Ambiente
Gestão & Desenvolvimento
ISSN 1981-4127

Características da dinâmica pluviométrica de Bonfim, região extremo nordeste de Roraima

Characterization of rainfall dynamics in Bonfim, extreme northeastern Roraima

DOI: https://doi.org/10.24979/ambiente.v19i2.1813
Submissão: 23/06/26
Aprovação: 27/10/26

Raíssa Fim Almeida
https://orcid.org/0000-0002-0289-4437
Camila Mattos Ribeiro
https://orcid.org/0000-0002-3869-8630
Janayna Ribeiro de Sousa Barbosa
https://orcid.org/0009-0005-7635-2998
Sarah Emílly de Souza Oliveira
https://orcid.org/0009-0004-3346-3228
Carlos Sander
https://orcid.org/0000-0002-5720-4560

RESUMO

A dinâmica pluviométrica exerce papel fundamental na disponibilidade hídrica, no planejamento territorial e na gestão ambiental, especialmente em regiões amazônicas submetidas à variabilidade climática. No extremo norte amazônico, municípios como Bonfim-RR apresentam forte dependência das chuvas para atividades agropecuárias, manutenção dos ecossistemas e recarga hídrica. Entretanto, a irregularidade das precipitações e a influência de fenômenos oceânico-atmosféricos, como El Niño e La Niña, podem alterar a duração das estações chuvosa e seca, ampliando riscos associados a déficits ou excessos hídricos. Nesse contexto, a escassez de estudos específicos sobre o comportamento pluviométrico municipal limita o

ISSN 1981-4127

entendimento das variações temporais e dos impactos associados aos eventos extremos. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica pluviométrica de Bonfim-RR e sua relação com a variabilidade associada ao fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul). Foram utilizados dados diários de precipitação da estação pluviométrica de Bonfim (código 8359000), obtidos no sistema HidroWeb/ANA, abrangendo o período de 1984 a 2024. Os dados foram analisados quanto à distribuição sazonal, início do ano hidrológico, duração da estiagem, eventos concentrados de chuva e comparação com anos sob influência de El Niño e La Niña. Os resultados indicaram forte sazonalidade, com período chuvoso entre abril e setembro e estiagem entre outubro e março. Eventos de El Niño tendem a reduzir os volumes precipitados e prolongar períodos secos, enquanto a La Niña favorece maior disponibilidade pluviométrica. Contudo, essa relação não foi linear, indicando influência conjunta de diferentes sistemas atmosféricos. O estudo contribui para o planejamento hídrico, agrícola e ambiental do município.

Palavras-chave: Precipitação. Variabilidade climática. ENOS. Amazônia Setentrional.

ABSTRACT / RESUMEN

Rainfall dynamics play a fundamental role in water availability, territorial planning, and environmental management, especially in Amazonian regions subjected to climate variability. In the northernmost portion of the Amazon, municipalities such as Bonfim-RR strongly depend on rainfall for agricultural activities, ecosystem maintenance, and water recharge. However, precipitation irregularity and the influence of ocean-atmosphere phenomena, such as El Niño and La Niña, can alter the duration of wet and dry seasons, increasing risks associated with water deficits or excesses. In this context, the scarcity of specific studies on municipal rainfall patterns limits the understanding of temporal variations and impacts associated with extreme events. Therefore, this study aimed to analyze rainfall dynamics in Bonfim-RR and its relationship with variability associated with the ENSO (El Niño South Oscillation) phenomenon. Daily precipitation data from the Bonfim rainfall station (code 8359000), obtained from the HidroWeb/ANA system, covering the period from 1984 to 2024, were used. The data were analyzed considering seasonal distribution, the beginning of the hydrological year, drought duration, concentrated rainfall events, and comparisons between years influenced by El Niño and La Niña. The results indicated strong seasonality, with the rainy season occurring between April and September and the dry season between October and March. El Niño events tend to reduce precipitation volumes and extend dry periods, whereas La Niña favors greater rainfall availability. However, this relationship was not linear, indicating the combined influence of different atmospheric systems. This study contributes to water, agricultural, and environmental planning in the municipality.

Keywords: Precipitation. Climate variability. ENSO. Northern Amazon.

ISSN 1981-4127

1 Introdução

A análise pluviométrica e fluviométrica constitui etapa essencial nos estudos de gestão e planejamento dos recursos hídricos, pois possibilita compreender a dinâmica temporal e espacial das precipitações e vazões. Conforme destacam Naghettini e Pinto (2007), a quantificação das diferentes fases do ciclo hidrológico, bem como de suas variabilidades e inter-relações, exige a coleta sistemática de dados básicos obtidos em postos ou estações hidrométricas e hidrometeorológicas, cuja manutenção e densidade são determinantes para a qualidade das análises. A coleta e o monitoramento desses dados são realizados por meio de estações instaladas em pontos estratégicos, operadas por órgãos como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do sistema HidroWeb, e de forma mais pontual destaca-se ainda estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), com estações meteorológicas convencionais e automáticas. As séries históricas registradas nessas estações permitem análises comparativas entre diferentes períodos e condições climáticas, possibilitando o reconhecimento de padrões e anomalias.

A análise pluviométrica refere-se à medição da quantidade diária de precipitação atmosférica ocorrida em determinado local, geralmente expressa em milímetros (mm), estando muitas vezes instaladas associadas a estações fluviométricas, estando estas últimas relacionadas a aferição das características hidrodinâmicas dos cursos d'água, especialmente níveis e vazões (ANA, 2014). Essas informações, obtidas por instrumentos específicos, são fundamentais para avaliar a disponibilidade hídrica, identificar períodos de estiagem e chuvosos, prever eventos extremos e subsidiar políticas públicas de uso sustentável da água (Naghettini, 2012).

Entre os fatores que influenciam essas variáveis, na Amazônia Setentrional destacam-se os fenômenos oceânico-atmosféricos conhecidos como El Niño e La Niña, fases opostas da Oscilação Sul (ENOS). O El Niño caracteriza-se pelo aquecimento anômalo das águas do Oceano Pacífico Equatorial, resultando na redução das chuvas em grande parte da Amazônia. Já a La Niña, associada ao resfriamento dessas águas,

ISSN 1981-4127

tende a intensificar as precipitações na porção norte do Brasil. Esses eventos globais afetam a circulação atmosférica e podem modificar a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), influenciando o regime hidrológico de bacias hidrográficas amazônicas (Kayano *et al.*, 2016).

No Gerenciamento de Recursos Ambientais (GRA), compreender o regime de chuvas e sua relação com o ENOS é essencial para o planejamento territorial, a segurança hídrica e a conservação dos ecossistemas. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar os dados pluviométricos do município de Bonfim-RR, que apresenta características próprias e demanda uma avaliação específica para subsidiar ações de manejo e políticas ambientais.

2 Materiais e métodos

Este estudo utilizou dados pluviométricos da estação de monitoramento de Bonfim-RR (código 8359000), abrangendo o período de 1984 a 2024, obtidos na plataforma HidroWeb. Foram identificados anos com registros incompletos (1984, 2006, 2022 e 2024), que foram mantidos na base, mas considerados com essa limitação.

Para estabelecer uma base de comparação com as normais climatológicas recentes, adotou-se como período de referência a série histórica de 1991 a 2020, denominado neste estudo de série histórica base (SH Base). Essa série de referência, que compreende os dados tratados e consolidados para o estado de Roraima, foi obtida no âmbito da pesquisa que resultou no estudo de Sander *et al.* (2025) sobre o perfil hidroclimático do estado. O referido estudo, que utilizou o mesmo período de normais climatológicas (1991-2020) e uma base composta de 43 estações (ANA, 2025; INMET, 2024), incluindo a estação de Bonfim, servindo como referência metodológica e contextual para análise comparativa realizada.

Os dados foram organizados em planilhas no Microsoft Excel, estruturadas por ano, mês e dia, com registro dos valores diários de precipitação (mm), cálculo das médias mensais e dos volumes totais mensais. Essa organização permitiu identificar dias chuvosos e secos, calcular totais anuais, analisar a distribuição sazonal e interanual das chuvas e gerar tabelas e gráficos comparativos.

