

**O Índice de Porcentagem Normal como instrumento de suporte à
segurança hídrica no município de Pindoretama-CE**

Tiago de Abreu Lima

Doutorando em Engenharia Civil
Universidade Federal do Ceará, Brasil
tiagoabreu.engamb@gmail.com
0000-0001-8287-389X

Marisete Dantas de Aquino

Professora Doutora em Meio Ambiente/Recursos Hídricos
Universidade Federal do Ceará, Brasil
marisete@ufc.br
0000-0002-4940-3607

Karina Albuquerque da Silva

Doutoranda em Engenharia Civil
Universidade Federal do Ceará, Brasil
karinaquerque.ufc@gmail.com
0000-0002-4148-6890

Larissa Alves Dias Azevedo

Mestranda em Engenharia Civil
Universidade Federal do Ceará, Brasil
eng.larissa.azevedo@gmail.com
0009-0004-6846-6736

Tereza Margarida Xavier de Melo Lopes

Doutoranda em Engenharia Civil
Universidade Federal do Ceará, Brasil
lopes.melo.tereza@gmail.com
0000-0002-5575-7073

O Índice de Porcentagem Normal como instrumento de suporte à segurança hídrica no município de Pindoretama-CE

RESUMO

Objetivo - O presente trabalho objetivou aplicar o IPN no município de Pindoretama-CE, utilizando a série histórica de 1995 a 2024, com a finalidade de subsidiar os estudos sobre o regime pluviométrico local.

Metodologia – Foram utilizados os dados do posto pluviométrico nº 438.089 operado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Em seguida, realizaram-se as estimativas da média pluviométrica mensal e anual da série histórica de 1995 a 2024. Posteriormente, foi aplicado o Índice de Porcentagem Normal (IPN).

Originalidade/relevância – O estudo evidencia a utilidade do IPN no contexto nordestino, promovendo maior precisão na avaliação de risco hídrico e fornecendo informações estratégicas para setores econômicos do município, como a agricultura. Além disso, a pesquisa utiliza uma série histórica de 3 décadas, abrangendo eventos recentes e extremos para a localidade. Ademais, o estudo local fornece um detalhamento de nuances do microclima.

Resultados – Verificou-se a prevalência de eventos de seca para o município de Pindoretama-CE. Adicionalmente, foi constatada a ocorrência de eventos climáticos que incidem sobre a região, impactando o regime hídrico local.

Contribuições teóricas/metodológicas – O trabalho enriquece a literatura sobre clima regional e disponibilidade hídrica na Região Nordeste do Brasil. Ademais, o IPN pode ser aplicado em localidades próximas, permitindo comparações e fornecendo suporte à tomada de decisão em ações governamentais.

Contribuições sociais e ambientais - Ao apresentar a variabilidade pluviométrica de Pindoretama, a pesquisa auxilia a prevenção de impactos ambientais associados a eventos extremos, como inundações e estiagens. Outrossim, os resultados expõem dados que podem subsidiar políticas públicas voltadas à segurança hídrica, atenuando os efeitos da escassez hídrica sobre a população.

PALAVRAS-CHAVE: Clima. Precipitação. Segurança Hídrica.

The Normal Percentage Index as a tool to support water security in the municipality of Pindoretama-CE

ABSTRACT

Objective – The present study aimed to apply the Normal Percentage Index (NPI) in the municipality of Pindoretama-CE, using the historical series from 1995 to 2024, with the purpose of supporting studies on the local rainfall regime.

Methodology – Data from pluviometric station No. 438,089, operated by the Ceará Foundation for Meteorology and Water Resources, were used. Subsequently, estimates of the monthly and annual rainfall averages for the historical series from 1995 to 2024 were performed. Finally, the Normal Percentage Index (NPI) was applied.

