: 15 set. 2024.
- MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945. <https://doi.org/10.2307/1907187>
- MANTUA, N. J.; HARE, S.R.; ZHANG, Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS, R.C. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, n. 6, p. 1069-1080, 1997. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078%3C1069:APICOW%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078%3C1069:APICOW%3E2.0.CO;2)
- MAHFOUZ, P.; MITRI, G.; JAZI, M.; KARAM, F. Investigating the Temporal Variability of the Standardized Precipitation Index in Lebanon. **Climate**, v. 4, n. 27, 2016. <https://doi.org/10.3390/cli4020027>
- MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; SOARES, W. R.; ALVES, L. M. E.; NOBRE, C.A. Extreme climatic events in the Amazon basin. **Theoretical Applied Climatology**, v. 107, n. 1-2, p. 73-85, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0465-1>
- MARENGO, J. A. Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. FBDS, 2012. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/opiniaos\\_seg/05/fbds\\_lloyds\\_11-11.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.editoraroncarati.com.br/v2/phocadownload/opiniaos_seg/05/fbds_lloyds_11-11.pdf). Acesso em: 05 jan. 2025.
- MCKEE, T. B.; NOLAN, J. D.; KLEIST, J. **The relationship of drought frequency and duration to time scales**. In: Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology. p. 179-183, 1993. Disponível em: <https://climate.colostate.edu/pdfs/relationshipofdroughtfrequency.pdf>. Acesso em 22 out. 2025.
- PÁRRAGA, G. O. **Dinâmica da Variabilidade Climática da Precipitação Sobre a América do Sul**. Tese (Doutorado em Meteorologia), São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INP. 2003. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE\\_4ebb962c1e0d61c18f680ac03c4e389](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/INPE_4ebb962c1e0d61c18f680ac03c4e389). Acesso em: 23 nov. 2025.
- PERES, T. C.; AQUINO, F. E.; VIANA, D. R. Regionalização das anomalias de precipitação no sudeste da América do Sul. **Revista Caminhos da Geografia**, Uberlândia, MG, v. 24, n. 95, p. 210-222, 2023. <https://doi.org/10.14393/RCG249567182>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2025. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 14 maio 2026.
- REBOITA, S. M.; AMBRIZZI, T.; CRESPO, N. M.; DUTRA, L. M. M.; FERREIRA, G. W. S.; DRUMOND, A.; ROCHA, R. P.; SOUZA, C. A. S. Impacts of teleconnection patterns on South America climate. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1504, p. 1-38, 2021. <https://doi.org/10.1111/nyas.14592>
- ROOY, M. P. V. A rainfall anomaly index independent of time and space. **Notos**. Weather Bureau of South Africa, v. 14, p. 43-48, 1965.
- SANTOS, D. C.; SANTOS, C. A. G.; BRASIL NETO, R. M.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. C. Precipitation variability using GPCP data and its relationship with atmospheric teleconnections in Northeast Brazil. **Climate Dynamics**, v. 61, n. 11-12, p. 5035-5048, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06838-z>
- SILVA JÚNIOR, J. A. Análise de índices de precipitação utilizando dados BR-DWGD na Bacia hidrográfica do rio Terra Nova, Pernambuco. **Revista Brasileira de**

- Climatologia**, V. 37, p. 455-473, 2025. <https://doi.org/10.55761/abclima.v37i21.19455>
- SILVA, G. A. M. da; AMBRIZZI, T. Summertime moisture transport over Southeastern South America and extratropical cyclones behavior during inter-El Niño events. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 101, p. 303-310, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0218-6>
- SILVA, J. P. R.; REBOITA, M. S.; ESCOBAR, G. C. J. Caracterização da zona de convergência do Atlântico Sul em Campos Atmosféricos Recentes. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, 2019. <https://doi.org/10.5380/abclima.v25i0.64101>
- SILVA, T. R. B. F.; SANTOS, C. A. C.; SILVA, D. J. F.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; BRITO, J. B. Climate Indices-Based Analysis of Rainfall Spatiotemporal Variability in Pernambuco State, Brazil. **Water**, v. 14, n. 14, p. 2190, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14142190>
- SOUSA, R. R.; COSTA, R. A.; ASSUNÇÃO, H. F. Variações Pluviométricas no Triângulo Mineiro – MG. **Revista GeoNordeste**, n.2, 2009. <https://periodicos.ufs.br/geonordeste/article/view/2462>
- SOUSA, J. W.; ANDRADE, A. V. C.; DA COSTA, D. B. Análise de episódios El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a variabilidade interanual de chuvas em Rio Branco, Acre, intervalo 1971-2010. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 5, 2021. <https://doi.org/10.29327/269504.3.5-21>
- Von Storch, H. **Misuses of statistical analysis in climate research. Analysis of Climate Variability: Applications of Statistical Techniques**. In: ed H. V. Storch, A. Navarra, Springer-Verlag, New York. p. 11–26, 1995. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-03167-4\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-662-03167-4_2)
- WAGESHO, N.; GOEL, N. K.; JAIN, M. K. Investigation of non-stationarity in hydro-climatic variables at Rift Valley lakes basin of Ethiopia. **Journal of Hydrology**, v. 444-445, p.113-133, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.011>
- XAVIER JÚNIOR, S. F. A.; JALE, J. S.; STOSIC, T.; SANTOS, A. A. C.; SINGH, V. P. Precipitation trends analysis by Mann-Kendall test: a case study of Paraíba, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 2, p. 187-196, 2020. <https://doi.org/10.1590/0102-7786351013>
- YOON, J.-H.; ZENG, N. An Atlantic influence on Amazon rainfall. **Journal Climate**, v.34, p.249-264, 2010. <https://doi.org/10.1007/s00382-009-0551-6>
- ZHANG, H.; DELWORTH, T. L.; ENG, F.; VECCHI, G.; PAFFENDORF, L. J. Detection, Attribution, and Projection of Regional Rainfall Changes on (Multi-) Decadal Time Scales: A Focus on Southeastern South America. **Journal of Climatology**, v. 29, p. 8515-8534, 2016. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0287.1>

## CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Daniela Fernanda da Silva Fuzzo: Conceitualização, Curadoria de dados, Análise de dados, Metodologia, Redação do manuscrito original, Redação – revisão e edição. João Alberto Fischer Filho: Análise dos dados, Validação de dados e experimentos, Metodologia, Redação do manuscrito original, Redação – revisão e edição.

**EDITOR ASSOCIADO:** Silvio Carlos Rodrigues. 

**DISPONIBILIDADE DE DADOS:** Os dados que fundamentam os resultados deste estudo poderão ser disponibilizados pelo autor correspondente, mediante solicitação devidamente justificada. [Daniela Fernanda da Silva Fuzzo].



Este é um artigo de acesso aberto distribuído nos termos da Licença de Atribuição Creative Commons, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que o trabalho original seja devidamente citado.