

WORKING PAPER PSPHUB

Análise dos Índices Pluviométricos Regionais no Brasil: Sazonalidade, Tendência e Ciclos (2003–2024)

Daniel Kiyoyudi Komesu

Mario Antonio Margarido

03 de agosto de 2026

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. OBJETIVOS.....	6
3. DADOS.....	7
4. MÉTODOS.....	7
4.1 Ajuste sazonal pelo X-13-ARIMA-SEATS	7
4.2 Coeficiente de amplitude sazonal	7
4.3 Taxa média anual de crescimento.....	8
4.4 Filtro Hodrick–Prescott	8
4.5 Algoritmo de Bry–Boschan	8
5. RESULTADOS	9
5.1 Sazonalidade regional.....	9
5.1.1 Região Norte.....	11
5.1.2 Região Centro-Oeste.....	12
5.1.3 Região Sudeste	13
5.1.5 Região Nordeste	14
5.2 Evolução das médias anuais dessazonalizadas	15
5.2.1 Região Norte.....	15
5.2.2 Região Centro-Oeste.....	17
5.2.3 Região Sudeste	18
5.2.4 Região Sul.....	19
5.2.5 Região Nordeste	20
5.3 Taxas médias anuais de crescimento.....	21
5.4 Tendência suavizada, componente cíclico e fases datadas	21
5.4.1 Região Norte.....	21
5.4.2 Região Centro-Oeste.....	23
5.4.3 Região Sudeste	24

5.4.4 Região Sul	26
5.4.5 Região Nordeste	27
6. DISCUSSÃO	28
6.1 Regimes sazonais e heterogeneidade territorial	28
6.2 Tendências regionais, reciclagem de umidade e uso da terra	28
6.3 Os extremos de 2023–2024 no final da amostra	29
6.4 Implicações, alcance e limites da evidência	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE A — CRONOLOGIA COMPLETA DAS FASES DATADAS PELO ALGORITMO DE BRY– BOSCHAN	35

Análise dos Índices Pluviométricos Regionais no Brasil: Sazonalidade, Tendência e Ciclos (2003–2024)

Daniel Kiyoyudi Komesu¹ • Mario Antonio Margarido²

RESUMO: Este estudo analisa a sazonalidade, a tendência e os ciclos dos índices pluviométricos nas cinco regiões brasileiras. As médias anuais abrangem o período de 2003 a 2024, enquanto as decomposições mensais pelo filtro Hodrick–Prescott e a datação de fases pelo algoritmo de Bry–Boschan se estendem até maio de 2025. O procedimento empírico combina ajuste sazonal pelo X-13-ARIMA-SEATS, cálculo do coeficiente de amplitude sazonal, regressões log-lineares para as taxas médias anuais de crescimento, decomposição tendência–ciclo e identificação de pontos de virada. O Centro-Oeste apresenta a maior amplitude sazonal (CAS = 92,05%) e o Sul, a menor (29,22%). As taxas anuais são negativas no Norte (–1,91% a.a.), Nordeste (–1,89% a.a.), Centro-Oeste (–1,50% a.a.) e Sudeste (–0,64% a.a.), e positiva no Sul (+0,98% a.a.); nas regressões estimadas, a evidência de queda é mais clara no Norte e no Nordeste. A discussão relaciona esses resultados à variabilidade oceânico-atmosférica, à reciclagem continental de umidade e às mudanças de uso da terra documentadas na literatura, sem atribuir causalidade exclusiva a um único mecanismo. Os achados reforçam a necessidade de planejamento regionalizado para agricultura, recursos hídricos, energia e conservação ambiental.

Palavras-chave: índices pluviométricos; sazonalidade; séries temporais; regiões brasileiras; mudança do uso da terra.

Analysis of Regional Rainfall Indices in Brazil: Seasonality, Trends, and Cycles (2003–2024)

ABSTRACT: This study examines the seasonality, trends, and cycles of rainfall indices across Brazil's five macro-regions. Annual averages cover 2003–2024, while monthly Hodrick–Prescott decompositions and Bry–Boschan phase dating extend through May 2025. The empirical strategy combines X-13-ARIMA-SEATS seasonal adjustment, a seasonal amplitude coefficient, log-linear regressions for average annual growth rates, trend–cycle decomposition, and turning-point identification. Seasonality is strongest in the Central-West (CAS = 92.05%) and weakest in the South (29.22%). Annual rates are negative in the North (–1.91% p.a.), Northeast (–1.89% p.a.), Central-West (–1.50% p.a.), and Southeast (–0.64% p.a.), and positive in the

¹ Especialista em Data Science e Analytics. Partner Data Science da Pezco Economics. E-mail: danielkomesu@pezco.com.br

² Ph.D. em Economia Aplicada. Senior Partner e Econometrics Leader da Pezco Economics; pesquisador do PSP Hub Estudos em Infraestrutura e Urbanismo. E-mail: mario.margarido@pezco.com.br

South (+0.98% p.a.); the clearest evidence of decline is found in the North and Northeast. The discussion relates these patterns to ocean–atmosphere variability, continental moisture recycling, land-use change, and the contrasting 2023–2024 extremes in the Amazon and southern Brazil, without assigning exclusive causality to any single mechanism. The results underscore the value of region-specific planning for agriculture, water resources, energy, transport infrastructure, and environmental conservation.

Keywords: rainfall indices; seasonality; time series; Brazilian regions; land-use change.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos regimes de chuva é fundamental para o planejamento econômico e territorial do Brasil. A agricultura de sequeiro, a geração hidrelétrica, o abastecimento urbano, a navegação interior, a conservação dos ecossistemas e a prevenção de desastres dependem não apenas do volume de precipitação, mas também de sua distribuição sazonal e de sua variabilidade entre anos.

A extensão territorial do país impede que se fale em um único regime pluviométrico nacional. Os padrões regionais resultam da interação entre a Zona de Convergência Intertropical, o sistema de monção da América do Sul, a Zona de Convergência do Atlântico Sul, o jato de baixos níveis a leste dos Andes, frentes frias e ciclones extratropicais. Esses sistemas contribuem para estações chuvosas e secas bem definidas no Centro-Oeste e no Sudeste, para a forte sazonalidade no Norte e em parte do Nordeste e para uma distribuição mais regular das chuvas ao longo do ano no Sul (REBOITA et al., 2010; CARVALHO; JONES; LIEBMANN, 2004; VERA et al., 2006).

Em escala mais ampla, o aquecimento observado já alterou o ciclo hidrológico e intensificou extremos de precipitação e seca em diversas regiões. Para a América Central e do Sul, as avaliações do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) apontam aumento da exposição a secas, chuvas intensas e inundações, com efeitos sobre segurança hídrica, produção de alimentos, energia, infraestrutura e ecossistemas (IPCC, 2021, 2022). Essas projeções reforçam a necessidade de distinguir mudanças de longo prazo, variabilidade interanual e eventos extremos na leitura das séries brasileiras.

A variabilidade interanual acrescenta outra dimensão ao problema. O El Niño–Oscilação Sul é uma das principais fontes de variação climática de ano para ano e produz teleconexões com efeitos regionais distintos no Brasil (MCPHADEN; ZEBIAK; GLANTZ, 2006). No Sul, episódios de El Niño e La Niña estão associados a anomalias recorrentes de precipitação, ainda que a intensidade e a localização dos efeitos variem entre eventos (GRIMM; FERRAZ; GOMES, 1998). No Nordeste, a posição da Zona de Convergência Intertropical e as condições dos oceanos Pacífico e Atlântico tropical

exercem influência decisiva sobre a quadra chuvosa (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017; MARENGO et al., 2018).

Além das forças oceânico-atmosféricas, a literatura documenta o papel da reciclagem continental de umidade. A evapotranspiração da floresta amazônica e o transporte de vapor proveniente do Atlântico contribuem para a manutenção da precipitação na bacia e para o fluxo de umidade em direção ao centro-sul da América do Sul (SPRACKLEN; ARNOLD; TAYLOR, 2012; NOBRE et al., 2016). A conversão de florestas em pastagens e lavouras modifica evapotranspiração, albedo, rugosidade e balanço de energia. Leite-Filho et al. (2021) mostram que a relação entre perda florestal e chuva na Amazônia meridional é não linear e depende da escala espacial: efeitos locais podem diferir dos efeitos regionais, nos quais a redução da precipitação tende a prevalecer quando o desmatamento se torna disseminado.

Esses mecanismos não autorizam, contudo, uma atribuição causal automática a partir de séries agregadas por macrorregião. A precipitação apresenta forte heterogeneidade espacial, variabilidade natural e sensibilidade ao período analisado. Nobre et al. (2016) destacam justamente a dificuldade de identificar uma tendência única para toda a Amazônia, diante de gradientes climáticos, lacunas de observação e alternância de secas e cheias. Por isso, as tendências encontradas neste estudo são interpretadas como características da amostra e discutidas em conjunto com a literatura, sem pressupor que um único fator explique toda a trajetória observada.

O artigo contribui ao aplicar um procedimento comum às cinco regiões brasileiras, combinando ajuste sazonal, mensuração da amplitude sazonal, estimação de tendências anuais, decomposição tendência–ciclo e datação de fases. A pergunta de pesquisa é: como a sazonalidade, a trajetória de longo prazo e a duração das fases ascendentes e descendentes dos índices pluviométricos diferem entre as regiões brasileiras no período analisado?

2. OBJETIVOS

O objetivo geral é analisar e comparar a sazonalidade, a tendência e os ciclos dos índices pluviométricos nas cinco regiões brasileiras entre 2003 e 2024, com atualização das decomposições mensais até maio de 2025.

Especificamente, busca-se:

- identificar os padrões sazonais mensais e mensurar a amplitude sazonal de cada região;
- examinar a evolução das médias anuais das séries dessazonalizadas;
- estimar as taxas médias anuais de crescimento da precipitação regional;
- decompor as séries mensais em tendência suavizada e componente cíclico;

- datar pontos de virada e fases ascendentes e descendentes pelo algoritmo de Bry–Boschan;
- discutir as implicações econômicas, hídricas e ambientais dos resultados à luz da literatura climática e de uso da terra.

3. DADOS

Os dados mensais foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (BDMEP/INMET), fonte oficial de dados meteorológicos observados no país (INMET, 2025). A análise das médias anuais abrange janeiro de 2003 a dezembro de 2024, totalizando 22 anos completos. As decomposições mensais pelo filtro HP e a datação de fases pelo algoritmo de Bry–Boschan utilizam observações de janeiro de 2003 a maio de 2025.

As séries são expressas em milímetros e representam valores regionais consolidados. Nos gráficos anuais, cada observação corresponde à média mensal dentro do respectivo ano da série dessazonalizada; portanto, os valores não devem ser interpretados como precipitação anual acumulada.

A agregação por macrorregião facilita a comparação nacional, mas combina áreas climaticamente heterogêneas e pode suavizar movimentos locais. Os resultados devem, assim, ser interpretados no nível das séries regionais analisadas, e não como substitutos de estudos por estação, município, bacia hidrográfica ou bioma.

4. MÉTODOS

4.1 Ajuste sazonal pelo X-13-ARIMA-SEATS

O X-13-ARIMA-SEATS foi empregado para separar os componentes sazonal, tendência–ciclo e irregular das séries mensais. O método combina modelagem regARIMA, identificação de efeitos atípicos e decomposição sazonal, além de oferecer diagnósticos de estabilidade e resíduos (FINDLEY et al., 1998; U.S. CENSUS BUREAU, 2017). Aplicações anteriores dos autores em séries econômicas ilustram a utilidade de procedimentos de ajuste sazonal e datação de movimentos para organizar sinais temporais sujeitos a forte ruído (MARGARIDO, 2021; MARGARIDO; SHIKIDA; KOMESU, 2025). A partir das séries dessazonalizadas foram calculadas as médias anuais e construídas as curvas de tendência descritivas.

4.2 Coeficiente de amplitude sazonal

A intensidade da sazonalidade foi resumida pelo coeficiente de amplitude sazonal (CAS), calculado a partir do maior e do menor índice sazonal médio mensal, conforme a expressão:

$$CAS = 100 \times \frac{S_{max} - S_{min}}{S_{max} + S_{min}}$$

em que S_{max} e S_{min} representam, respectivamente, os índices sazonais máximo e mínimo. O indicador é descritivo: valores mais elevados revelam maior contraste relativo entre os meses de maior e menor precipitação. A aplicação da fórmula aos índices mensais resulta em CAS de 92,05% para o Centro-Oeste, 81,06% para o Sudeste, 75,59% para o Norte, 71,06% para o Nordeste e 29,22% para o Sul (FREITAS; FERREIRA; BARBOSA, 1998).

4.3 Taxa média anual de crescimento

A taxa média anual de crescimento foi estimada por regressão log-linear, utilizando todas as observações anuais da amostra, e não apenas os valores inicial e final (RAMANATHAN, 1998):

$$\ln(Pt) = \alpha + \beta t + \varepsilon t$$

A taxa percentual correspondente é obtida por $g = 100 \times [\exp(\beta) - 1]$. São apresentados o coeficiente de determinação e o p-valor convencional da regressão por mínimos quadrados ordinários. Como se trata de séries temporais curtas, esses p-valores devem ser lidos como evidência indicativa, sem substituir testes de robustez específicos para autocorrelação e heterocedasticidade.