ISSN 1981-4127

A análise da série histórica de precipitação de Bonfim-RR (1984–2024) foi estruturada a partir de três eixos analíticos principais: (i) determinação do início do ano hidrológico, considerando o momento em que os volumes mensais ultrapassam de forma consistente 60 mm; (ii) caracterização dos períodos de estiagem, definidos pela ocorrência de volume mensal inferior a 60 mm; e (iii) identificação de eventos de precipitação concentrada, caracterizados por totais mensais superiores a 60 mm registrados em apenas um dia de precipitação. Para os dois primeiros eixos, adotou-se o limiar de 60 mm como critério operacional de diferenciação entre meses de menor e maior precipitação, aplicado uniformemente à série histórica para permitir a comparação entre anos. Esse limiar constituiu uma escolha metodológica deste estudo e deve ser interpretado no contexto da caracterização pluviométrica local, não como um limite universal de definição de estiagem.

A classificação dos anos segundo a influência do fenômeno ENOS foi realizada com base nas informações do *Climate Prediction Center - CPC* (CPC, s.d.) e do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, s.d.). A intensidade dos eventos foi determinada conforme as anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) na região Niño 3.4: entre ±0,5°C e ±0,9°C (fraco), ±1,0°C a ±1,4°C (moderado), ±1,5°C a ±1,9°C (forte) e ≥ ±2,0°C (muito forte).

A análise da relação entre ENOS e precipitação foi conduzida de forma descritiva e qualitativa, por meio da observação direta das médias mensais e volumes totais em anos classificados como de El Niño ou La Niña, comparando-os com a média histórica geral da estação e com a série de referência (SH Base). Essa abordagem permitiu identificar visualmente tendências e possíveis variações no regime pluviométrico local associadas a anomalias climáticas, sem aplicação de testes estatísticos formais. Por se tratar de uma análise descritiva e comparativa, os padrões identificados permitem reconhecer tendências e diferenças entre os cenários pluviométricos, mas não demonstram, por si só, significância estatística ou relação causal entre as fases do ENOS e a precipitação em Bonfim. A ausência de testes estatísticos formais constitui uma limitação do estudo, que deverá ser considerada na interpretação dos resultados. Assim, as associações identificadas

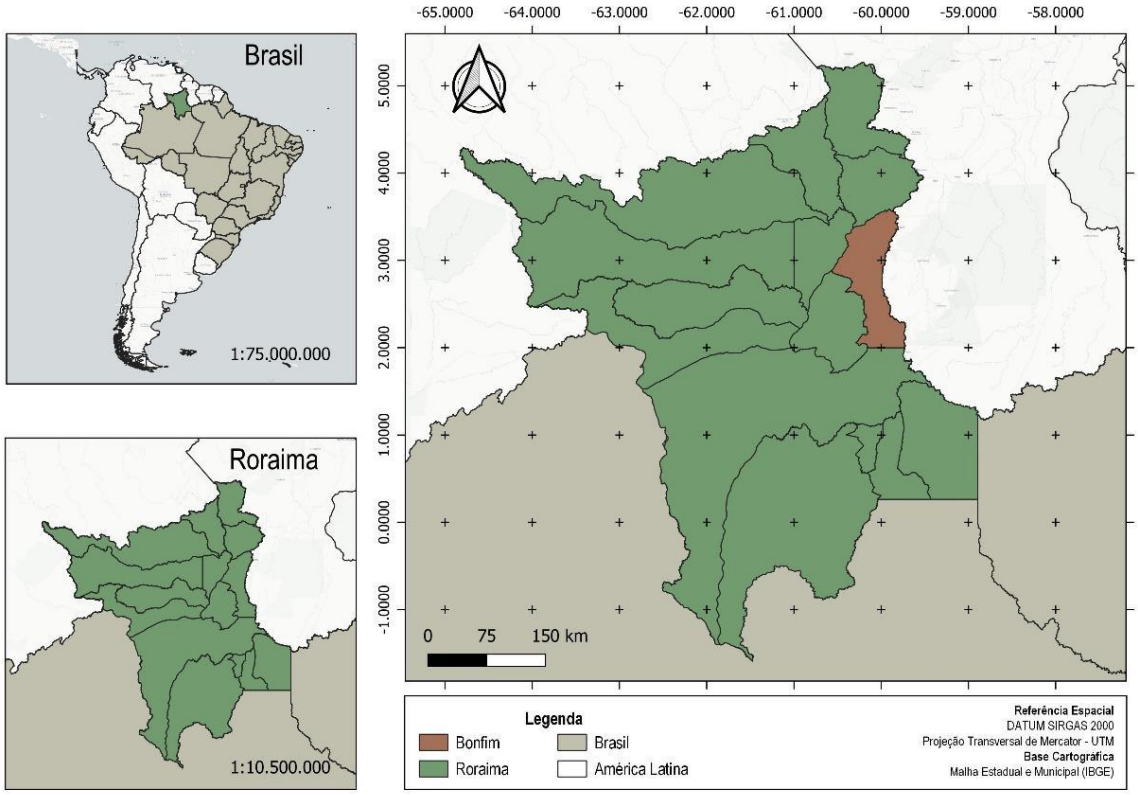
ISSN 1981-4127

são discutidas como tendências observadas na série histórica, sem atribuir ao ENOS exclusividade na explicação da variabilidade pluviométrica local.

2.1 Área de estudo

O município de Bonfim está localizado na porção centro-oriental do estado de Roraima, na faixa de fronteira com a Guiana, a aproximadamente 124 km da capital Boa Vista, com acesso principal pela BR-401. Possui área territorial de 8.095 km² (IBGE, 2022) e, segundo dados do Censo 2022, apresentou crescimento populacional de cerca de 9,6% em relação a 2010, totalizando 13.884 habitantes. Limita-se ao norte com Normandia, ao sul com Caracaraí, a oeste com Boa Vista e Cantá, e a leste com a República Cooperativista da Guiana (Figura 1).

Figura 1. Mapa de localização do município de Bonfim-RR.



Fonte: Autores (2025).

ISSN 1981-4127

Sua sede é conurbada à cidade guianense de Lethem, formando uma aglomeração urbana transnacional conectada pela ponte sobre o rio Tacutu, que desempenha papel estratégico para o intercâmbio econômico e social na faixa de fronteira. A economia municipal é fortemente baseada na pecuária e na agricultura, atividades cuja produtividade depende diretamente do regime de chuvas, reforçando a relevância de estudos sobre a variabilidade pluviométrica na região (Barbosa; Rosa Filho, 2015). Nos últimos anos, destaca-se a inserção do município no circuito produtivo da soja, cultura que vem se expandindo no lavrado roraimense em função das condições geomorfológicas favoráveis e da crescente demanda do mercado (Barbosa *et al.*, 2025).

Inserido em uma área de transição ecológica entre a floresta amazônica e o ecossistema de savana (Rosa Filho; Cavalcante; Raposo, 2014), o município apresenta cobertura vegetal predominantemente associada às formações savânicas amazônicas, caracterizadas por vegetação aberta, com predomínio de estrato herbáceo e presença de árvores e arbustos distribuídos de forma esparsa e irregular. Essa paisagem é regionalmente conhecida como lavrado, termo utilizado em Roraima para designar áreas de savana amazônica que abrangem diferentes fisionomias vegetais, com variações na densidade arbórea, composição florística e estrutura da vegetação. Embora apresente semelhanças estruturais com o cerrado do Brasil Central, o lavrado possui gênese geológica e ecológica própria, sendo reconhecido como uma paisagem característica do estado de Roraima (Barbosa *et al.*, 2025).

A cobertura vegetal apresenta um mosaico de fitofisionomias savânicas e florestais, com diferentes graus de cobertura arbórea, predominando gramíneas e espécies herbáceas adaptadas a solos arenosos e de baixa fertilidade, intercaladas por árvores e arbustos esparsos, como a lixeira (*Curatella americana*), o paricarana (*Bowdichia virgilioides*) e a muricizeira (*Byrsonima crassifolia*). Em áreas úmidas, destacam-se os buritizeiros (*Mauritia flexuosa*) e as matas de galeria que acompanham igarapés e cursos d'água sazonais. Nas proximidades do rio Tacutu e em setores com solos mais férteis, observa-se maior densidade arbórea, incluindo espécies típicas da transição para a floresta amazônica (Barbosa *et al.*, 2025; Tavares Júnior, 2020).