Originality/Relevance – The study highlights the usefulness of the IPN (Index of Water Quality) in the Northeastern context, promoting greater precision in water risk assessment and providing strategic information for economic sectors of the municipality, such as agriculture. Furthermore, the research uses a historical series spanning three decades, encompassing recent and extreme events for the locality. In addition, the local study provides a detailed understanding of microclimate nuances.

Results – The prevalence of drought events in the municipality of Pindoretama-CE was observed. Additionally, the occurrence of climatic events in the region was recorded, impacting the local hydrological regime.

Theoretical/Methodological Contributions – This work enriches the literature on regional climate and water availability in the Northeast Region of Brazil. Furthermore, the IPN can be applied to nearby locations, allowing for comparisons and providing support for decision-making in government actions.

Social and Environmental Contributions – By presenting the rainfall variability of Pindoretama, the research helps prevent environmental impacts associated with extreme events, such as floods and droughts. Furthermore, the results provide data that can support public policies aimed at water security, mitigating the effects of water scarcity on the population.

KEYWORDS: Climate. Precipitation. Water Security.

El Índice Porcentual Normal como herramienta de apoyo a la seguridad hídrica en el municipio de Pindoretama-CE

RESUMEN

Objetivo – El presente trabajo tuvo como objetivo aplicar el Índice de Porcentaje Normal (IPN) en el municipio de Pindoretama-CE, utilizando la serie histórica de 1995 a 2024, con el fin de respaldar los estudios sobre el régimen pluviométrico local.

Metodología – Se utilizaron los datos de la estación pluviométrica n.º 438.089, operada por la Fundación Cearense de Meteorología y Recursos Hídricos. Posteriormente, se realizaron las estimaciones del promedio pluviométrico mensual y anual de la serie histórica de 1995 a 2024. Finalmente, se aplicó el Índice de Porcentaje Normal (IPN).

Originalidad/Relevancia – El estudio destaca la utilidad del IPN (Índice de Calidad del Agua) en el contexto del Nordeste, promoviendo una mayor precisión en la evaluación de riesgos hídricos y proporcionando información estratégica para sectores económicos del municipio, como la agricultura. Además, la investigación utiliza una serie histórica que abarca tres décadas, incluyendo eventos recientes y extremos en la localidad. Asimismo, el estudio local proporciona una comprensión detallada de las particularidades del microclima..

Resultados - Se observó la prevalencia de eventos de sequía en el municipio de Pindoretama-CE. Además, se constató la ocurrencia de eventos climáticos en la región, afectando el régimen hidrológico local.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – Este trabajo enriquece la literatura sobre el clima regional y la disponibilidad de agua en la región Nordeste de Brasil. Además, el IPN (Índice Hídrico de la Región Nordeste) puede aplicarse a localidades cercanas, lo que permite realizar comparaciones y respaldar la toma de decisiones en las acciones gubernamentales.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Al presentar la variabilidad pluviométrica de Pindoretama, la investigación contribuye a prevenir los impactos ambientales asociados a eventos extremos, como inundaciones y sequías. Además, los resultados proporcionan datos que pueden respaldar las políticas públicas orientadas a la seguridad hídrica, mitigando los efectos de la escasez de agua en la población.

PALABRAS CLAVE: Clima. Precipitación. Seguridad Hídrica.

RESUMO GRÁFICO

O IPN como instrumento de suporte à segurança hídrica no município de Pindoretama-CE

Série Histórica: 1995-2024 | Estação 438.089 (Funceme/Hidroweb)



Contexto

Município no semiárido brasileiro

Alta variabilidade pluviométrica

Risco recorrente de seca

Impactos no abastecimento

⚠️ Desafio: segurança hídrica municipal



Metodologia

1 Cálculo da média mensal e anual

2 Cálculo do IPN

$$P = 100 \times \left(\frac{Pr_p(Atual)}{Pr_p(Normal)} \right)$$

Ext. úmido (> 150%)

Muito Úmido (125–150%)

Úmido (100–125%)