4.4 Filtro Hodrick–Prescott

O filtro Hodrick–Prescott foi utilizado para decompor a série dessazonalizada em uma tendência suave e um componente cíclico (HODRICK; PRESCOTT, 1997). Para as séries mensais, foi adotado $\lambda = 14.400$, valor que reproduz as tendências empregadas na análise. O componente cíclico corresponde à diferença entre a observação e a tendência: valores positivos indicam precipitação acima da trajetória suavizada e valores negativos, precipitação abaixo dessa trajetória.

Essa interpretação é estritamente estatística. Um componente cíclico negativo não equivale, por si só, a uma seca meteorológica ou hidrológica, cuja identificação requer índices e critérios próprios. Além disso, o filtro HP é sensível ao parâmetro de suavização e apresenta viés nas extremidades da amostra, razão pela qual seus resultados são utilizados como apoio descritivo, e não como evidência isolada de tendência (RAVN; UHLIG, 2002; HAMILTON, 2018).

4.5 Algoritmo de Bry–Boschan

O algoritmo de Bry–Boschan foi aplicado à série mensal dessazonalizada para identificar picos, vales e fases entre pontos de virada (BRY; BOSCHAN, 1971). A terminologia “fase ascendente” e “fase descendente” é utilizada para evitar a

associação automática entre expansão/recessão e períodos de cheia/seca. A fase ascendente corresponde ao deslocamento de um vale para um pico; a fase descendente, de um pico para um vale.

As tabelas-resumo consideram apenas fases fechadas, isto é, com início e fim identificados dentro da amostra. Por essa razão, o total de meses nelas contabilizado é inferior aos 269 meses compreendidos entre janeiro de 2003 e maio de 2025. A cronologia completa, incluindo as fases abertas nas extremidades, é apresentada no Apêndice A. A aplicação do algoritmo é descritiva e deve ser interpretada com atenção às regras de duração e censura de fases (HARDING; PAGAN, 2002).

5. RESULTADOS

5.1 Sazonalidade regional

Os coeficientes de amplitude sazonal evidenciam diferenças marcantes entre as regiões brasileiras. O Centro-Oeste apresenta o maior contraste entre estação chuvosa e estação seca, enquanto o Sul registra a menor amplitude relativa. A menor sazonalidade do Sul não significa menor exposição a riscos: eventos intensos podem ocorrer em qualquer época do ano e coexistir com variações interanuais elevadas.

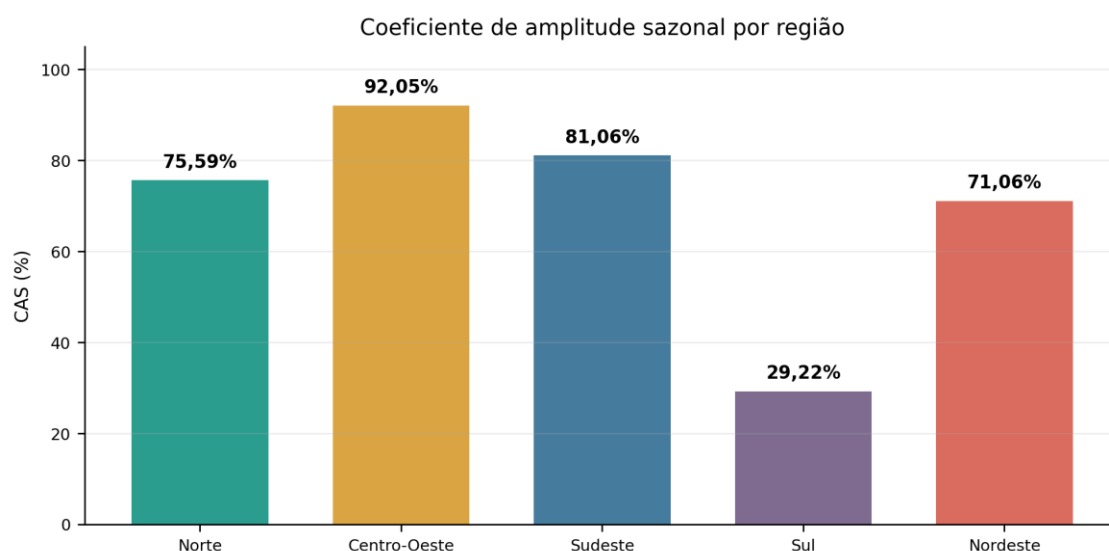


Figura 1. Coeficiente de amplitude sazonal dos índices pluviométricos, regiões brasileiras, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

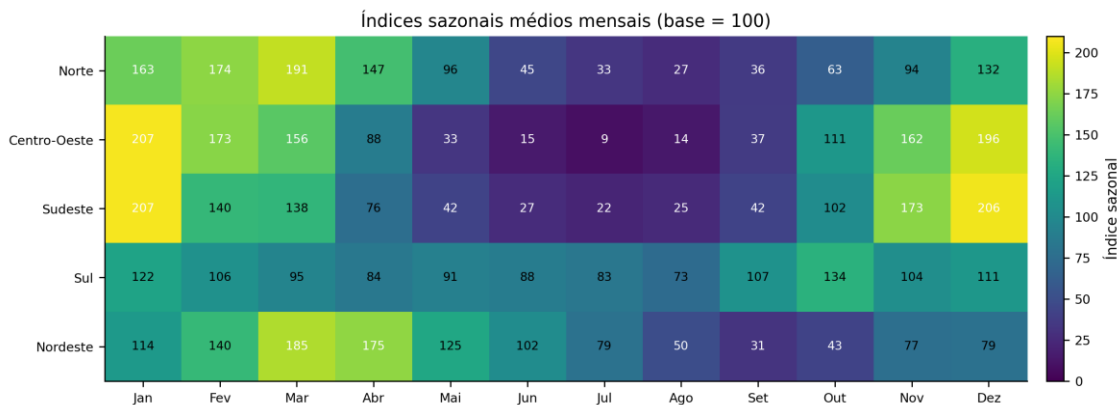


Figura 2. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos por região, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

Tabela 1. Síntese dos índices sazonais e do coeficiente de amplitude sazonal, 2003–2024

Região	Máximo	Mês	Mínimo	Mês	CAS
Norte	190,70	Mar	26,51	Ago	75,59%
Centro-Oeste	207,03	Jan	8,57	Jul	92,05%
Sudeste	207,50	Jan	21,71	Jul	81,06%
Sul	134,03	Out	73,41	Ago	29,22%
Nordeste	184,79	Mar	31,27	Set	71,06%

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

5.1.1 Região Norte

Na Região Norte, o índice sazonal atinge o máximo em março (190,70) e o mínimo em agosto (26,51), com CAS de 75,59%. O período de dezembro a maio reúne os maiores índices médios, enquanto junho a setembro concentra os menores valores.

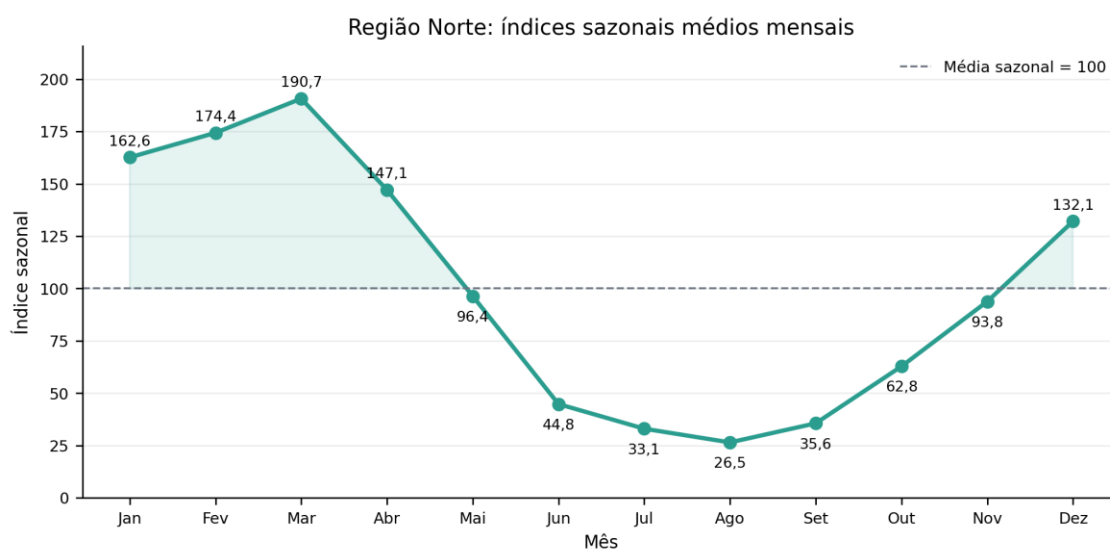


Figura 3. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos, Região Norte, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

5.1.2 Região Centro-Oeste

No Centro-Oeste, o máximo ocorre em janeiro (207,03) e o mínimo em julho (8,57), produzindo CAS de 92,05%. A ascensão dos índices começa no final do inverno e se intensifica a partir de outubro; a redução é rápida após março.

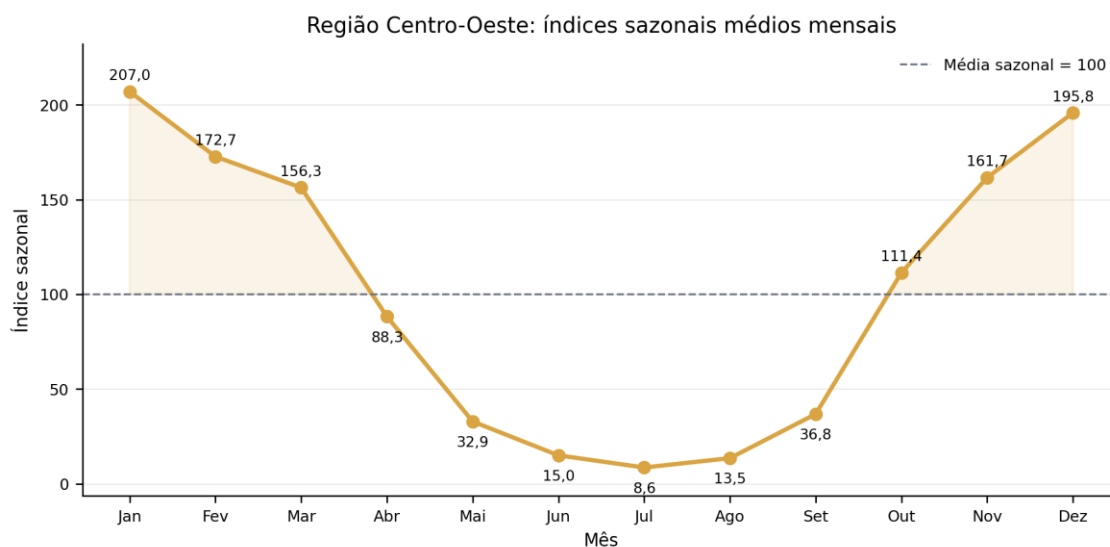


Figura 4. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos, Região Centro-Oeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

5.1.3 Região Sudeste

O Sudeste apresenta máximo em janeiro (207,50), mínimo em julho (21,71) e CAS de 81,06%. Os índices se mantêm mais elevados entre outubro e março e atingem os menores níveis no inverno.

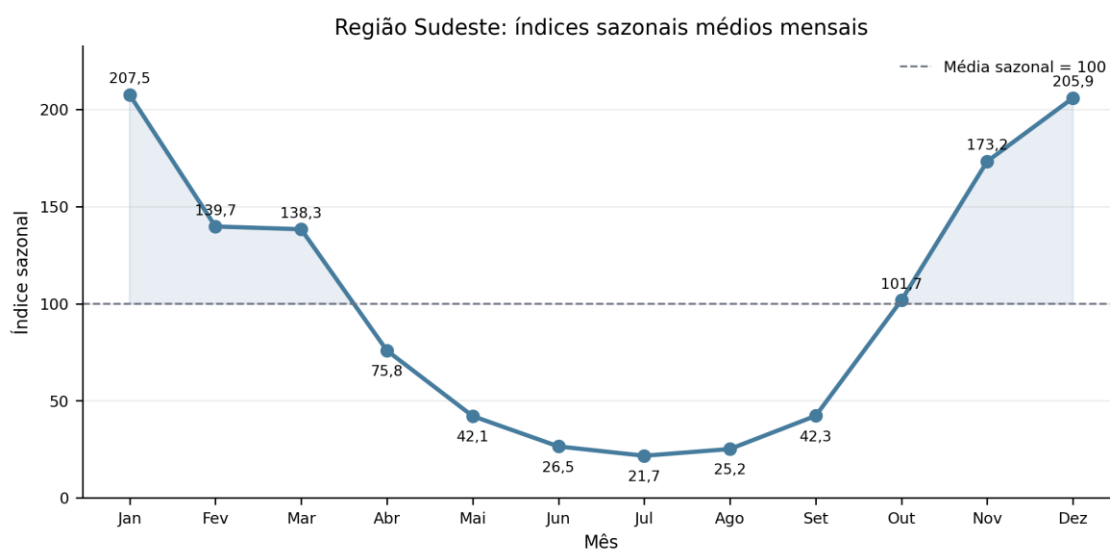


Figura 5. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos, Região Sudeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

- 5.1.4 Região Sul

A Região Sul possui a menor amplitude sazonal da amostra: máximo em outubro (134,03), mínimo em agosto (73,41) e CAS de 29,22%. Em comparação com as demais regiões, a curva mensal apresenta menor contraste entre máximos e mínimos.