ISSN 1981-4127

As superfícies do lavrado são amplamente aplainadas, situando-se entre 50 e 120 metros de altitude e vinculadas à Formação Boa Vista, apresentando relevo levemente ondulado, com a presença de “tesos” e zonas pouco dissecadas. De forma pontual, ocorrem elevações residuais, morros e inselbergs constituídos por rochas ortognáissicas e graníticas. Essas características geomorfológicas influenciam a dinâmica de drenagem superficial e a distribuição de ambientes sazonalmente alagáveis, elementos que se relacionam diretamente com o regime pluviométrico regional (Tavares Júnior, 2020).

De acordo com o mapeamento dos tipos climáticos do estado de Roraima para o período de normais climatológicas de 1991-2020 (Sander; Araújo; Carvalho; 2025), o município de Bonfim encontra-se inserido em uma zona de transição entre os climas Am (Tropical de Monção) e Aw (Tropical de Savana). Ambos são classificados pelo sistema de Köppen como tropicais, megatérmicos (A), caracterizados por temperaturas médias anuais elevadas, superiores a 18 °C em todos os meses do ano (Sander; Wankler; Carvalho, 2018; Sander *et al.*, 2025; Sander; Araújo; Carvalho, 2025). A distinção fundamental entre eles reside na distribuição e no volume das chuvas: o tipo Am, ou tropical úmido, apresenta uma estação seca curta, enquanto o tipo Aw, ou tropical de savana, caracteriza-se por uma estação seca bem definida e prolongada, com precipitações concentradas no verão (Evangelista; Sander; Wankler, 2008; Araújo *et al.*, 2024; Sander *et al.*, 2025).

Em Bonfim, as temperaturas médias anuais situam-se em torno de 27,5 °C, com regime sazonal bem definido: a estação chuvosa concentra-se entre maio e agosto, enquanto a estação seca pode prolongar-se por até cinco meses, normalmente de outubro a março, com precipitação anual próxima a 2.000 mm (Figura 2). Embora compartilhe características gerais com o clima da capital Boa Vista, a localização mais oriental de Bonfim, próxima à fronteira com a Guiana, confere diferenças sutis na distribuição espacial e na intensidade das precipitações (Rosa Filho; Cavalcante; Raposo, 2014). O regime pluviométrico regional está associado principalmente à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e de sistemas convectivos locais (INMET, 2024; Sander; Araújo; Carvalho, 2025).

ISSN 1981-4127

O regime pluviométrico exerce influência direta sobre a dinâmica hidrológica do município, uma vez que a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea está condicionada à sazonalidade das chuvas. A hidrografia local está vinculada à bacia do rio Branco e seus afluentes, com destaque para o rio Tacutu, que delimita a fronteira com a Guiana. Segundo Rosa Filho, Cavalcante e Raposo (2014), além dos rios Branco e Tacutu, integram a rede hidrográfica municipal seus principais afluentes, como os rios Jacamim, Arraia e Urubu, na margem esquerda, e diversos igarapés, entre eles o do Veado, da Galinha, do Cumaca Manda, do Urucum, do Juau, da Onça, do Javari, do Caju, da Iara, do Xuá e do Cupim.

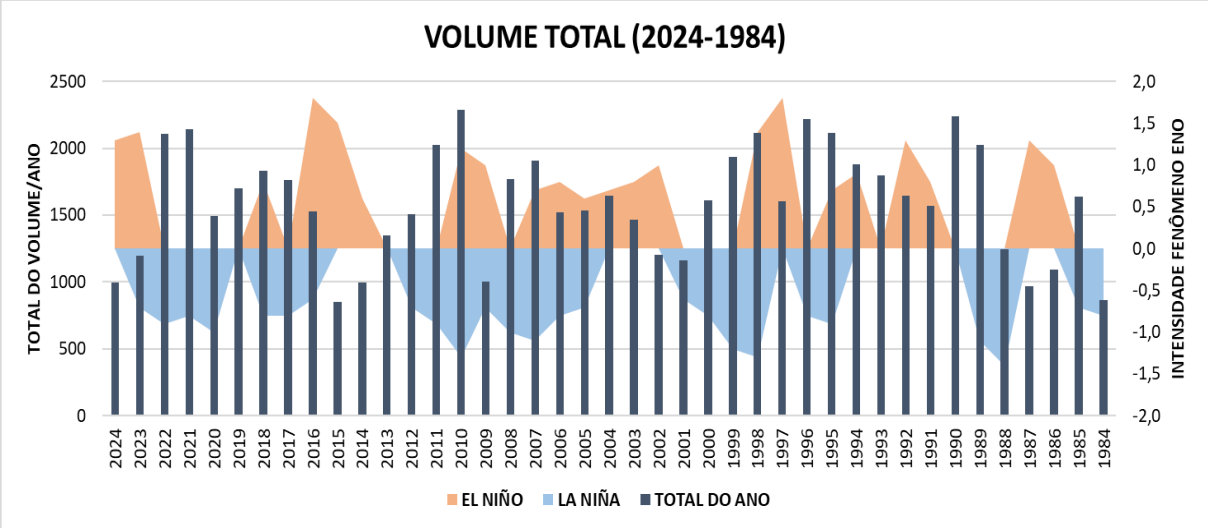
As chuvas constituem a principal fonte de recarga hídrica, abastecendo cursos d'água e o lençol freático. Em função do relevo plano e do lençol freático raso, são comuns áreas úmidas sazonais e permanentes, como lagos e veredas de buritizais, que desempenham papel importante na conectividade hídrica e na dinâmica ecológica (Carvalho; Carvalho; Morais, 2016; Meneses; Costa; Costa, 2007). De acordo com Alves (2019), a formação dessas veredas resulta da interação entre processos de aplainamento e variações climáticas ao longo da evolução morfogenética, os quais controlaram a morfologia, a permeabilidade e a drenagem dos solos, influenciando diretamente sua distribuição no território.

3 Resultados

A análise da série histórica de precipitação de Bonfim-RR (1984–2024) evidencia a variabilidade interanual e sazonal do regime pluviométrico, com alternância entre períodos de maior regularidade das chuvas e anos com redução dos volumes precipitados, especialmente sob influência de eventos oceânico-atmosféricos como El Niño e La Niña (Figura 2).

Figura 2. Volume total anual de precipitação e intensidade dos fenômenos El Niño e La Niña no período de 1984 a 2024 para Bonfim-RR.

ISSN 1981-4127



Fonte: Autores (2025).

A série histórica evidencia significativa variabilidade interanual da precipitação em Bonfim-RR, com alternância entre anos de maior disponibilidade hídrica e períodos de redução dos volumes pluviométricos. Observa-se que os totais anuais apresentam oscilações associadas à dinâmica climática regional, com destaque para anos influenciados por eventos de El Niño e La Niña. De modo geral, períodos de atuação do El Niño coincidem com redução dos volumes precipitados e maior irregularidade na distribuição das chuvas, enquanto anos sob influência de La Niña tendem a apresentar maior contribuição pluviométrica, embora essa relação não seja linear para todos os anos da série.

Considerando a sazonalidade típica da região Norte do Brasil, o ano hidrológico em Bonfim costuma iniciar entre março e maio, quando os volumes mensais de precipitação ultrapassam de forma consistente o limiar de 60 mm. A análise da série histórica (1984–2024), representada no Tabela 1, indica que apenas 14% dos anos iniciaram o ciclo hidrológico em março, enquanto 52% tiveram início em abril e 24% em maio. Em anos de atraso mais acentuado, observou-se início apenas em junho (8%) ou julho (2%). Abril se destaca, portanto, como o mês de maior recorrência para o estabelecimento das chuvas regulares, confirmando o padrão sazonal descrito para a Amazônia Setentrional.

Figura 3. Precipitação média mensal (mm) em Bonfim-RR e comparativo com a série de referência "SH Base" (1991-2020) sob influência de ENOS.