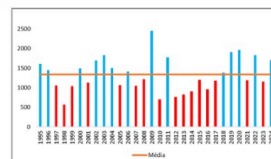
Seco (75–100%)

Muito Seco (50–75%)

Ext. Seco (<50%)



Resultados



53,3% dos anos abaixo da média

➡ 10 anos secos

➡ 5 muito secos

➡ 1 extremamente seco (1998)

➡ 1 extremamente úmido (2009)

1 INTRODUÇÃO

O planeta passa por intensas modificações climáticas decorrentes do aquecimento global. São diversos os impactos relacionados ao meio físico, biológico e socioeconômico. Nesse contexto, um sistema que sofre intensamente com essas alterações é o ciclo hidrológico. Segundo Wang e Liu (2023), o aquecimento global pode acarretar eventos de estiagem e inundações.

Outrossim, de acordo com Benestad *et al.* (2022), o ciclo da água constitui um componente essencial na dinâmica climática da Terra, com consequências significativas para os sistemas ecológicos e as atividades humanas. Ademais, esse ciclo articula as conexões entre os sistemas atmosférico, litosférico, biosférico e antrópico (Yang; Yang; Xia, 2021).

Dentre os elementos que compõem o ciclo hidrológico, a precipitação pluviométrica assume um papel fundamental. Segundo Bak (2023), a água advinda da chuva é um insumo essencial à gestão hídrica municipal. Além disso, enfatiza-se que os registros de intensidade e volume pluviométrico são determinantes para a concepção e a operação de sistemas de drenagem urbana (Zhang *et al.*, 2021). Adicionalmente, destaca-se que mensurar o volume de chuvas é relevante para auxiliar os setores econômicos (Araújo *et al.*, 2023).

Desse modo, os eventos de baixa pluviometria ou de excesso de precipitação merecem maior atenção devido aos efeitos que podem causar. Conforme Barros (2022), as chuvas extremas podem acarretar diversos eventos indesejáveis, como alagamentos, além de desencadear danos à infraestrutura. Por outro lado, a seca contribui para a diminuição da produção de alimentos, o aumento da fome e da migração (Van Ginkel; Biradar, 2021).

Assim como a intensidade, outro aspecto relevante a ser analisado em relação à água é a sua distribuição geográfica. De acordo com Li e Wu (2023), a disponibilidade de recursos hídricos no planeta é heterogênea, com determinadas regiões em situação de abundância e outras submetidas a severa escassez. Nesse aspecto, a Região Nordeste do Brasil (RNB) sofre os efeitos adversos dessa irregularidade. Adicionalmente, a RNB é uma área suscetível às alterações climáticas (Rolim; Silva; Souza Filho, 2021).

Destaca-se que a seca no semiárido brasileiro, que abrange os estados da RNB, constitui um desastre natural de elevada magnitude, com impactos diretos sobre milhões de indivíduos (Silva *et al.*, 2021). Cabe mencionar que a segurança hídrica está associada à Agenda 2030 (Reis *et al.*, 2025). Além disso, frisa-se que o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) busca assegurar a disponibilidade hídrica e o saneamento universalmente até 2030 (Rajapakse; Otoo; Danso, 2023).

Além da heterogeneidade da precipitação, o semiárido é atingido pelo El Niño-Oscilação Sul, composto pelo El Niño e La Niña. O El Niño é um fenômeno que está relacionado às anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Pacífico Central e Leste (Bezerra, 2023). O El Niño é associado ao aquecimento, já a La Niña é o seu respectivo resfriamento anormal (Andrade; Godoi; Aravéquia, 2023). Segundo Bezerra (2023), a RNB é impactada de forma expressiva pelo El Niño na sua fase positiva e pela La Niña na fase negativa do El Niño-Oscilação Sul.

Nesse contexto, diversos índices podem ser utilizados para analisar a variabilidade pluviométrica em uma região, como o Índice de Porcentagem Normal (IPN). Segundo Tokuda, Lima e Oliveira (2024), esse índice evidencia-se pela simplicidade de sua formulação matemática.