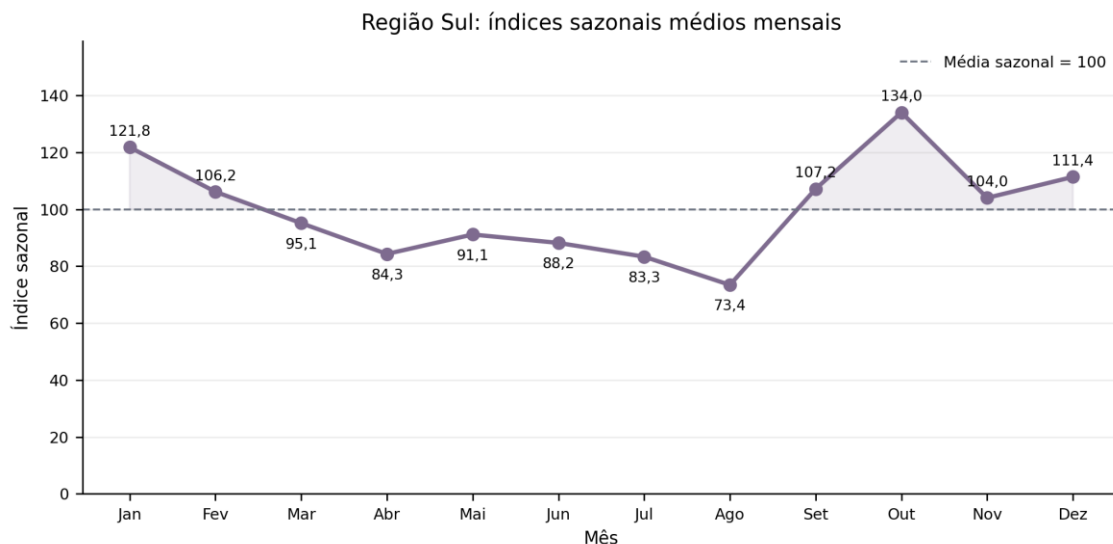


Figura 6. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos, Região Sul, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

5.1.5 Região Nordeste

No Nordeste, o máximo ocorre em março (184,79) e o mínimo em setembro (31,27), com CAS de 71,06%. A curva regional declina após o primeiro trimestre, atinge o vale em setembro e volta a crescer no final do ano.

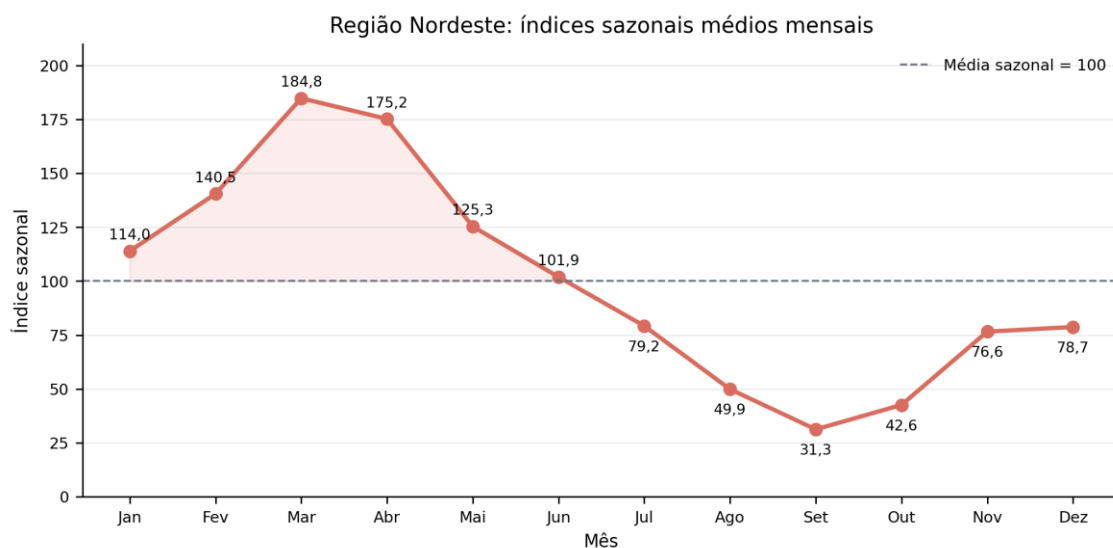


Figura 7. Índices sazonais médios mensais dos índices pluviométricos, Região Nordeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

5.2 Evolução das médias anuais dessazonalizadas

A Tabela 2 reúne os valores inicial e final, a variação simples entre 2003 e 2024 e os resultados das regressões log-lineares. A variação entre extremos é útil para descrever a magnitude acumulada, mas pode ser influenciada por anos atípicos. A taxa média anual utiliza todas as 22 observações e oferece uma síntese mais adequada da trajetória no período.

Tabela 2. Médias anuais, variação acumulada e regressões de tendência, 2003–2024

Região	2003 (mm/mês)	2024 (mm/mês)	Variação	Taxa a.a.	R ²	p-valor
Norte	194,70	120,60	-38,06%	-1,91%	0,448	< 0,001
Centro-Oeste	107,70	79,29	-26,38%	-1,50%	0,171	0,056
Sudeste	94,53	80,41	-14,94%	-0,64%	0,094	0,166
Sul	105,30	149,50	+41,98%	+0,98%	0,131	0,097
Nordeste	80,13	56,27	-29,78%	-1,89%	0,346	0,004

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET. Nota: p-valores convencionais das regressões por mínimos quadrados ordinários.

5.2.1 Região Norte

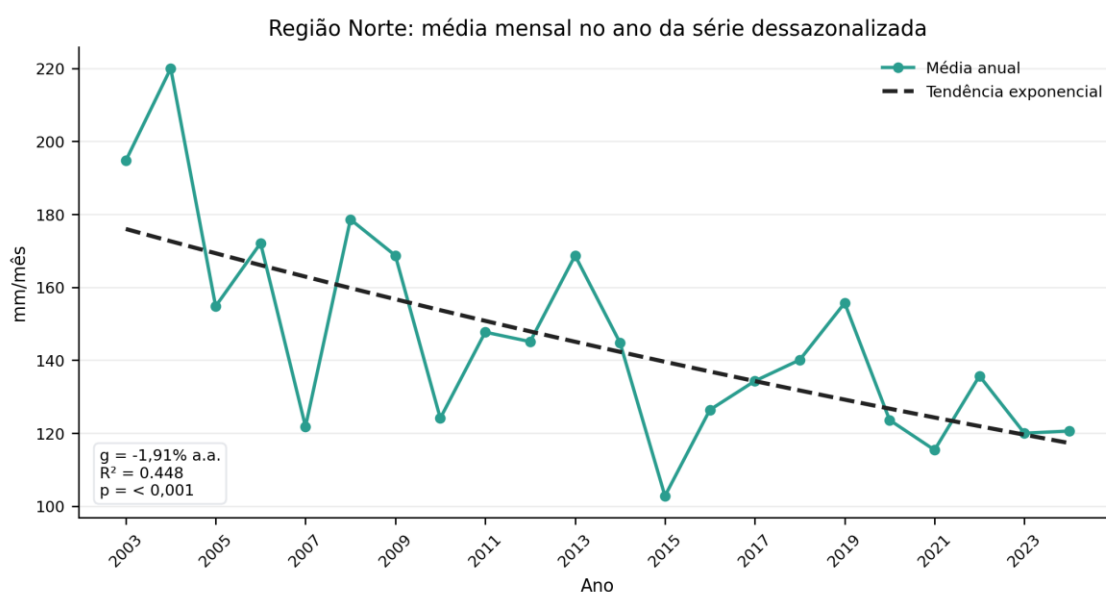


Figura 8. Índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados e tendência descritiva, Região Norte, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

A média mensal no ano da Região Norte diminuiu de 194,70 mm/mês em 2003 para 120,60 mm/mês em 2024, variação de $-38,06\%$. A taxa log-linear é de $-1,91\%$ ao ano, com R^2 de 0,448 e p-valor inferior a 0,001. Apesar da forte variabilidade anual, a trajetória exponencial descendente é visualmente clara, sobretudo após meados da década de 2010.

5.2.2 Região Centro-Oeste

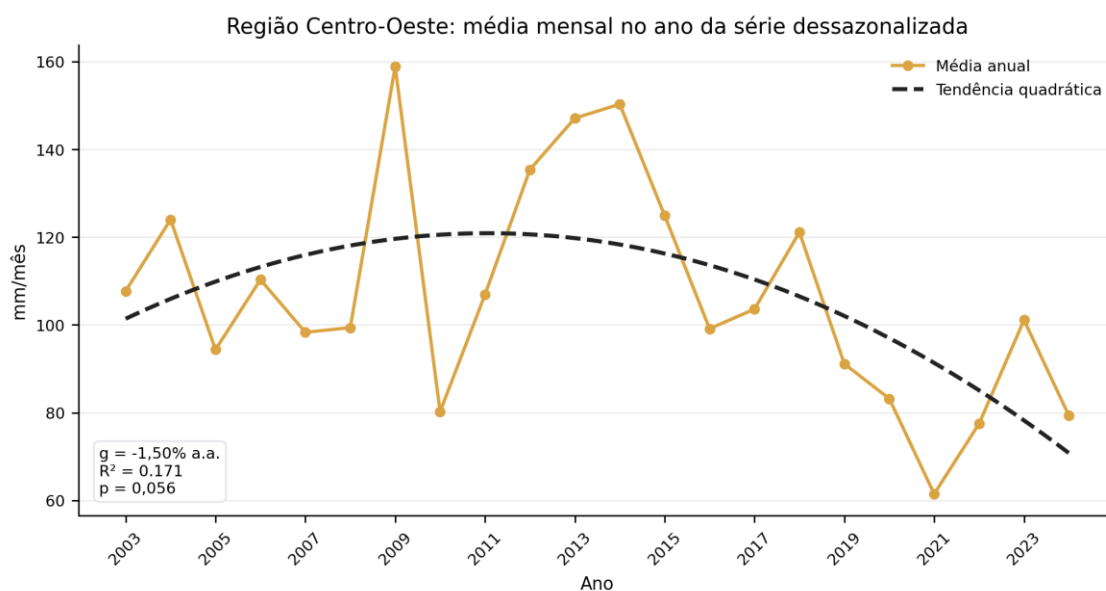


Figura 9. Índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados e tendência descritiva, Região Centro-Oeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

No Centro-Oeste, a média passa de 107,70 mm/mês em 2003 para 79,29 mm/mês em 2024, redução de -26,38%. A curva quadrática sugere elevação até aproximadamente 2013–2014 e queda posterior. A taxa média anual é de -1,50%, com R² de 0,171 e p-valor de 0,056, resultado limítrofe ao nível convencional de 5%.

5.2.3 Região Sudeste

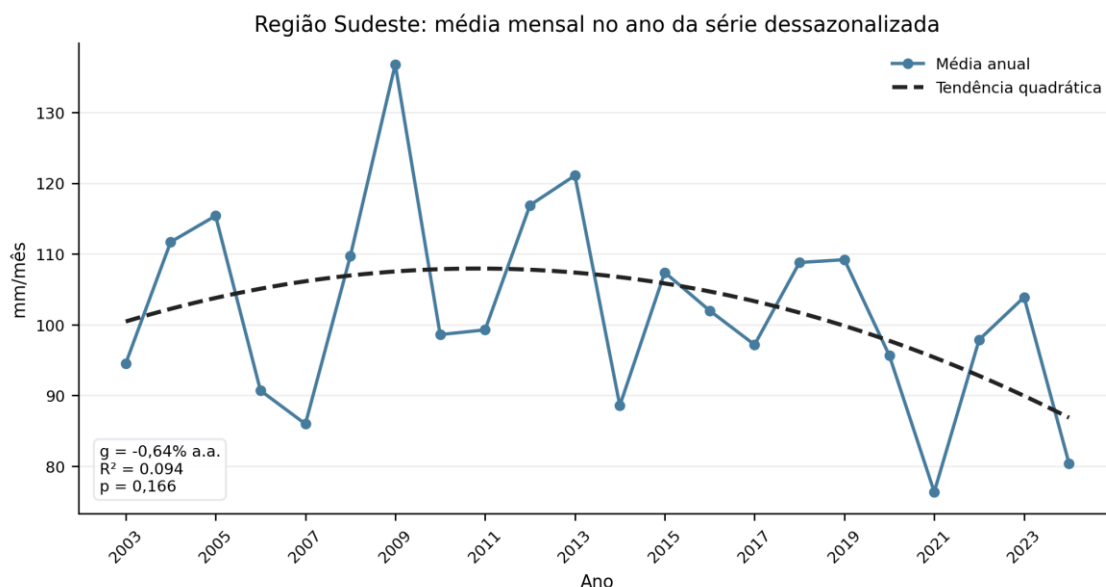


Figura 10. Índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados e tendência descritiva, Região Sudeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

A Região Sudeste apresenta redução de 94,53 para 80,41 mm/mês entre 2003 e 2024, equivalente a -14,94%. A taxa estimada é de -0,64% ao ano, com R^2 de 0,094 e p-valor de 0,166. Portanto, embora a estimativa pontual seja negativa, a regressão simples não oferece evidência estatística forte de uma tendência monotônica no período.