ISSN 1981-4127

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	*	*	*	6,6	86,4	246,6	134	136,2	142,2	72,4	31,1	6,9
1985	8,7	1	9,1	51,8	261,3	389,8	337,8	268,8	168,7	19,3	84,9	40,2
1986	8,6	15,7	3,2	2,4	56,3	529	285,2	36,2	37,4	103	3,2	10,9
1987	14,9	0	21,6	107,8	140,2	134,4	224	175	18	77,4	25	27
1988	0,2	51,4	0	6	151	193,8	373,1	212	176,6	38,2	33,4	6,6
1989	38,6	71	154	0	341	437,6	376	247	138	92	115,4	16,6
1990	32	36	23	293	446	434	498	179	187	98	12	0
1991	0	10	32	83	118	527	437	270	31	60	0	0
1992	25,5	83,2	23,3	150,9	185,3	314,2	458,1	316,1	10	0	75,5	0
1993	0	15,2	64	96,6	504,4	297,3	335,2	215,3	75,4	44,4	96,6	52,2
1994	0	12,2	0	143,2	336,3	330,4	510,3	309,5	25,5	108,7	41	59,9
1995	15,5	0	37,7	48,8	396,2	583	321,6	337	123	89,8	140,9	18,8
1996	85,5	69,8	10	10	369,3	541,4	560,6	379,3	87,9	10	78,8	15,5
1997	94,3	145,3	0	91	516,2	127,2	308,3	134,2	38,8	26,6	10	109,4
1998	0	10	15,5	322,4	505,9	533,8	287,4	137,5	178,5	42,2	38,8	42,4
1999	11,4	53,4	24,4	145,4	313	313,6	333,9	244,1	166,5	172	150	10
2000	71	31	42,2	217,5	344	320,4	158,7	125,4	82,2	50	126,4	42,4
2001	2,6	10	23,6	20,1	311,9	230,2	276	192,8	52,5	28,9	3,3	12,2
2002	8,1	0	5,5	163,3	225,1	328,7	251,1	93,8	82	11,3	10,4	22,7
2003	10,1	2,9	0	72,3	360	314,2	242,4	131,1	145,5	72	78,8	38
2004	1,4	34,4	36	106,9	423,3	258,3	292,4	259,2	97,2	57,9	0	76,5
2005	25,6	32,1	11,7	128,7	263,7	194,6	304,3	236,5	152,3	164,1	0	19,2
2006	30,5	3,2	23,8	16,8	384,7	399,7	366,2	91,5	112,2	42,6	47,6	*
2007	141	0	48,3	211,4	264,8	404,5	331,2	285,4	115,6	43,7	2,2	57,7
2008	13,7	25,2	23	104,7	164,7	263,3	474,2	178	216	130,3	12,4	162,7
2009	69,9	53,4	1,4	4,1	18,9	197,9	313,5	158,3	58,7	26,7	0	102,6
2010	6,2	22,9	32,2	124,9	528,3	432	391,8	357,7	129,2	119,9	87,3	58,1

ISSN 1981-4127

2011	40,9	7,1	171,6	34,1	604,6	381,9	303,7	143,5	98,1	76,3	159	3,8
2012	27,8	16,5	63,4	227,7	347,3	156,2	326,2	161,6	53	52,4	38,5	33,1
2013	0	60,6	20,8	102,1	318,9	212,4	193,3	215,1	186,5	1,6	31,5	2,2
2014	8,6	5,3	5,4	58,6	125,2	271	270,9	153,8	48,3	38,8	4,1	6,8
2015	1,8	6,2	0,2	42,6	264	185,4	149,4	132,5	20	15,1	0	36,6
2016	0	60,4	19,2	296,5	141	317,4	223,5	243,8	59,8	113,1	35,6	20,1
2017	7,4	35,7	25	125,4	279	397,2	526,3	129,7	123,98	41,6	14,4	53,9
2018	28,5	2,9	15,3	116,6	212,7	475,4	477,7	177,6	123,2	96	69	37,4
2019	10,8	0,6	0	17,5	402,7	328,6	294,1	219,3	258,9	48,9	95,3	23,6
2020	0	19,3	0,8	31,6	247,8	365,2	256	261,1	83,3	47,6	169	8,9
2021	108,1	39,6	64,5	265,4	135,6	472,4	348,1	318,4	117,3	71,3	34,4	167
2022	4,5	86,2	127,6	179,7	441,6	350,6	*	328,9	184	48,7	183,5	175,9
2023	44,81	36,3	0	74,3	101,8	366,46	339,7	92,4	7,2	77,8	27,9	24,4
2024	9,4	0,9	11,5	*	*	364,3	407	135,7	19	40,2	0	5,5

Fonte: Adaptado de HidroWeb/ANA (2025).

Legenda: mês de estiagem; mês de início do ano hidrológico; mês sem dados.

A associação com os eventos ENOS é evidente: dos anos que apresentaram início tardio da estação chuvosa (junho ou julho), 87% coincidiram com eventos moderados ou fortes de El Niño, fenômeno que pode alterar a circulação atmosférica tropical e favorecer o posicionamento mais ao norte da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), reduzindo a convecção e os totais pluviométricos sobre o norte amazônico (Nobre; Shukla, 1996; Marengo, 2004). Em anos de El Niño intenso, como 1986–1987 e 2015–2016, o início do ano hidrológico foi postergado em até três meses em relação ao padrão médio.

Essa variação temporal tem implicações diretas no planejamento agrícola, no abastecimento de mananciais e na manutenção de ecossistemas frágeis, como o lavrado roraimense, mais suscetível a períodos secos prolongados. O atraso no início das chuvas compromete o preparo do solo, a semeadura e a produtividade, além de aumentar o risco de incêndios florestais e de redução na recarga dos aquíferos.

ISSN 1981-4127

Adicionalmente, o quadro evidencia anos com dados incompletos no HidroWeb, indicados com asterisco (*), o que requer cautela na interpretação de alguns casos pontuais. Ainda assim, a consistência dos padrões observados reforça a utilidade da série histórica para caracterizar o regime hidrológico e compreender suas variações interanuais associadas a forçantes oceânicas e atmosféricas. A análise reforça a importância de se considerar não apenas as médias mensais, mas também a regularidade e a distribuição das chuvas ao longo do tempo, uma vez que a antecipação ou o atraso do início das chuvas possui implicações diretas sobre o planejamento ambiental e socioeconômico regional.

A estiagem em Bonfim apresenta padrão marcadamente sazonal, ocorrendo majoritariamente entre dezembro e março, caracterizando a estação seca descrita por Alves (2019). Contudo, 68,3% dos anos da série apresentaram estiagem prolongada, com mais de quatro meses consecutivos abaixo do limite estabelecido, e 19,5% registraram estiagens muito longas, superior a seis meses. Casos extremos, com mais de oito meses de estiagem, ocorreram apenas em 4,9% dos anos, concentrando-se em eventos fortes de El Niño, como 1986–1987. Essas situações configuram cenários críticos de déficit hídrico, com impactos diretos sobre o regime dos rios, a produtividade agrícola e a disponibilidade de água para consumo humano e animal.

Além da análise das médias mensais, foi identificada a ocorrência de eventos anômalos, definidos como meses com precipitação total superior a 60 mm concentrada em um único dia. Embora a caracterização desses eventos dependa de dados diários, a frequência de meses de transição com volumes acima de 60 mm indica potencial para esses extremos: 65,9% dos anos apresentaram tal condição em setembro e 41,5% em outubro. Tais episódios, mais comuns em anos neutros ou de La Niña, refletem a maior instabilidade dos sistemas convectivos locais e a maior disponibilidade de umidade na atmosfera, podendo provocar alagamentos, erosão, enxurradas e baixa eficiência de recarga hídrica do solo, especialmente em áreas com pouca cobertura vegetal. Esse conjunto de evidências reforça a necessidade de incorporar indicadores de extremos hídricos às políticas de monitoramento e prevenção de desastres, de modo a contemplar não apenas a média anual, mas também a variabilidade intra e interanual das chuvas.

ISSN 1981-4127

Ao relacionar esses achados com o comparativo apresentado na Tabela 2, observa-se que a média histórica mensal da série analisada (1984–2024) mantém coerência com a série de referência (SH Base, 1991–2020), embora apresente diferenças sutis associadas à inclusão de anos mais extremos e às variações climáticas recentes. A comparação com os anos de El Niño e La Niña, também baseada na SH Base, reforça a influência moduladora desses fenômenos sobre o regime pluviométrico.