Outrossim, o IPN indica eventos de seca ou de abundância de chuvas a partir dos dados pluviométricos (Tercini, 2024).

Assim, o município de Pindoretama-CE, inserido no semiárido brasileiro, pode ser amplamente beneficiado pela utilização do IPN para o estudo da pluviometria local. Destaca-se que a localidade apresenta uma economia centrada na agricultura, no comércio e nos serviços (Oliveira, 2024). Além disso, Pindoretama está localizada no litoral cearense, onde o turismo é uma atividade econômica relevante para a região (Oliveira, 2022).

Nesse sentido, a aplicação do IPN em Pindoretama-CE está alinhada diretamente com a Agenda 2030. Além disso, o índice pode ser um indicador para a prevenção de quebras de safras e de insegurança alimentar para a localidade. Ademais, essa ferramenta permite a rápida identificação de tendências de baixa ou elevada precipitação para o município, o que facilita o acionamento de planos de contingência.

2 OBJETIVOS

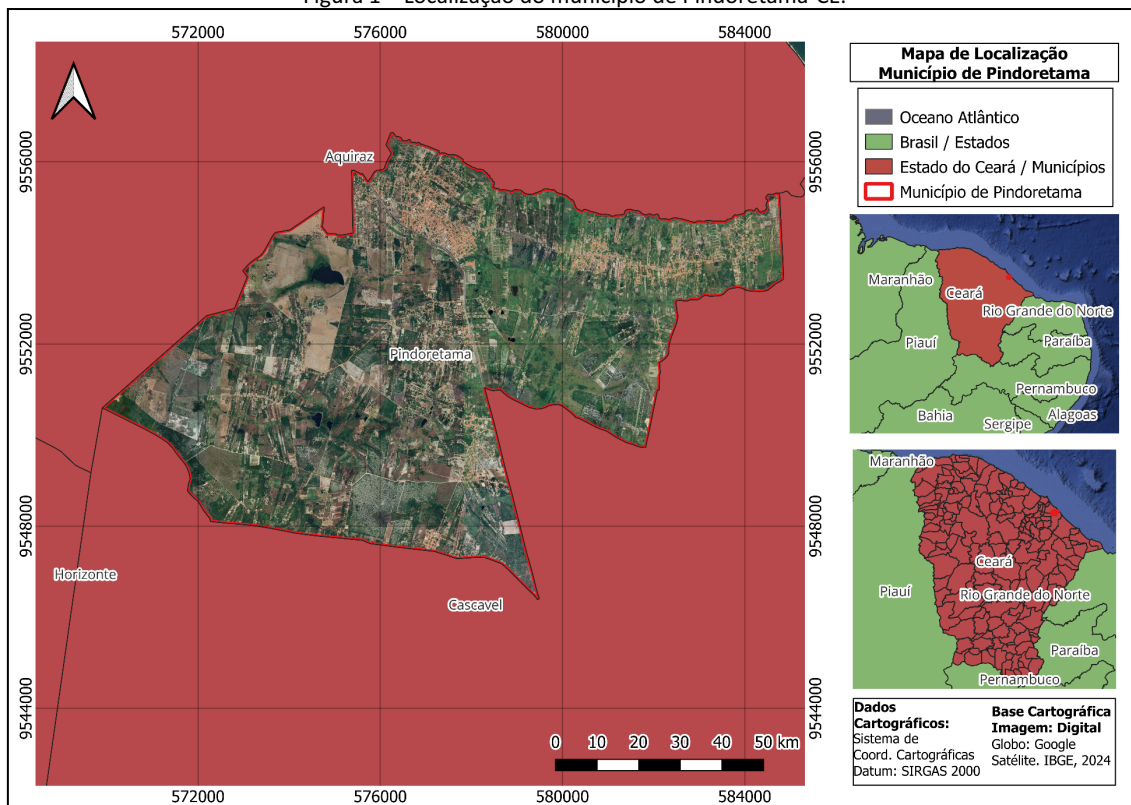
O presente trabalho objetivou aplicar o IPN no município de Pindoretama-CE, utilizando a série histórica de 1995 a 2024, com a finalidade de subsidiar os estudos sobre o regime pluviométrico local.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