A ausência de uma tendência linear robusta não elimina o risco de crises hídricas. O episódio de 2014–2015 em São Paulo resultou da combinação entre baixa precipitação, persistência de bloqueios atmosféricos, demanda elevada e limitações de gestão, demonstrando que eventos plurianuais podem gerar impactos severos mesmo quando a tendência média de longo prazo é incerta (MARENGO et al., 2015). Para abastecimento e geração hidrelétrica, a distribuição temporal e espacial das chuvas pode ser tão importante quanto a média regional.

5.2.4 Região Sul

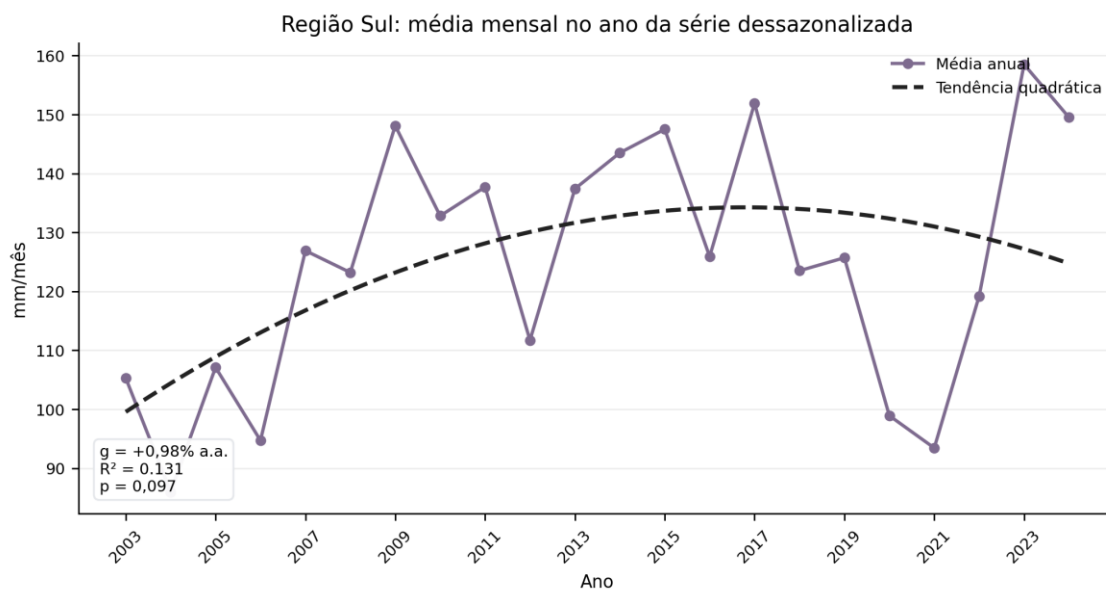


Figura 11. Índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados e tendência descritiva, Região Sul, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

No Sul, a média aumenta de 105,30 para 149,50 mm/mês entre 2003 e 2024, variação de +41,98%. A taxa log-linear é de +0,98% ao ano, com R² de 0,131 e p-valor de 0,097. O sinal positivo, portanto, deve ser interpretado como uma tendência indicativa, acompanhada por forte oscilação interanual e por valores especialmente elevados no final da série.

5.2.5 Região Nordeste

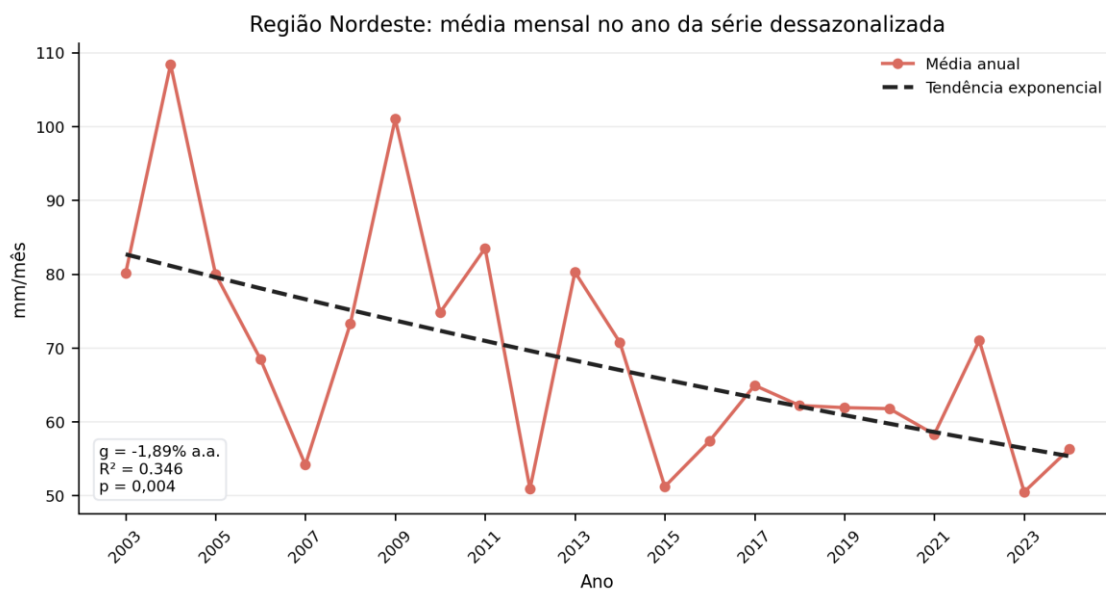


Figura 12. Índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados e tendência descritiva, Região Nordeste, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

No Nordeste, a média mensal no ano cai de 80,13 mm/mês em 2003 para 56,27 mm/mês em 2024, redução de -29,78%. A taxa estimada é de -1,89% ao ano, com R^2 de 0,346 e p-valor de 0,004, configurando uma das trajetórias descendentes mais nítidas da amostra.

5.3 Taxas médias anuais de crescimento

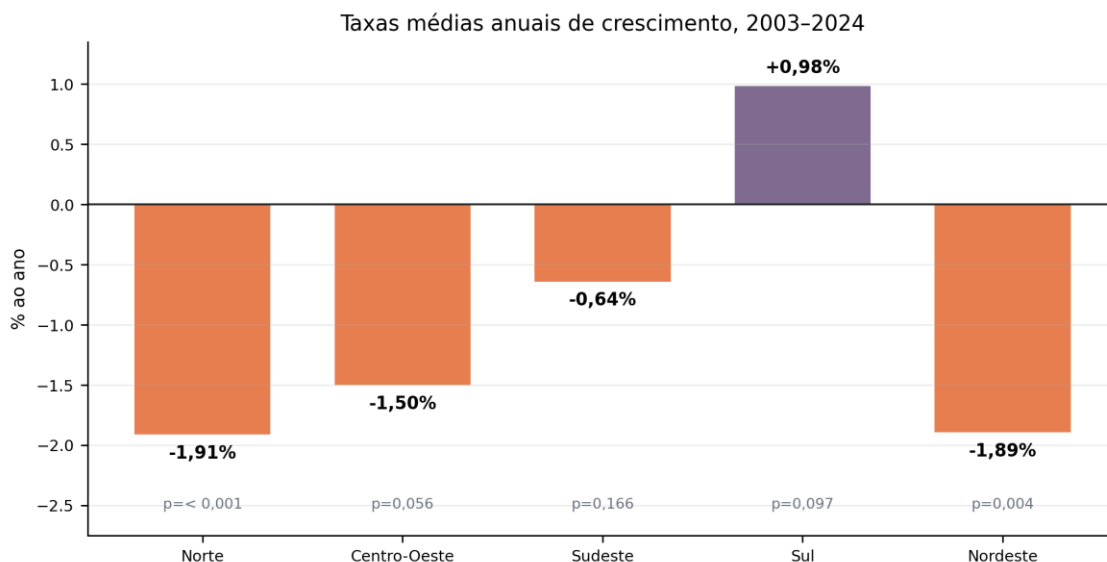


Figura 13. Taxas médias anuais de crescimento dos índices pluviométricos médios anuais dessazonalizados, regiões brasileiras, 2003–2024.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

As taxas sintetizam a assimetria regional. Norte e Nordeste apresentam as quedas anuais mais acentuadas e os menores p-valores. O Centro-Oeste também registra sinal negativo, porém com evidência estatística limítrofe; no Sudeste, a taxa negativa é pequena diante da variabilidade da série; e no Sul, a estimativa positiva não alcança o nível de 5%. Esses resultados recomendam separar a magnitude estimada da força da evidência estatística e evitar generalizações homogêneas para todo o território nacional.

5.4 Tendência suavizada, componente cíclico e fases datadas

As decomposições mensais complementam a análise anual ao mostrar a trajetória suavizada e a alternância de desvios em torno dela. O filtro HP confirma direções gerais, mas também revela inflexões intermediárias. As cronologias de Bry–Boschan, por sua vez, descrevem movimentos locais entre picos e vales e não devem ser interpretadas automaticamente como períodos de cheia ou seca.

5.4.1 Região Norte

A tendência HP da Região Norte diminui de 191,56 mm/mês em janeiro de 2003 para 111,63 mm/mês em maio de 2025, redução de 41,73%. Entre as fases fechadas, as trajetórias ascendentes e descendentes totalizam 126 meses cada. A fase

descendente mais longa vai de abril de 2011 a agosto de 2012, com 16 meses; a fase ascendente mais longa vai de setembro de 2015 a setembro de 2016, com 12 meses.

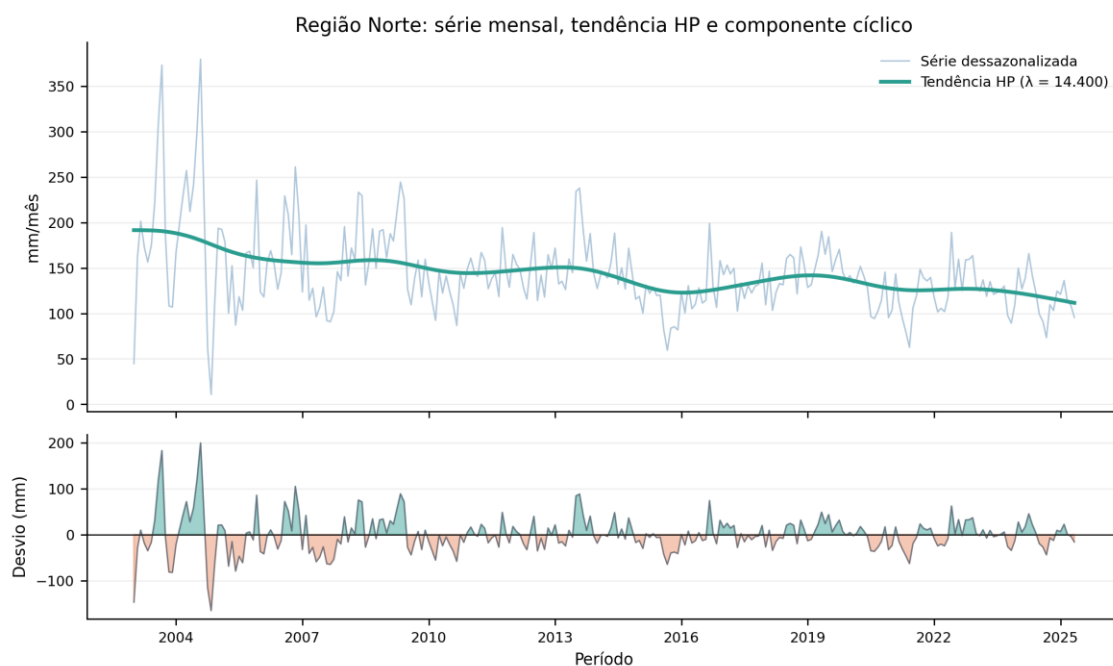


Figura 14. Série dessazonalizada, tendência HP e componente cíclico dos índices pluviométricos, Região Norte, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

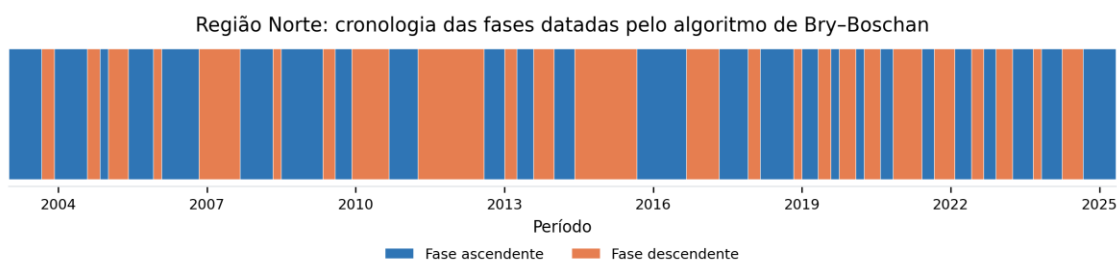


Figura 15. Fases ascendentes e descendentes datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Norte, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores a partir dos pontos de virada estimados com dados do BDMEP/INMET.