Tabela 1. Precipitação média mensal (mm) em Bonfim-RR e comparativo com a série de referência "SH Base" (1991-2020) sob influência de ENOS.

DADOS PLUVIOMÉTRICOS BONFIM				
ESTAÇÃO BONFIM		CÓDIGO - 8359000		
MÊS	MÉDIA MENSAL	SH BASE	EL NIÑO BASE	LA NIÑA BASE
DEZEMBRO	39,21	40,06	40,46	53,4
NOVEMBRO	52,86	54,18	18,32	76,15
OUTUBRO	62,70	61,77	52,45	73,34
SETEMBRO	103,18	101,66	54,27	114,07
AGOSTO	205,37	203,49	164,43	239,9
JULHO	324,35	330,5	289,43	316,28
JUNHO	339,55	341,29	289	333,5
MAIO	283,86	299,5	309,8	282,4
ABRIL	104,92	109,52	156,28	134,29
MARÇO	29,04	29,2	17,91	56,18
FEVEREIRO	28,46	28,92	22,55	33,59
JANEIRO	24,58	24,95	20,08	38,43

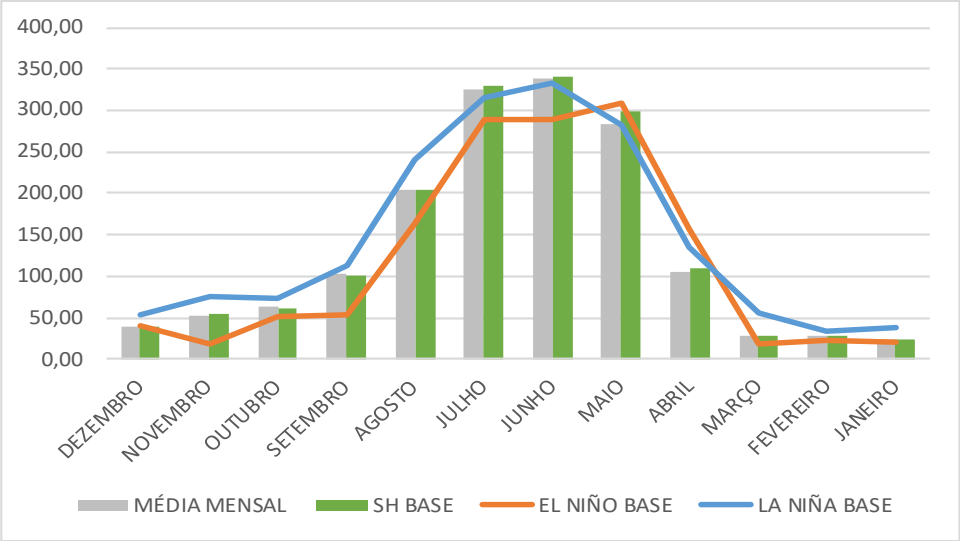
Fonte: Adaptado de HidroWeb/ANA, CPTEC (2021) e Sander, Araújo, Carvalho (2025).

Durante a estação chuvosa, a La Niña aumenta os totais mensais de forma sistemática, com ganhos expressivos em agosto (+34,53 mm em relação à média histórica) e setembro (+10,89 mm), enquanto o El Niño reduz significativamente os volumes, como em junho (–50,55 mm) e agosto (–40,94 mm). Nos meses secos, a atuação da La Niña ameniza o déficit hídrico, elevando, por exemplo, março de 29,04 mm para 56,18

ISSN 1981-4127

mm, ao passo que o El Niño acentua a escassez, reduzindo-o para 17,91 mm. Esses comportamentos estão sintetizados na Figura 3.

Figura 4. Precipitação média mensal (mm) em Bonfim-RR e comparativo com a série de referência "SH Base" (1991-2020) sob influência de ENOS.



Fonte: Adaptado de HidroWeb/ANA, CPTEC (2021) e Sander, Araújo E Carvalho (2025).

ISSN 1981-4127

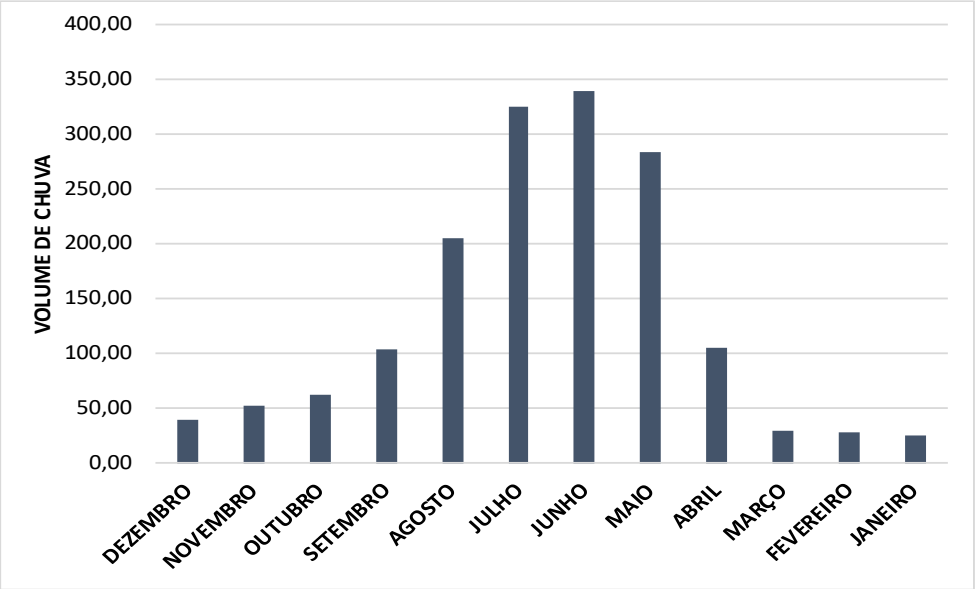
Esses contrastes, evidenciados na Figura 3, confirmam que a variabilidade interanual associada ao ENOS está diretamente ligada ao atraso ou à antecipação do início da estação chuvosa, à duração da estiagem e à frequência de eventos extremos. Assim, a integração entre a série histórica completa e a série de referência permite não apenas validar as tendências observadas, mas também ampliar a compreensão sobre como diferentes fases do ENOS impactam a dinâmica hidrológica local, subsidiando o planejamento hídrico e a prevenção de desastres na região.

3.1 Estação chuvosa

Embora a literatura descreva a estação chuvosa em Bonfim como concentrada entre maio e agosto, associada à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (INMET, 2025), a análise da série histórica de 1984 a 2024 (Figura 4) indica que o período úmido se estende de abril a setembro. Durante todo esse intervalo, os volumes médios mensais ultrapassam 100 mm, com picos em junho (339,55 mm) e julho (324,35 mm), valores muito próximos à SH Base (341,29 mm e 330,5 mm, respectivamente). Essa estabilidade confirma a influência predominante da ZCIT e a regularidade sazonal da precipitação na região.

Figura 5. Média mensal de precipitação (mm) em Bonfim-RR (1984-2024).

ISSN 1981-4127



Fonte: Adaptado de HidroWeb/ANA, CPTEC (2021) e Sander, Araújo E Carvalho (2025).

Nos anos de La Niña, observa-se aumento consistente nos acumulados de praticamente todos os meses da estação chuvosa, reforçando o papel desse fenômeno no fortalecimento da ZCIT e no aporte adicional de umidade atmosférica. Em junho e agosto, por exemplo, as médias alcançaram 333,5 mm e 239,9 mm, superando a média histórica e à SH Base. Por outro lado, nos anos de El Niño, a redução das chuvas é expressiva, com destaque para agosto (164,43 mm) e junho (289 mm), reflexo do deslocamento da ZCIT e da inibição dos sistemas convectivos pelo aquecimento anômalo das águas do Pacífico Equatorial.