Tabela 3. Resumo das fases datadas pelo algoritmo de Bry–Boschan, Região Norte

Fase	Amplitude média (mm)	Duração média (meses)	Meses	Percentual
Ascendente	90,9	5,5	126	50,00%
Descendente	99,6	5,2	126	50,00%
Total de fases fechadas	—	—	252	100,00%

Fonte: elaboração dos autores com base na cronologia de Bry–Boschan. Nota: a contagem exclui as fases abertas nas extremidades da amostra.

5.4.2 Região Centro-Oeste

No Centro-Oeste, a tendência HP passa de 116,18 para 77,09 mm/mês, queda de 33,65%. As fases ascendentes somam 137 meses e as descendentes, 112 meses entre os movimentos fechados. A fase ascendente mais longa ocorre entre fevereiro de 2005 e janeiro de 2007, com 23 meses; a fase descendente mais longa se estende de fevereiro de 2021 a abril de 2022, com 14 meses.

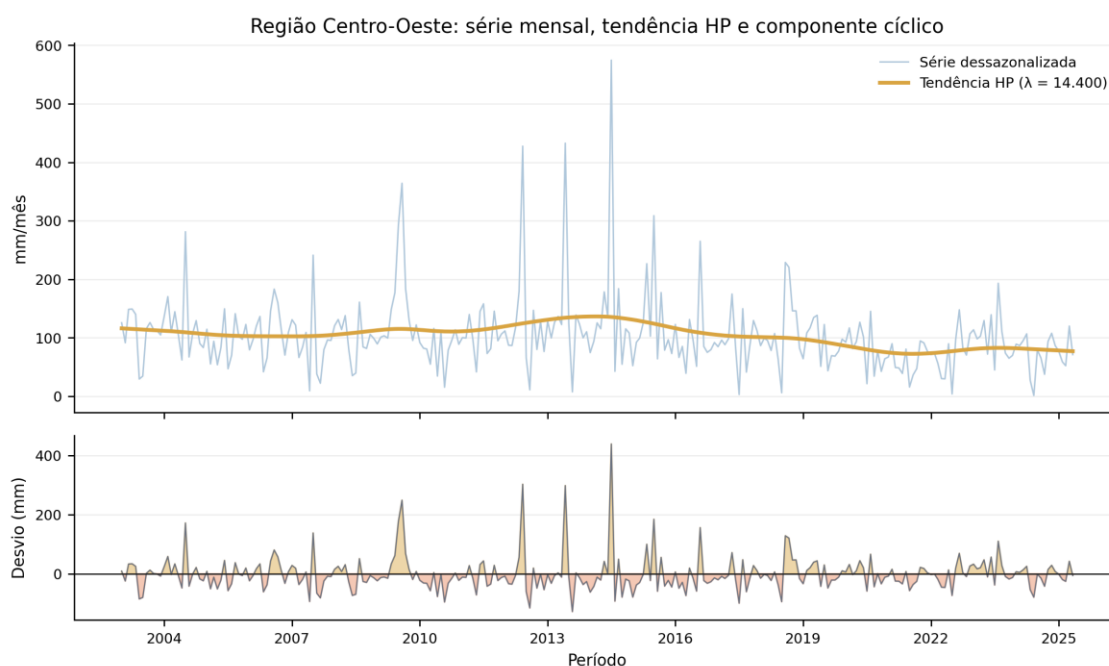


Figura 16. Série dessazonalizada, tendência HP e componente cíclico dos índices pluviométricos, Região Centro-Oeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

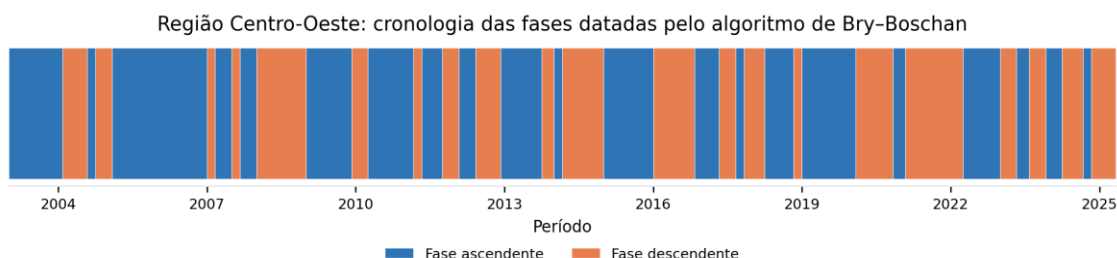


Figura 17. Fases ascendentes e descendentes datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Centro-Oeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores a partir dos pontos de virada estimados com dados do BDMEP/INMET.

Tabela 4. Resumo das fases datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Centro-Oeste

Fase	Amplitude média (mm)	Duração média (meses)	Meses	Percentual
Ascendente	99,0	6,8	137	55,02%
Descendente	101,8	5,6	112	44,98%
Total de fases fechadas	—	—	249	100,00%

Fonte: elaboração dos autores com base na cronologia de Bry-Boschan. Nota: a contagem exclui as fases abertas nas extremidades da amostra.

5.4.3 Região Sudeste

No Sudeste, a tendência HP diminui de 99,27 para 80,02 mm/mês, variação de -19,39%. As fases descendentes totalizam 134 meses, ante 120 meses de fases ascendentes. O maior movimento descendente vai de fevereiro de 2020 a julho de 2021, com 17 meses, enquanto a fase ascendente mais longa ocorre de julho de 2008 a outubro de 2009, com 15 meses.

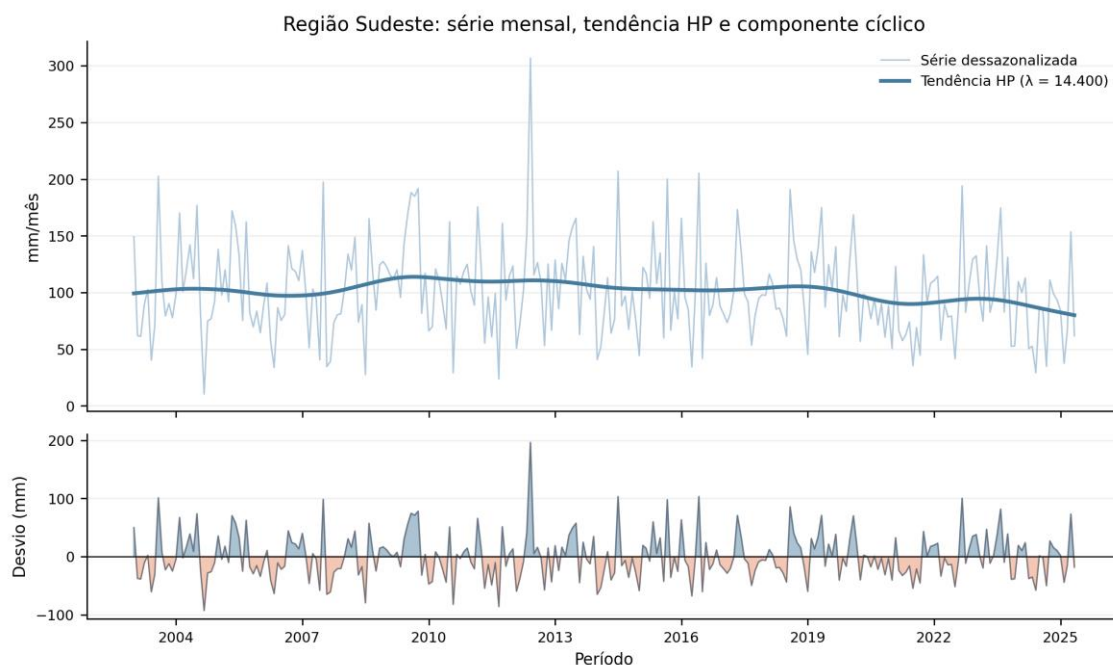


Figura 18. Série dessazonalizada, tendência HP e componente cíclico dos índices pluviométricos, Região Sudeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

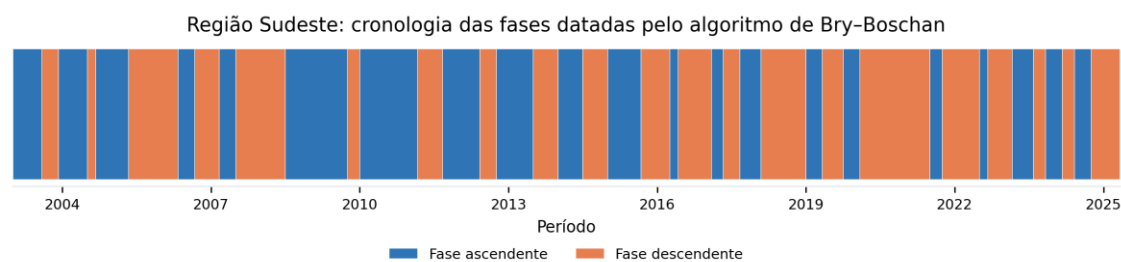


Figura 19. Fases ascendentes e descendentes datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Sudeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores a partir dos pontos de virada estimados com dados do BDMEP/INMET

Tabela 5. Resumo das fases datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Sudeste

Fase	Amplitude média (mm)	Duração média (meses)	Meses	Percentual
Ascendente	138,7	6,0	120	47,24%
Descendente	141,7	6,7	134	52,76%
Total de fases fechadas	—	—	254	100,00%

Fonte: elaboração dos autores com base na cronologia de Bry-Boschan. Nota: a contagem exclui as fases abertas nas extremidades da amostra.

5.4.4 Região Sul

Na Região Sul, a tendência HP aumenta de 98,15 para 130,46 mm/mês, variação de +32,92%. As fases ascendentes totalizam 131 meses e as descendentes, 119 meses. A fase ascendente mais longa vai de maio de 2014 a dezembro de 2015, com 19 meses; a fase descendente mais longa ocorre entre março de 2007 e março de 2008, com 12 meses.

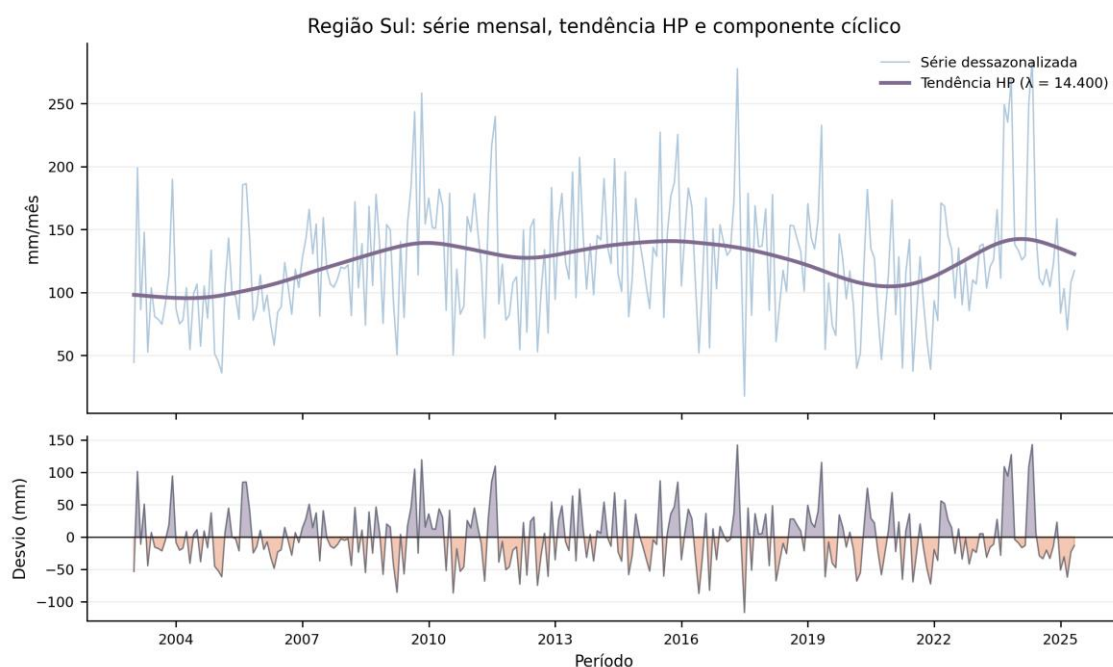


Figura 20. Série dessazonalizada, tendência HP e componente cíclico dos índices pluviométricos, Região Sul, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

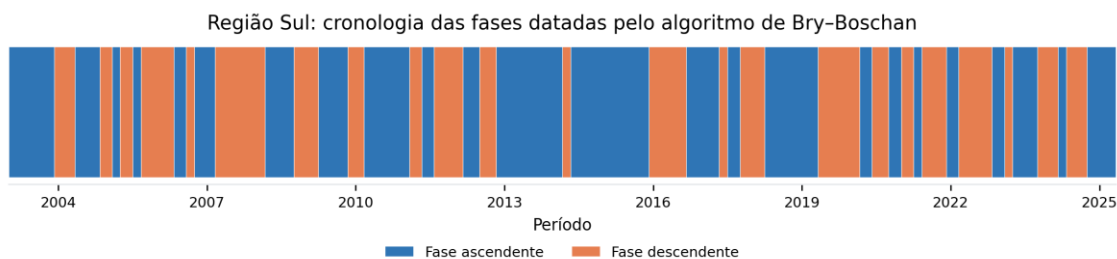


Figura 21. Fases ascendentes e descendentes datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Sul, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores a partir dos pontos de virada estimados com dados do BDMEP/INMET.

Tabela 6. Resumo das fases datadas pelo algoritmo de Bry–Boschan, Região Sul

Fase	Amplitude média (mm)	Duração média (meses)	Meses	Percentual
Ascendente	108,4	6,0	131	52,40%
Descendente	106,7	5,2	119	47,60%
Total de fases fechadas	—	—	250	100,00%

Fonte: elaboração dos autores com base na cronologia de Bry–Boschan. Nota: a contagem exclui as fases abertas nas extremidades da amostra.

5.4.5 Região Nordeste

No Nordeste, a tendência HP recua de 92,77 para 50,20 mm/mês entre janeiro de 2003 e maio de 2025, redução de 45,89%. As fases descendentes somam 131 meses, ante 117 meses de fases ascendentes. O maior movimento descendente vai de dezembro de 2013 a janeiro de 2015, com 13 meses; duas fases ascendentes atingem 14 meses: janeiro de 2007 a março de 2008 e novembro de 2009 a janeiro de 2011.

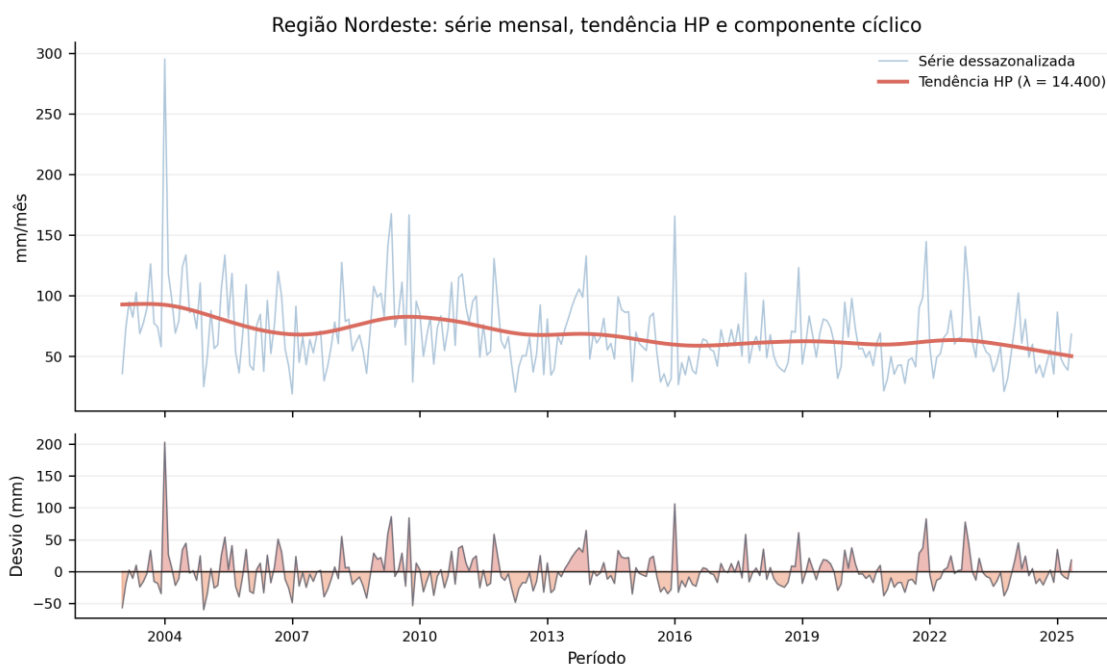


Figura 22. Série dessazonalizada, tendência HP e componente cíclico dos índices pluviométricos, Região Nordeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores com dados do BDMEP/INMET.

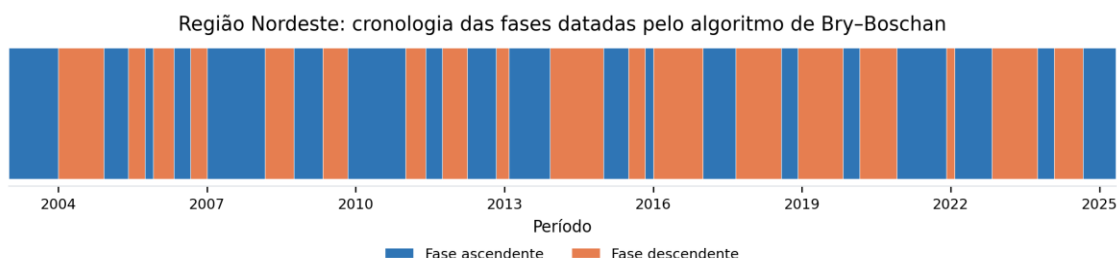


Figura 23. Fases ascendentes e descendentes datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Nordeste, janeiro de 2003 a maio de 2025.

Fonte: elaboração dos autores a partir dos pontos de virada estimados com dados do BDMEP/INMET.

Tabela 7. Resumo das fases datadas pelo algoritmo de Bry-Boschan, Região Nordeste

Fase	Amplitude média (mm)	Duração média (meses)	Meses	Percentual
Ascendente	140,5	6,9	117	47,18%
Descendente	144,9	7,3	131	52,82%
Total de fases fechadas	—	—	248	100,00%

Fonte: elaboração dos autores com base na cronologia de Bry-Boschan. Nota: a contagem exclui as fases abertas nas extremidades da amostra.

6. DISCUSSÃO

6.1 Regimes sazonais e heterogeneidade territorial

Os resultados confirmam que a agregação nacional encobre regimes pluviométricos muito distintos. A forte sazonalidade do Centro-Oeste e do Sudeste é coerente com o sistema de monção da América do Sul e com a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul; no Norte e no Nordeste, a migração da Zona de Convergência Intertropical e as condições dos oceanos Pacífico e Atlântico modulam a distribuição intra-anual; no Sul, frentes, ciclones e sistemas convectivos favorecem chuva mais bem distribuída ao longo do calendário (CARVALHO; JONES; LIEBMANN, 2004; VERA et al., 2006; REBOITA et al., 2010). A baixa amplitude sazonal sulista, contudo, não implica baixo risco: ela pode coexistir com eventos concentrados e de grande impacto.

6.2 Tendências regionais, reciclagem de umidade e uso da terra

A queda mais nítida na Região Norte deve ser interpretada à luz de mecanismos que operam em escalas diferentes. A floresta amazônica contribui para a reciclagem de umidade e

para o transporte continental de vapor (SPRACKLEN; ARNOLD; TAYLOR, 2012; NOBRE et al., 2016). Evidências observacionais recentes mostram que a perda de cobertura florestal tropical está associada a reduções substanciais da precipitação, com efeitos que se ampliam em escalas espaciais maiores (SMITH; BAKER; SPRACKLEN, 2023). Na Amazônia brasileira, Leite-Filho et al. (2021) também identificam uma relação não linear entre desmatamento e chuva, com repercussões econômicas para a agropecuária. Esses achados são compatíveis com a trajetória regional estimada, mas não estabelecem que o desmatamento seja sua causa exclusiva, pois a série agregada não controla teleconexões, heterogeneidade espacial nem mudanças na rede observacional.

No Centro-Oeste, o sinal negativo e a inflexão após 2013–2014 merecem atenção por seus efeitos potenciais sobre o início e o término da estação chuvosa, relevantes para culturas de primeira e segunda safra. Estudos na Amazônia meridional associam a conversão florestal ao atraso do início, à antecipação do fim e ao encurtamento da estação chuvosa (COSTA; PIRES, 2010; LEITE-FILHO; SOUSA PONTES; COSTA, 2019; LEITE-FILHO; COSTA; RONG, 2020). No Sudeste, a trajetória em U e a baixa precisão da taxa linear recomendam cautela: episódios de crise hídrica podem ser severos sem configurar uma tendência monotônica durante toda a amostra (MARENGO et al., 2015). No Nordeste, a queda estimada se soma à vulnerabilidade histórica do semiárido às anomalias do Atlântico tropical, do Pacífico e da Zona de Convergência Intertropical (MARENGO; TORRES; ALVES, 2017; MARENGO et al., 2018).

6.3 Os extremos de 2023–2024 no final da amostra

O final da amostra coincide com o forte El Niño de 2023–2024 e com oceanos excepcionalmente aquecidos. Ainda em setembro de 2023, o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) registrou o desenvolvimento de um El Niño do tipo Pacífico Oriental em um contexto de aquecimento também no Atlântico Norte e indicou o padrão esperado de chuva abaixo da média no Norte e no Nordeste e acima da média no Sul (CEMADEN, 2023). Esse contexto é consistente com a seca amazônica de 2023 e com a divergência observada no término das séries regionais. A coincidência temporal, porém, não permite decompor quanto do valor final decorre do El Niño-Oscilação Sul (ENSO), de anomalias do Atlântico, de mudanças no uso da terra ou de outros fatores.

Na Região Sul, os valores elevados no fim da série incluem as chuvas extremas de abril e maio de 2024 no Rio Grande do Sul. O INMET documentou acumulados mensais recordes desde a abertura de diversas estações em 1961; em Caxias do Sul, maio de 2024 totalizou 845,3

mm, ante normal climatológica de 131,4 mm (INMET, 2024). O evento ocorreu sob influência de áreas de baixa pressão, sucessivos sistemas frontais e transporte de umidade, em um pano de fundo compatível com a influência do El Niño sobre o excesso de chuva no Sul (CEMADEN, 2023; INMET, 2024). Assim, parte da elevação final da tendência HP pode refletir um efeito de borda ampliado por observações extremas recentes; ela não deve ser extrapolada mecanicamente como crescimento permanente da precipitação regional.

6.4 Implicações, alcance e limites da evidência

Para o planejamento, os resultados favorecem estratégias diferenciadas. Norte e Nordeste demandam atenção à segurança hídrica, à navegação, à geração de energia e à adaptação produtiva; Centro-Oeste e Sudeste exigem gestão do calendário agrícola, armazenamento e integração entre bacias; e o Sul requer infraestrutura preparada para excesso de chuva, inundação e movimentos de massa, mesmo sob baixa sazonalidade média. Esse enquadramento converge com as avaliações do IPCC sobre riscos compostos e crescentes para água, alimentos, ecossistemas e infraestrutura na América Central e do Sul (IPCC, 2021, 2022).

A interpretação permanece limitada pela agregação em macrorregiões, pela extensão temporal relativamente curta para inferências climatológicas, pela sensibilidade do filtro HP nas extremidades e pela ausência de variáveis explicativas. Além disso, médias mensais regionais não descrevem diretamente intensidade, duração ou concentração espacial dos eventos. Portanto, os resultados constituem evidência descritiva comparável e uma base para hipóteses, não um exercício formal de atribuição climática.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação das cinco regiões brasileiras confirma que o comportamento pluviométrico nacional é marcado por forte heterogeneidade. O Centro-Oeste apresenta a maior amplitude sazonal, seguido do Sudeste, Norte e Nordeste; o Sul registra a menor variação sazonal relativa. Esses calendários distintos condicionam de forma diferente o plantio, a geração hidrelétrica, o abastecimento, a navegação e a conservação dos biomas.

Nas médias anuais dessazonalizadas, quatro regiões apresentam taxas pontuais negativas. As quedas são mais acentuadas no Norte (-1,91% a.a.) e no Nordeste (-1,89% a.a.), justamente as duas regressões com evidência estatística mais clara. O Centro-Oeste registra -1,50% a.a., mas com p-valor limítrofe; o Sudeste apresenta -0,64% a.a., sem evidência forte

de tendência monotônica; e o Sul registra +0,98% a.a., resultado que deve ser interpretado em conjunto com a elevada variabilidade interanual.

As tendências suavizadas pelo filtro HP mantêm a direção negativa no Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste e positiva no Sul. A datação de Bry–Boschan mostra alternância frequente entre fases ascendentes e descendentes, com durações e amplitudes distintas entre as regiões. Esses movimentos locais não equivalem automaticamente a secas ou cheias e devem ser lidos como uma descrição estatística da dinâmica das séries.

A literatura oferece mecanismos plausíveis para os padrões observados. Teleconexões associadas ao ENSO e ao Atlântico tropical, mudanças climáticas, reciclagem de umidade e alterações no uso da terra atuam simultaneamente. Os extremos de 2023–2024 — seca na Amazônia e precipitação excepcional no Rio Grande do Sul — ajudam a interpretar os desvios no final da amostra, mas não explicam, isoladamente, as tendências de todo o período. Assim, os resultados regionais são compatíveis com riscos documentados na literatura, sem identificar causalidade por si sós.

As principais limitações decorrem da agregação em macrorregiões, da extensão temporal relativamente curta para inferências climatológicas, da sensibilidade do filtro HP e da ausência de variáveis explicativas oceânicas, atmosféricas e de cobertura do solo. Como agenda de aprofundamento, recomenda-se avaliar as tendências por estação e bacia, controlar índices oceânicos, comparar bases observacionais e de satélite e testar a associação entre precipitação e mudanças de cobertura vegetal. Essas extensões podem ser realizadas sem alterar a contribuição central do artigo: oferecer uma leitura comparável da sazonalidade, da trajetória e dos ciclos pluviométricos nas cinco regiões brasileiras.