A série histórica também evidencia que, mesmo em meses tipicamente chuvosos, podem ocorrer anomalias pluviométricas marcadas pela concentração de mais de 60 mm em apenas um dia. Esses eventos, mais comuns nos meses de transição (setembro e outubro), também se registram no auge do período úmido, principalmente em anos de La Niña. Entre os casos mais expressivos estão setembro/2013 (186,5 mm no mês, sendo 117 mm em um único dia), outubro/1999 (172 mm, com 120 mm em um evento), setembro/2008 (216 mm, sendo 150 mm em um dia) e outubro/2015 (164,1 mm, com 110 mm concentrados em um único episódio). Tais ocorrências evidenciam o risco de alagamentos, erosões e baixa eficiência na recarga hídrica do solo, sobretudo em áreas com pouca cobertura vegetal.

ISSN 1981-4127

3.2 Estação seca

A estação seca em Bonfim estende-se, em média, de outubro a março, com cerca de quatro a cinco meses consecutivos de precipitações inferiores a 60 mm. A análise da série histórica (1984–2024) confirma esse intervalo como o mais recorrente, com os menores volumes concentrados entre dezembro e março, destacando-se janeiro (24,58 mm), fevereiro (28,46 mm) e março (29,04 mm) como os meses mais secos, em concordância com o padrão sazonal descrito para o nordeste de Roraima.

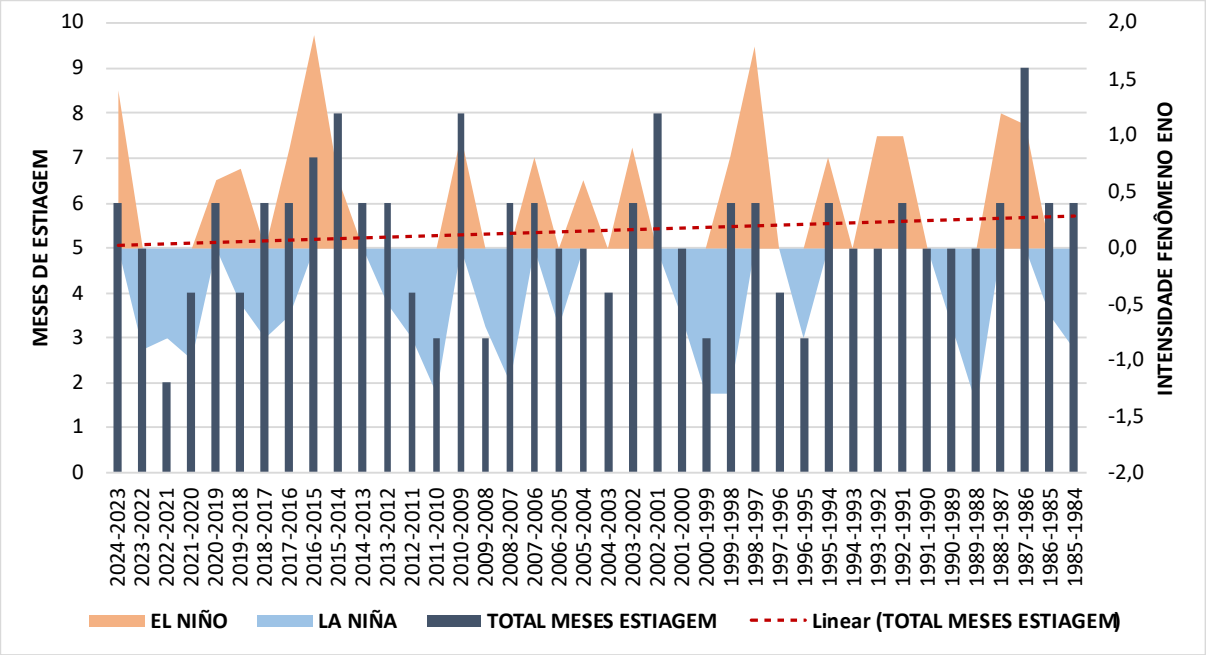
Nos anos de El Niño intenso (1986–1987, 1997–1998, 2015–2016), verificou-se não apenas a intensificação, mas também a ampliação da estiagem, que chegou a alcançar até nove meses com totais muito abaixo da média histórica, incluindo valores críticos como 20,08 mm em janeiro e 17,91 mm em março. Essa prolongada escassez hídrica está associada ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para latitudes mais ao norte, o que reduz significativamente a convecção e a formação de sistemas de chuva sobre o extremo norte amazônico.

Em contrapartida, nos anos de La Niña há atenuação do período seco, com duração reduzida e incremento dos totais mensais. Nesses anos, janeiro (38,43 mm), fevereiro (33,59 mm) e março (56,18 mm) registram volumes superiores à média histórica para o período, e a estiagem, em alguns casos, limitou-se a apenas dois ou três meses consecutivos com menos de 60 mm, como observado em 2008–2009 e 2010–2011. Embora ainda representem condições de seca, esses acréscimos contribuem para uma recarga parcial dos mananciais e menor pressão sobre sistemas produtivos e ecossistemas locais.

O comportamento descrito e ilustrado na Figura 5 demonstra que a variabilidade interanual da estação seca está fortemente associada ao ENOS: anos de El Niño aumentam a frequência e a duração da estiagem, enquanto anos de La Niña promovem uma recuperação parcial das chuvas. Essa alternância reforça a influência das forçantes oceânicas e atmosféricas sobre o regime pluviométrico regional, com implicações diretas para o manejo agrícola, a prevenção de incêndios e a gestão de recursos hídricos no município.

ISSN 1981-4127

Figura 6. Duração da estiagem (meses) em Bonfim-RR (1984-2024)e a influência das fases e intensidades dos fenômenos El Niño e La Niña, incluindo tendência linear.



Fonte: Adaptado de HidroWeb/ANA, CPTEC (2021) e Sander *et al.* (2025).

3.3 Meses de transição

Os meses de abril e outubro marcam a transição entre os regimes sazonais de Bonfim-RR. Abril representa o início do período chuvoso, com média histórica de 104,92 mm, ultrapassando os 100 mm em todos os cenários climáticos. Em anos de La Niña, o volume chega a 134,29 mm, indicando antecipação das chuvas devido ao fortalecimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). De forma atípica, mesmo em anos de El Niño, abril registrou média de 156,28 mm, valor acima da média histórica e da SH Base (109,52 mm). Essa anomalia pode refletir episódios isolados de precipitação intensa no início do ano hidrológico, não necessariamente representativos do padrão sazonal, mas indicativos de forte variabilidade intra-estacional.

Outubro, por sua vez, marca a transição do período seco para o chuvoso, com média histórica de 62,70 mm, posicionando-se no limiar entre estiagem e retomada das chuvas. Em anos de La Niña, o volume sobe para 73,34 mm, sugerindo início antecipado do regime úmido, enquanto em anos de El Niño cai para 52,45 mm, indicando atraso no estabelecimento da estação chuvosa.

ISSN 1981-4127

A análise comparativa entre esses meses evidencia o papel dos fenômenos ENOS na modulação da sazonalidade local: La Niña tende a intensificar e antecipar as chuvas, enquanto El Niño retarda o ciclo hidrológico e prolonga a estiagem, especialmente no primeiro trimestre do ano.

Esse comportamento reforça a importância do monitoramento detalhado dos meses de transição, que funcionam como indicadores sensíveis da variabilidade interanual. A previsibilidade e compreensão desses impactos são fundamentais para subsidiar o planejamento agropecuário, a gestão de recursos hídricos e estratégias de prevenção a eventos extremos em áreas ecologicamente frágeis, como o lavrado roraimense.

3.4 Variabilidade pluviométrica e enos

A análise conjunta da série histórica (1984–2024) confirma que o regime pluviométrico de Bonfim–RR apresenta forte sazonalidade, com período chuvoso concentrado entre abril e setembro e estiagem predominante de outubro a março. Essa sazonalidade é modulada de forma marcante pela atuação do ENOS, cujos efeitos foram evidenciados nas análises específicas da estação chuvosa (3.1), da estação seca (3.2) e dos meses de transição (3.3).

Os dados mostram que anos de El Niño moderado ou forte tendem a reduzir o volume total de chuvas e a prolongar a estiagem, com exemplos expressivos em 1986–1987, 1997–1998 e 2015–2016, quando o período seco ultrapassou oito meses consecutivos. O deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para latitudes mais ao norte inibe a convecção e restringe o transporte de umidade, gerando déficit hídrico acentuado. Em contrapartida, os anos de La Niña como 1995–1996, 1999–2000 e 2021–2022 apresentam encurtamento da estiagem e volumes anuais acima da média, devido ao fortalecimento da ZCIT e à intensificação do aporte de umidade.