REFERÊNCIAS

BRY, G.; BOSCHAN, C. Cyclical analysis of time series: selected procedures and computer programs. New York: National Bureau of Economic Research, 1971.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS — CEMADEN. Nota Técnica nº 564/2023/SEI-CEMADEN: El Niño 2023–2024. São José dos Campos: CEMADEN/MCTI, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/impactos-do-fenomeno-el-nino-no-brasil-no-trimestre-son->

2023-e-projecoes-de-evolucao-do-evento-no-verao-2024/NotaTcnicaElNio15set2023.pdf.
Acesso em: 23 jul. 2026.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. *Journal of Climate*, v. 17, p. 88–108, 2004. DOI: 10.1175/1520-0442(2004)017<0088:TSACZI>2.0.CO;2.

COSTA, M. H.; PIRES, G. F. Effects of Amazon and Central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *International Journal of Climatology*, v. 30, p. 1970–1979, 2010. DOI: 10.1002/joc.2048.

FINDLEY, D. F.; MONSELL, B. C.; BELL, W. R.; OTTO, M. C.; CHEN, B.-C. New capabilities and methods of the X-12-ARIMA seasonal-adjustment program. *Journal of Business & Economic Statistics*, v. 16, n. 2, p. 127–152, 1998. DOI: 10.1080/07350015.1998.10524743.

FREITAS, S. M.; FERREIRA, C. R. R. P. T.; BARBOSA, M. Z. Oportunidades e entraves à expansão da dendeicultura brasileira. *Agricultura em São Paulo*, v. 45, n. 2, p. 1–16, 1998.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, v. 11, n. 11, p. 2863–2880, 1998. DOI: 10.1175/1520-0442(1998)011<2863:PAISBA>2.0.CO;2.

HAMILTON, J. D. Why you should never use the Hodrick–Prescott filter. *The Review of Economics and Statistics*, v. 100, n. 5, p. 831–843, 2018. DOI: 10.1162/rest_a_00706.

HARDING, D.; PAGAN, A. Dissecting the cycle: a methodological investigation. *Journal of Monetary Economics*, v. 49, n. 2, p. 365–381, 2002. DOI: 10.1016/S0304-3932(01)00108-8.

HODRICK, R. J.; PRESCOTT, E. C. Postwar U.S. business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, Credit and Banking*, v. 29, n. 1, p. 1–16, 1997. DOI: 10.2307/2953682.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA — INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa — BDMEP. Brasília, DF: INMET, 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA — INMET. Eventos extremos de maio de 2024 no Brasil. Brasília, DF: INMET, 7 jun. 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/EventosExtremos-Brasil-Maio-2024.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE — IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Regional Fact Sheet — Central and South America. Geneva: IPCC, 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE — IPCC. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Chapter 12: Central and South America. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

LEITE-FILHO, A. T.; SOUSA PONTES, V. Y.; COSTA, M. H. Effects of deforestation on the onset of the rainy season and the duration of dry spells in southern Amazonia. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 124, p. 5268–5281, 2019. DOI: 10.1029/2018JD029537.

LEITE-FILHO, A. T.; COSTA, M. H.; RONG, F. The southern Amazon rainy season: the role of deforestation and its interactions with large-scale mechanisms. *International Journal of Climatology*, v. 40, p. 2328–2341, 2020. DOI: 10.1002/joc.6335.

LEITE-FILHO, A. T.; SOARES-FILHO, B. S.; DAVIS, J. L.; ABRAHÃO, G. M.; BÖRNER, J. Deforestation reduces rainfall and agricultural revenues in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, v. 12, art. 2591, 2021. DOI: 10.1038/s41467-021-22840-7.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, A.; ALVES, L. M.; MENDIONDO, E. M.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. A seca e a crise hídrica de 2014–2015 em São Paulo. *Revista USP*, n. 106, p. 31–44, 2015. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.voi106p31-44.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129, p. 1189–1200, 2017. DOI: 10.1007/s00704-016-1840-8.

MARENGO, J. A. et al. Climatic characteristics of the 2010–2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 90, n. 2, p. 1973–1985, 2018. DOI: 10.1590/0001-3765201720170206.

MARENGO, J. A. et al. Extreme drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: characterization, causes, and impacts. *Frontiers in Water*, v. 3, art. 639204, 2021. DOI: 10.3389/frwa.2021.639204.

MARGARIDO, M. A. Análise da série de vendas do varejo restrito no Estado de São Paulo: uma aplicação do método X12-ARIMA. *Revista IPT: Tecnologia e Inovação*, v. 5, n. 17, p. 76–94, 2021.

MARGARIDO, M. A.; SHIKIDA, P. F. A.; KOMESU, D. K. Análise das apreensões de cigarros contrabandeados no Estado do Paraná: uma aplicação de modelos de séries temporais. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 23, n. 1, p. 1–21, 2025.

MCPHADEN, M. J.; ZEBIAK, S. E.; GLANTZ, M. H. ENSO as an integrating concept in Earth science. *Science*, v. 314, n. 5806, p. 1740–1745, 2006. DOI: 10.1126/science.1132588.

NOBRE, C. A.; SAMPAIO, G.; BORMA, L. S.; CASTILLA-RUBIO, J. C.; SILVA, J. S.; CARDOSO, M. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 113, n. 39, p. 10759–10768, 2016. DOI: 10.1073/pnas.1605516113.

RAMANATHAN, R. *Introductory econometrics with applications*. 4. ed. Fort Worth: Dryden Press, 1998.

RAVN, M. O.; UHLIG, H. On adjusting the Hodrick–Prescott filter for the frequency of observations. *The Review of Economics and Statistics*, v. 84, n. 2, p. 371–376, 2002. DOI: 10.1162/003465302317411604.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 2, p. 185–204, 2010. DOI: 10.1590/S0102-77862010000200004.

SMITH, C.; BAKER, J. C. A.; SPRACKLEN, D. V. Tropical deforestation causes large reductions in observed precipitation. *Nature*, v. 615, p. 270–275, 2023. DOI: 10.1038/s41586-022-05690-1.

SPRACKLEN, D. V.; ARNOLD, S. R.; TAYLOR, C. M. Observations of increased tropical rainfall preceded by air passage over forests. *Nature*, v. 489, p. 282–285, 2012. DOI: 10.1038/nature11390.

U.S. CENSUS BUREAU. *X-13ARIMA-SEATS Reference Manual*. Version 1.1. Washington, DC: U.S. Census Bureau, 2017.

VERA, C. et al. The South American low-level jet experiment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 87, n. 1, p. 63–77, 2006. DOI: 10.1175/BAMS-87-1-63.

APÊNDICE A — CRONOLOGIA COMPLETA DAS FASES DATADAS PELO ALGORITMO DE BRY-BOSCHAN

As tabelas apresentam os pontos de virada e as fases ascendentes e descendentes identificadas nas séries mensais dessazonalizadas. O símbolo “—” indica fase aberta no início ou no final da amostra. A amplitude é apresentada em valor absoluto, conforme as saídas da datação.

Tabela A1. Região Norte: fases datadas, janeiro de 2003 a maio de 2025

Nº	Fase	Início	Fim	Duração (meses)	Nível inicial (mm)	Nível final (mm)	Amplitude (mm)
1	Ascendente	—	set./2003	—	—	373,0	—
2	Descendente	set./2003	dez./2003	3	373,0	107,0	266,0
3	Ascendente	dez./2003	ago./2004	8	107,0	380,0	272,6
4	Descendente	ago./2004	nov./2004	3	380,0	11,0	368,8
5	Ascendente	nov./2004	jan./2005	2	11,0	194,0	182,7
6	Descendente	jan./2005	jun./2005	5	194,0	87,0	106,4
7	Ascendente	jun./2005	dez./2005	6	87,0	247,0	159,4
8	Descendente	dez./2005	fev./2006	2	247,0	118,0	128,5
9	Ascendente	fev./2006	nov./2006	9	118,0	261,0	143,0
10	Descendente	nov./2006	set./2007	10	261,0	91,0	170,2
11	Ascendente	set./2007	mai./2008	8	91,0	233,0	142,4
12	Descendente	mai./2008	jul./2008	2	233,0	131,0	102,0
13	Ascendente	jul./2008	mai./2009	10	131,0	244,0	113,2
14	Descendente	mai./2009	ago./2009	3	244,0	109,0	135,0
15	Ascendente	ago./2009	dez./2009	4	109,0	160,0	50,2
16	Descendente	dez./2009	set./2010	9	160,0	87,0	72,9
17	Ascendente	set./2010	abr./2011	7	87,0	167,0	80,2
18	Descendente	abr./2011	ago./2012	16	167,0	114,0	52,8
19	Ascendente	ago./2012	jan./2013	5	114,0	172,0	57,6
20	Descendente	jan./2013	abr./2013	3	172,0	126,0	45,5
21	Ascendente	abr./2013	ago./2013	4	126,0	238,0	111,6
22	Descendente	ago./2013	jan./2014	5	238,0	127,0	110,4
23	Ascendente	jan./2014	jun./2014	5	127,0	188,0	60,9
24	Descendente	jun./2014	set./2015	15	188,0	59,0	128,8
25	Ascendente	set./2015	set./2016	12	59,0	199,0	139,6
26	Descendente	set./2016	mai./2017	8	199,0	103,0	96,5
27	Ascendente	mai./2017	dez./2017	7	103,0	155,0	52,8
28	Descendente	dez./2017	mar./2018	3	155,0	103,0	52,0
29	Ascendente	mar./2018	nov./2018	8	103,0	173,0	69,7
30	Descendente	nov./2018	jan./2019	2	173,0	129,0	44,5
31	Ascendente	jan./2019	mai./2019	4	129,0	190,0	61,7
32	Descendente	mai./2019	ago./2019	3	190,0	146,0	44,3
33	Ascendente	ago./2019	out./2019	2	146,0	170,0	24,4
34	Descendente	out./2019	fev./2020	4	170,0	134,0	36,9
35	Ascendente	fev./2020	abr./2020	2	134,0	152,0	18,2
36	Descendente	abr./2020	ago./2020	4	152,0	94,0	57,4
37	Ascendente	ago./2020	nov./2020	3	94,0	145,0	51,0
38	Descendente	nov./2020	jun./2021	7	145,0	63,0	82,6
39	Ascendente	jun./2021	set./2021	3	63,0	149,0	85,8
40	Descendente	set./2021	fev./2022	5	149,0	102,0	46,9
41	Ascendente	fev./2022	jun./2022	4	102,0	189,0	87,4
42	Descendente	jun./2022	set./2022	3	189,0	125,0	63,9
43	Ascendente	set./2022	dez./2022	3	125,0	164,0	38,6

44	Descendente	dez./2022	abr./2023	4	164,0	119,0	44,9
45	Ascendente	abr./2023	set./2023	5	119,0	130,0	11,3
46	Descendente	set./2023	nov./2023	2	130,0	89,0	40,8
47	Ascendente	nov./2023	abr./2024	5	89,0	166,0	76,5
48	Descendente	abr./2024	set./2024	5	166,0	73,0	92,4
49	Ascendente	set./2024	—	—	73,0	—	—

Fonte: elaboração dos autores com base nos resultados do algoritmo de Bry–Boschan aplicados às séries do BDMEP/INMET.