Apesar desses padrões gerais, a série revela importantes exceções. Alguns eventos de El Niño, como em 1991–1994, 2003 e 2004, não resultaram em estiagens prolongadas nem em precipitações anuais muito abaixo da média, sugerindo influência compensatória de outros fatores climáticos, como condições favoráveis no Atlântico Tropical ou atuação de sistemas convectivos locais. De forma semelhante, alguns anos de La

ISSN 1981-4127

Niña, como 1988, 2000–2001, 2012 e 2020, registraram totais pluviométricos inferiores à média, possivelmente associados a deslocamentos atípicos da ZCIT, fases negativas da Oscilação Multidecadal do Atlântico e concentração das chuvas em curtos períodos, sem aumento efetivo da recarga hídrica.

Essas variações demonstram que, embora o ENOS seja o principal modulador do regime pluviométrico local, seu efeito é amplificado ou atenuado por outros mecanismos oceânicos e atmosféricos de grande escala, além de fatores regionais. Entre estes últimos, destaca-se a tendência de aumento da temperatura média registrada pelo INMET, da ordem de 0,2 °C por década nas últimas quatro décadas, potencializando a evapotranspiração e agravando a severidade das secas. Mudanças no uso e cobertura da terra, como a expansão de áreas de pastagem e a redução de vegetação nativa, também contribuem para a vulnerabilidade hídrica.

Assim, o comportamento pluviométrico de Bonfim–RR resulta da interação complexa entre forçantes globais e pressões locais, configurando um regime altamente variável, com tendência a estiagens ligeiramente mais longas e intensas. Essa combinação reforça a necessidade de monitoramento climático contínuo e de estratégias de gestão hídrica adaptadas à crescente variabilidade observada no extremo norte amazônico.

4 Discussão

A análise dos resultados obtidos para Bonfim–RR deve ser compreendida no contexto do regime hidroclimático de Roraima, caracterizado por forte sazonalidade das chuvas, diferenças espaciais na distribuição pluviométrica e influência de sistemas atmosféricos de escala regional. Estudos realizados para o estado indicam que a precipitação apresenta variações entre diferentes setores territoriais, associadas principalmente à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistemas convectivos tropicais, circulação atmosférica regional e interações com o Atlântico Tropical (Evangelista; Sander; Wankler, 2008; Sander; Wankler; Carvalho, 2018; Sander; Araújo; Carvalho, 2025).

Nesse cenário, a série histórica analisada para Bonfim (1984–2024) evidencia um regime pluviométrico marcado por estação chuvosa concentrada entre abril e setembro e estação seca predominante

ISSN 1981-4127

entre outubro e março. Esse comportamento é compatível com as características climáticas do setor leste de Roraima, região inserida no domínio das savanas amazônicas e submetida a variações sazonais na atuação dos sistemas produtores de chuva. A posição geográfica do município, localizado na porção oriental do estado, contribui para particularidades na distribuição temporal das precipitações quando comparado a outras áreas de Roraima.

A comparação com Boa Vista permite identificar semelhanças estruturais no regime pluviométrico da Amazônia Setentrional, especialmente quanto à concentração das chuvas no período de maior atuação dos sistemas atmosféricos amazônicos. Entretanto, Bonfim apresenta diferenças na duração e distribuição mensal da precipitação, com extensão do período chuvoso até setembro e totais mensais superiores a 100 mm, com maiores contribuições nos meses de junho e julho. Enquanto estudos realizados para Boa Vista indicam concentração da estação chuvosa principalmente entre maio e agosto (Silva *et al.*, 2015), os resultados obtidos para Bonfim sugerem variações espaciais na atuação dos sistemas atmosféricos sobre Roraima, conforme discutido também por Araújo *et al.* (2001) e Araújo *et al.* (2024).

A estação seca, descrita para Roraima como predominante entre outubro e março, apresentou em Bonfim duração média de aproximadamente quatro meses, podendo alcançar períodos superiores durante anos influenciados por eventos de El Niño, como observado em 1986–1987, 1997–1998 e 2015–2016. Esses episódios indicam maior ocorrência de déficits pluviométricos prolongados, com possíveis impactos sobre a disponibilidade hídrica, produtividade agrícola e manutenção dos ecossistemas savânicos locais, especialmente o lavrado roraimense. Em contrapartida, anos associados à La Niña apresentaram redução da duração da estiagem, reforçando o papel modulador do ENOS sobre a variabilidade pluviométrica regional.

Embora a influência do ENOS siga o padrão regional esperado, com tendência de redução das chuvas em anos de El Niño e aumento em anos de La Niña, os dados de Bonfim evidenciam exceções importantes. Eventos de El Niño, como 1991–1994 e 2003–2004, apresentaram volumes próximos à média histórica, enquanto alguns anos classificados sob influência de La Niña, como 2000–2001 e 2012, não resultaram em

ISSN 1981-4127

aumento expressivo das precipitações. Esse comportamento indica que a variabilidade pluviométrica local não depende exclusivamente do ENOS, sendo também modulada por outros mecanismos oceânicos e atmosféricos, incluindo variações no Atlântico Tropical, posicionamento da ZCIT e atuação de sistemas convectivos de mesoescala (Araújo *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2020).

Essas exceções reforçam que, embora o ENOS exerça influência recorrente sobre o regime pluviométrico amazônico, a resposta da precipitação pode variar conforme a localização geográfica e a interação com outros sistemas climáticos. Para a Amazônia Setentrional, a atuação da ZCIT e dos sistemas atmosféricos regionais pode favorecer maior regularidade das chuvas em determinados períodos, sem impedir a ocorrência de eventos extremos de seca ou excesso de precipitação (Silva *et al.*, 2020).

Além da variabilidade interanual, os eventos anômalos identificados em Bonfim, caracterizados por elevados volumes de precipitação concentrados em um único dia, principalmente nos meses de transição entre os períodos seco e chuvoso, evidenciam a importância de considerar a variabilidade intraestacional do regime de chuvas. Esses episódios podem estar associados a condições atmosféricas favoráveis à intensificação da convecção e apresentam implicações para o planejamento territorial, podendo favorecer ocorrência de alagamentos, erosão e alterações nos processos de recarga hídrica.

Quanto às tendências de longo prazo, a série analisada indica uma leve redução na duração média da estação seca ao longo das últimas quatro décadas, embora eventos severos ainda ocorram em anos específicos. Essa dinâmica deve ser interpretada considerando tanto a variabilidade climática natural quanto as transformações territoriais ocorridas em Roraima. O aumento das temperaturas observado no estado pode contribuir para maior demanda evaporativa e intensificação de condições de déficit hídrico, enquanto mudanças no uso do solo associadas à expansão agropecuária podem influenciar processos locais relacionados ao balanço energético e à disponibilidade de umidade (Barni *et al.*, 2021).

Dessa forma, os resultados reforçam a importância de análises em escala municipal para compreender a variabilidade pluviométrica de Roraima. Estudos concentrados exclusivamente em Boa Vista

ISSN 1981-4127

podem não representar integralmente o comportamento climático de municípios situados em diferentes setores do estado. A caracterização do regime de chuvas de Bonfim contribui para o planejamento agrícola, gestão dos recursos hídricos e prevenção de riscos ambientais, considerando as especificidades climáticas, ecológicas e socioeconômicas do município.

5 Considerações finais

A análise da série histórica de precipitação de Bonfim–RR, compreendendo o período de 1984 a 2024, evidenciou um regime pluviométrico marcado por forte sazonalidade, com estação chuvosa predominante entre abril e setembro e estiagem concentrada entre outubro e março. Os resultados indicam a influência do fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS) na variabilidade pluviométrica local, especialmente na ocorrência de períodos mais prolongados de déficit hídrico durante anos associados ao El Niño, enquanto eventos de La Niña tendem, de modo geral, a favorecer maior disponibilidade pluviométrica.