Tabela A2. Região Centro-Oeste: fases datadas, janeiro de 2003 a maio de 2025

Nº	Fase	Início	Fim	Duração (meses)	Nível inicial (mm)	Nível final (mm)	Amplitude (mm)
1	Ascendente	—	fev./2004	—	—	531,0	—
2	Descendente	fev./2004	ago./2004	6	531,0	456,0	75,6
3	Ascendente	ago./2004	out./2004	2	456,0	487,0	31,8
4	Descendente	out./2004	fev./2005	4	487,0	348,0	139,3
5	Ascendente	fev./2005	jan./2007	23	348,0	511,0	162,6
6	Descendente	jan./2007	mar./2007	2	511,0	385,0	126,2
7	Ascendente	mar./2007	jul./2007	4	385,0	470,0	85,2
8	Descendente	jul./2007	set./2007	2	470,0	416,0	53,6
9	Ascendente	set./2007	jan./2008	4	416,0	498,0	81,4
10	Descendente	jan./2008	jan./2009	12	498,0	437,0	60,4
11	Ascendente	jan./2009	dez./2009	11	437,0	502,0	64,4
12	Descendente	dez./2009	abr./2010	4	502,0	408,0	93,6
13	Ascendente	abr./2010	mar./2011	11	408,0	510,0	102,4
14	Descendente	mar./2011	mai./2011	2	510,0	434,0	76,7
15	Ascendente	mai./2011	out./2011	5	434,0	501,0	67,2
16	Descendente	out./2011	fev./2012	4	501,0	416,0	85,2
17	Ascendente	fev./2012	jun./2012	4	416,0	497,0	81,5
18	Descendente	jun./2012	dez./2012	6	497,0	407,0	89,9
19	Ascendente	dez./2012	out./2013	10	407,0	487,0	79,5
20	Descendente	out./2013	jan./2014	3	487,0	402,0	84,4
21	Ascendente	jan./2014	mar./2014	2	402,0	493,0	91,1
22	Descendente	mar./2014	jan./2015	10	493,0	214,0	279,4
23	Ascendente	jan./2015	jan./2016	12	214,0	503,0	288,8
24	Descendente	jan./2016	nov./2016	10	503,0	425,0	77,5
25	Ascendente	nov./2016	mai./2017	6	425,0	478,0	53,1
26	Descendente	mai./2017	set./2017	4	478,0	426,0	52,5
27	Ascendente	set./2017	nov./2017	2	426,0	502,0	75,7
28	Descendente	nov./2017	abr./2018	5	502,0	434,0	67,4
29	Ascendente	abr./2018	nov./2018	7	434,0	518,0	83,9
30	Descendente	nov./2018	jan./2019	2	518,0	364,0	154,6
31	Ascendente	jan./2019	fev./2020	13	364,0	473,0	109,1
32	Descendente	fev./2020	nov./2020	9	473,0	224,0	248,9
33	Ascendente	nov./2020	fev./2021	3	224,0	455,0	231,4
34	Descendente	fev./2021	abr./2022	14	455,0	351,0	104,4
35	Ascendente	abr./2022	jan./2023	9	351,0	493,0	142,2
36	Descendente	jan./2023	mai./2023	4	493,0	446,0	47,3
37	Ascendente	mai./2023	ago./2023	3	446,0	468,0	22,0
38	Descendente	ago./2023	dez./2023	4	468,0	387,0	80,2
39	Ascendente	dez./2023	abr./2024	4	387,0	463,0	75,3
40	Descendente	abr./2024	set./2024	5	463,0	423,0	39,8

41	Ascendente	set./2024	nov./2024	2	423,0	475,0	51,6
42	Descendente	nov./2024	—	—	475,0	—	—

Fonte: elaboração dos autores com base nos resultados do algoritmo de Bry–Boschan aplicados às séries do BDMEP/INMET.

Tabela A3. Região Sudeste: fases datadas, janeiro de 2003 a maio de 2025

Nº	Fase	Início	Fim	Duração (meses)	Nível inicial (mm)	Nível final (mm)	Amplitude (mm)
1	Ascendente	—	ago./2003	—	—	531,0	—
2	Descendente	ago./2003	dez./2003	4	531,0	435,0	95,7
3	Ascendente	dez./2003	jul./2004	7	435,0	518,0	82,2
4	Descendente	jul./2004	set./2004	2	518,0	235,0	282,6
5	Ascendente	set./2004	mai./2005	8	235,0	515,0	279,8
6	Descendente	mai./2005	mai./2006	12	515,0	352,0	162,7
7	Ascendente	mai./2006	set./2006	4	352,0	495,0	143,0
8	Descendente	set./2006	mar./2007	6	495,0	394,0	101,1
9	Ascendente	mar./2007	jul./2007	4	394,0	529,0	134,5
10	Descendente	jul./2007	jul./2008	12	529,0	332,0	196,8
11	Ascendente	jul./2008	out./2009	15	332,0	526,0	193,9
12	Descendente	out./2009	jan./2010	3	526,0	419,0	106,5
13	Ascendente	jan./2010	mar./2011	14	419,0	517,0	97,6
14	Descendente	mar./2011	set./2011	6	517,0	317,0	200,1
15	Ascendente	set./2011	jun./2012	9	317,0	573,0	255,9
16	Descendente	jun./2012	out./2012	4	573,0	397,0	175,3
17	Ascendente	out./2012	jul./2013	9	397,0	511,0	113,7
18	Descendente	jul./2013	jan./2014	6	511,0	371,0	139,9
19	Ascendente	jan./2014	jul./2014	6	371,0	533,0	162,3
20	Descendente	jul./2014	jan./2015	6	533,0	379,0	154,0
21	Ascendente	jan./2015	set./2015	8	379,0	530,0	150,6
22	Descendente	set./2015	abr./2016	7	530,0	354,0	176,1
23	Ascendente	abr./2016	jun./2016	2	354,0	532,0	178,7
24	Descendente	jun./2016	fev./2017	8	532,0	430,0	102,7
25	Ascendente	fev./2017	mai./2017	3	430,0	515,0	85,7
26	Descendente	mai./2017	set./2017	4	515,0	398,0	117,3
27	Ascendente	set./2017	fev./2018	5	398,0	476,0	77,6
28	Descendente	fev./2018	jan./2019	11	476,0	382,0	94,1
29	Ascendente	jan./2019	mai./2019	4	382,0	516,0	134,8
30	Descendente	mai./2019	out./2019	5	516,0	411,0	105,3
31	Ascendente	out./2019	fev./2020	4	411,0	513,0	101,7
32	Descendente	fev./2020	jul./2021	17	513,0	357,0	156,0
33	Ascendente	jul./2021	out./2021	3	357,0	489,0	132,6
34	Descendente	out./2021	jul./2022	9	489,0	373,0	116,8
35	Ascendente	jul./2022	set./2022	2	373,0	527,0	154,2
36	Descendente	set./2022	mar./2023	6	527,0	432,0	95,3
37	Ascendente	mar./2023	ago./2023	5	432,0	516,0	84,7
38	Descendente	ago./2023	nov./2023	3	516,0	396,0	120,2
39	Ascendente	nov./2023	mar./2024	4	396,0	473,0	76,6
40	Descendente	mar./2024	jun./2024	3	473,0	337,0	135,2
41	Ascendente	jun./2024	out./2024	4	337,0	471,0	133,6
42	Descendente	out./2024	—	—	471,0	—	—

Fonte: elaboração dos autores com base nos resultados do algoritmo de Bry–Boschan aplicados às séries do BDMEP/INMET.

Tabela A4. Região Sul: fases datadas, janeiro de 2003 a maio de 2025

Nº	Fase	Início	Fim	Duração (meses)	Nível inicial (mm)	Nível final (mm)	Amplitude (mm)
1	Ascendente	—	dez./2003	—	—	528,0	—
2	Descendente	dez./2003	mai./2004	5	528,0	408,0	119,6
3	Ascendente	mai./2004	nov./2004	6	408,0	489,0	81,2
4	Descendente	nov./2004	fev./2005	3	489,0	344,0	145,7
5	Ascendente	fev./2005	abr./2005	2	344,0	492,0	148,6
6	Descendente	abr./2005	jul./2005	3	492,0	450,0	42,7
7	Ascendente	jul./2005	set./2005	2	450,0	525,0	75,1
8	Descendente	set./2005	mai./2006	8	525,0	413,0	111,8
9	Ascendente	mai./2006	ago./2006	3	413,0	480,0	66,6
10	Descendente	ago./2006	out./2006	2	480,0	427,0	52,5
11	Ascendente	out./2006	mar./2007	5	427,0	510,0	83,0
12	Descendente	mar./2007	mar./2008	12	510,0	443,0	67,0
13	Ascendente	mar./2008	out./2008	7	443,0	529,0	86,2
14	Descendente	out./2008	abr./2009	6	529,0	408,0	121,1
15	Ascendente	abr./2009	nov./2009	7	408,0	557,0	149,2
16	Descendente	nov./2009	mar./2010	4	557,0	501,0	56,5
17	Ascendente	mar./2010	fev./2011	11	501,0	521,0	20,2
18	Descendente	fev./2011	mai./2011	3	521,0	419,0	102,0
19	Ascendente	mai./2011	ago./2011	3	419,0	533,0	114,0
20	Descendente	ago./2011	mar./2012	7	533,0	406,0	127,5
21	Ascendente	mar./2012	jul./2012	4	406,0	505,0	99,7
22	Descendente	jul./2012	nov./2012	4	505,0	418,0	87,3
23	Ascendente	nov./2012	mar./2014	16	418,0	523,0	105,0
24	Descendente	mar./2014	mai./2014	2	523,0	478,0	45,2
25	Ascendente	mai./2014	dez./2015	19	478,0	546,0	68,4
26	Descendente	dez./2015	set./2016	9	546,0	393,0	153,1
27	Ascendente	set./2016	mai./2017	8	393,0	556,0	162,9
28	Descendente	mai./2017	jul./2017	2	556,0	371,0	184,9
29	Ascendente	jul./2017	out./2017	3	371,0	522,0	150,9
30	Descendente	out./2017	abr./2018	6	522,0	423,0	98,7
31	Ascendente	abr./2018	mai./2019	13	423,0	539,0	115,3
32	Descendente	mai./2019	mar./2020	10	539,0	377,0	161,5
33	Ascendente	mar./2020	jun./2020	3	377,0	517,0	139,9
34	Descendente	jun./2020	out./2020	4	517,0	305,0	212,3
35	Ascendente	out./2020	jan./2021	3	305,0	523,0	218,2
36	Descendente	jan./2021	abr./2021	3	523,0	394,0	129,5
37	Ascendente	abr./2021	jun./2021	2	394,0	495,0	101,3
38	Descendente	jun./2021	dez./2021	6	495,0	336,0	158,4
39	Ascendente	dez./2021	mar./2022	3	336,0	513,0	176,3
40	Descendente	mar./2022	nov./2022	8	513,0	442,0	70,4
41	Ascendente	nov./2022	fev./2023	3	442,0	495,0	52,7
42	Descendente	fev./2023	abr./2023	2	495,0	465,0	30,2
43	Ascendente	abr./2023	out./2023	6	465,0	561,0	96,6
44	Descendente	out./2023	mar./2024	5	561,0	486,0	75,4
45	Ascendente	mar./2024	mai./2024	2	486,0	559,0	72,7
46	Descendente	mai./2024	out./2024	5	559,0	459,0	99,7
47	Ascendente	out./2024	—	—	459,0	—	—

Fonte: elaboração dos autores com base nos resultados do algoritmo de Bry–Boschan aplicados às séries do BDMEP/INMET.

Tabela A5. Região Nordeste: fases datadas, janeiro de 2003 a maio de 2025

Nº	Fase	Início	Fim	Duração (meses)	Nível inicial (mm)	Nível final (mm)	Amplitude (mm)
1	Ascendente	—	jan./2004	—	—	569,0	—
2	Descendente	jan./2004	dez./2004	11	569,0	322,0	246,6
3	Ascendente	dez./2004	jun./2005	6	322,0	489,0	167,3
4	Descendente	jun./2005	out./2005	4	489,0	359,0	130,2
5	Ascendente	out./2005	dez./2005	2	359,0	469,0	110,1
6	Descendente	dez./2005	mai./2006	5	469,0	363,0	106,4
7	Ascendente	mai./2006	set./2006	4	363,0	479,0	115,8
8	Descendente	set./2006	jan./2007	4	479,0	295,0	183,8
9	Ascendente	jan./2007	mar./2008	14	295,0	485,0	190,0
10	Descendente	mar./2008	out./2008	7	485,0	358,0	126,5
11	Ascendente	out./2008	mai./2009	7	358,0	512,0	153,9
12	Descendente	mai./2009	nov./2009	6	512,0	336,0	176,0
13	Ascendente	nov./2009	jan./2011	14	336,0	477,0	140,8
14	Descendente	jan./2011	jun./2011	5	477,0	390,0	87,2
15	Ascendente	jun./2011	out./2011	4	390,0	487,0	97,4
16	Descendente	out./2011	abr./2012	6	487,0	302,0	184,8
17	Ascendente	abr./2012	nov./2012	7	302,0	453,0	150,2
18	Descendente	nov./2012	fev./2013	3	453,0	354,0	98,6
19	Ascendente	fev./2013	dez./2013	10	354,0	489,0	134,9
20	Descendente	dez./2013	jan./2015	13	489,0	337,0	151,4
21	Ascendente	jan./2015	jul./2015	6	337,0	445,0	107,5
22	Descendente	jul./2015	nov./2015	4	445,0	323,0	121,8
23	Ascendente	nov./2015	jan./2016	2	323,0	511,0	187,7
24	Descendente	jan./2016	jan./2017	12	511,0	373,0	137,5
25	Ascendente	jan./2017	set./2017	8	373,0	478,0	104,3
26	Descendente	set./2017	ago./2018	11	478,0	362,0	116,0
27	Ascendente	ago./2018	dez./2018	4	362,0	481,0	119,7
28	Descendente	dez./2018	nov./2019	11	481,0	346,0	135,4
29	Ascendente	nov./2019	mar./2020	4	346,0	458,0	112,3
30	Descendente	mar./2020	dez./2020	9	458,0	307,0	151,2
31	Ascendente	dez./2020	dez./2021	12	307,0	497,0	190,4
32	Descendente	dez./2021	fev./2022	2	497,0	346,0	151,0
33	Ascendente	fev./2022	nov./2022	9	346,0	495,0	148,2
34	Descendente	nov./2022	out./2023	11	495,0	305,0	189,5
35	Ascendente	out./2023	fev./2024	4	305,0	463,0	157,6
36	Descendente	fev./2024	set./2024	7	463,0	349,0	113,9
37	Ascendente	set./2024	—	—	349,0	—	—

Fonte: elaboração dos autores com base nos resultados do algoritmo de Bry–Boschan aplicados às séries do BDMEP/INMET.



PSP Hub

INFRASTRUCTURE AND URBANISM STUDIES