Entretanto, a relação entre ENOS e precipitação não apresentou comportamento linear, evidenciando que o regime de chuvas de Bonfim resulta da interação entre diferentes mecanismos oceânicos e atmosféricos, incluindo variações na atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), sistemas convectivos regionais e anomalias associadas ao Atlântico Tropical. Além disso, a variabilidade observada ao longo da série demonstra a ocorrência de eventos extremos, caracterizados tanto por estiagens prolongadas quanto por concentrações intensas de chuva em curtos períodos.

A relevância deste estudo está na contribuição para o entendimento do comportamento pluviométrico em escala municipal, considerando que Bonfim apresenta particularidades ambientais e socioeconômicas associadas ao domínio das savanas amazônicas, à presença de áreas úmidas e à forte dependência das atividades agropecuárias em relação ao regime hídrico. A sistematização dos dados históricos permitiu identificar padrões sazonais, oscilações interanuais e situações de maior vulnerabilidade climática, oferecendo subsídios para o planejamento agrícola, gestão dos recursos hídricos e estratégias de prevenção de riscos ambientais.

ISSN 1981-4127

Dessa forma, o estudo reforça a importância de análises locais para compreender a variabilidade climática na Amazônia Setentrional, uma vez que médias regionais podem não representar integralmente as especificidades dos municípios inseridos em diferentes setores do estado de Roraima.

Agradecimentos

O presente artigo foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT), da Universidade Federal de Roraima (UFRR), a partir das atividades acadêmicas realizadas na disciplina de Gerenciamento de Recursos Ambientais, e contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), por meio do Código de Financiamento 001.

Referências

ALVES, R. A. Estudo preliminar sobre o ecossistema de veredas na porção setentrional de Bonfim, estado de Roraima, Brasil. **Revista GeoUECE**, Fortaleza, v. 8, n. 15, p. 99-110, jul./dez. 2019. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/2183. Acesso em: 10 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL) – ANA. **HIDROWEB/Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4000. Acesso em: 9 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL) – ANA. **Medição de descarga líquida em grandes rios**: manual técnico. 2.ed. Brasília: ANA, 2014, 94 p.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; MEDEIROS, R. D. de; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563–567, 2001. https://doi.org/10.1590/S1415-43662001000300032

ARAÚJO, W.F.; MONTEIRO NETO, J. L. L.; SANDER, C.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; VIANA, T. V. A.; VALERO, M. A. M. Atualização da classificação climática de Boa Vista, Brasil. **NATIVA**, v. 12, p. 236-240, 2024. https://doi.org/10.31413/nat.v12i2.16202

BARBOSA, R. I.; SOUZA, C. C de; CITÓ, A. C.; VIDAL, B. S.; YANO, Y. S. Caracterização física, clima e hidrologia. In: BARBOSA, Reinaldo Imbrozio (org.). **Lavrado de Roraima**: caracterização, biodiversidade, populações humanas e conservação na maior savana do norte da Amazônia brasileira. Manaus: Editora INPA, 2025. p. 7-26.

ISSN 1981-4127

BARBOSA, T. M. S.; ROSA FILHO, A. As pequenas cidades da Amazônia setentrional: um estudo sobre Bonfim – RR. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 9, n. 19, p. 36-61, jan./abr. 2015. https://doi.org/10.18227/2177-4307.acta.v9i19.2759

BARNI, P. E.; REGO, A. C. M.; SILVA, F. das C. F.; LOPES, R. A. S.; XAUD, H. A. M.; XAUD, M. R.; BARBOSA, R. I.; FEARNSIDE, P. M. Logging Amazon forest increased the severity and spread of fires during the 2015–2016 El Niño. **Forest Ecology and Management**, v. 500, p. 1-18, nov. 2021. https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2021.119652

CARVALHO, T. M.; CARVALHO, C. M.; MORAIS, R. P. Fisiografia da paisagem e aspectos biogeomorfológicos do lavrado, Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 93-107, jan./mar. 2016. https://doi.org/10.20502/rbg.v17i1.669

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. **CPTEC/INPE**. Cachoeira Paulista: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, [s.d.]. Disponível em: https://www.cptec.inpe.br/. Acesso em: 10 ago. 2025.

CLIMATE PREDICTION CENTER – CPC. **Relative Oceanic Niño Index (RONI)**: historical El Niño/La Niña episodes (1950-present). Washington, DC: National Oceanic and Atmospheric Administration, [s.d.]. Disponível em: https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/enso/roni/. Acesso em: 10 ago. 2025.

EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER, F. L. Estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco, Boa Vista –RR. In: SILVA, P. R. F; OLIVEIRA, R. S. (Org.) **Roraima 20 anos**: as geografias de um novo estado. 1 ed. Boa Vista, editora UFRR, 2008. p. 142-167.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022: População e Domicílios – Resultados do Universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP**. Brasília: INMET, 2024. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 9 ago. 2025.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V.; SOUZA, R. A. F.; GARCIA, S. R.; CALHEIROS, A. J. P. El Niño e La Niña dos últimos 30 anos: diferentes tipos. **Revista Climanálise**, Edição Comemorativa de 30 anos, nov. 2016. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/Kayanoetal.pdf. Acesso em: 9 ago. 2025.

MARENGO, J. A. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, p. 79–96, 2004. https://doi.org/10.1007/s00704-004-0045-8

MENESES, M. E. N. S.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. Os lagos do lavrado de Boa Vista – Roraima: fisiografia, físico-química das águas, mineralogia e química dos sedimentos. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 3, p. 478-489, set. 2007. Disponível em: http://bjg.siteoficial.ws/2007/n.3/4.pdf. Acesso em: 9 ago. 2025.

ISSN 1981-4127

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007. 552 p.

NAGHETTINI, M. **Introdução à hidrologia aplicada**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos, 2012. Apostila (Curso de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos – 45 h). Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Naghettini/publication/306959699_Introducao_a_Hidrologia_Aplicada_ApostilaSebentaDraft/links/57c08ab808aeb95224d4a362/Introducao-a-Hidrologia-Aplicada-Apostila-Sebenta-Draft.pdf. Acesso em: 9 ago. 2025.

NOBRE, C. A.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **Journal of Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996. https://doi.org/10.1175/1520-0442(1996)009<2464:VOSSTW>2.0.CO;2

ROSA FILHO, A.; CAVALCANTE, E. J. R.; RAPOSO, T. J. N. Vulnerabilidade e risco ambiental na Amazônia setentrional: um estudo sobre o município de Bonfim, estado de Roraima (RR) – Brasil. **Revista Geográfica Venezolana**, Mérida, v. 55, n. 2, p. 239-253, jul./dez. 2014. Disponível em: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=347733745010. Acesso em: 10 ago. 2025.

SANDER, C.; ARAÚJO, W. F.; CARVALHO, T. M. de. Perfil hidroclimático de Roraima. **Revista GEONORTE**, v. 16, n. 54, p. 122-141, 2025. https://doi.org/10.21170/geonorte.2025.V.16.N.54.122.141

SANDER, C.; WANKLER, F.; CARVALHO, T. Uma análise primária sobre a variação espaço-temporal de chuvas e a atuação de episódios de El Niño e La Niña no Estado de Roraima. BESERRA NETA, L. C.; HOLANDA, E. C. (org.). **Geociências de Roraima**. 2 ed. Boa Vista: EDUFRR, p. 191-216, 2018.

SANDER, C.; WANKLER, F. L.; SILVA, D. A.; ARAÚJO, W. F. Evolução histórica da temperatura do ar da cidade de Boa Vista–Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 19, n. 1, p. 23-38, 2025. Disponível em: https://revista.ufrr.br/rga/article/view/8322. Acesso em: 2 set. 2025.

SILVA, D. A.; SANDER, C.; ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R.; WANKLER, F. L. Análise dos ciclos de precipitação na região de Boa Vista–RR nos anos de 1910 a 2014. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 9, n. 2, p. 34–49, 2015. https://doi.org/10.18227/1678-7226rga.v9i2.3145

SILVA, N. S.; ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M.; LIMA, R. R. Eventos Paleoclimáticos de El Niños, La Niñas e Neutros no Pacífico Tropical e de Precipitação no Sudoeste e Leste da Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 3, p. 477-484, 2020. https://doi.org/10.1590/0102-77863530010

TAVARES JÚNIOR, S. S. **Relatório executivo de geomorfologia para o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)**. Boa Vista: Governo de Roraima, SEPLAN, 2020. p. 56.