O município de Pindoretama está localizado na Mesorregião Norte Cearense, na Região Nordeste do Brasil, como ilustrado na Figura 1. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a localidade possui 74,033 km² de área territorial, com população de 23.391 habitantes e densidade demográfica de 315,95 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2022).

Figura 1 – Localização do município de Pindoretama-CE.



Fonte: Autores (2026).

3.2 Seleção dos dados

Como etapa inicial do procedimento metodológico, selecionou-se o único posto pluviométrico do município por meio do Portal HidroWeb, componente do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Esse posto apresenta o código de identificação nº 438.089 e é operado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme).

Em etapa posterior, realizou-se o download da planilha que contempla os dados pluviométricos do posto analisado. De posse desse material, delimitou-se a série histórica compreendida entre 1995 e 2024, em razão de sua proximidade temporal com o ano de realização do estudo.

3.3 Preenchimento das falhas

O posto pluviométrico continha uma falha na série histórica abordada, correspondente ao mês de julho de 2008. Desse modo, utilizou-se o método de Ponderação Regional para o preenchimento da falha. Conforme utilizado no estudo de Araújo *et al.* (2023), foram selecionados três postos pluviométricos que estavam a, no máximo, 130 quilômetros de distância e com 10 anos de dados contínuos. Desse modo, as estações pluviométricas escolhidas foram as de códigos nº 438.016, 438.110 e 438.015. Essas estações tiveram registros pluviométricos de zero milímetros, portanto, adotou-se esse valor para o mês da falha.

3.4 Índice de Porcentagem Normal

Inicialmente foi realizada a média pluviométrica mensal para o posto pluviométrico abordado, segundo a Equação 1.

$$(1) \quad \text{Média mensal} = \left(\frac{\sum x}{n} \right)$$

Onde:

$\sum x$: somatório de valores correspondente ao mês trabalhado em mm;

n corresponde ao número de vezes que cada mês se repete na série histórica (30 vezes).

Em seguida, realizou-se a média anual da série histórica para compor o cálculo posterior do IPN, segundo a Equação 2.

$$(2) \quad \text{Média anual} = \left(\frac{\sum xi}{n} \right)$$

Onde:

$\sum xi$: somatório de valores correspondente aos doze meses do ano da série histórica em mm;

n corresponde ao número de anos que compõem a série histórica (30 anos).

O IPN foi obtido por meio da equação proposta por Gois (2005), conforme a Equação 3.

$$3. \quad P = 100 \times \left(\frac{Pr_{p(atual)}}{Pr_{p(normal)}} \right) \quad (3)$$

Onde:

P : porcentagem da precipitação normal (%),

$Pr_{p(atual)}$: pluviometria medida de um respectivo local (mm),

$Pr_{p(normal)}$: pluviometria normal da estação considerada (mm).

Logo após, os resultados foram classificados em 6 classes distintas de intensidade, atribuídos segundo o seu resultado, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do IPN baseado na sua intensidade.

Valor expresso do IPN (%)	Intensidade
Acima de 150	Extremamente úmido
125 a 150	Muito úmido
100 a 125	Úmido
75 a 100	Seco
50 a 75	Muito seco
Abaixo de 50	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de Nascimento *et al.* (2021).

3.5 Análise Comparativa

Uma forma de validar a classificação atribuída pelo IPN foi verificar como a cidade de Pindoretama lidou com as situações hidrológicas identificadas. Diante de eventos de insegurança hídrica como secas, estiagem e inundações, o município pode declarar Situação de Emergência (SE) ou Estado de Calamidade Pública (ECP).

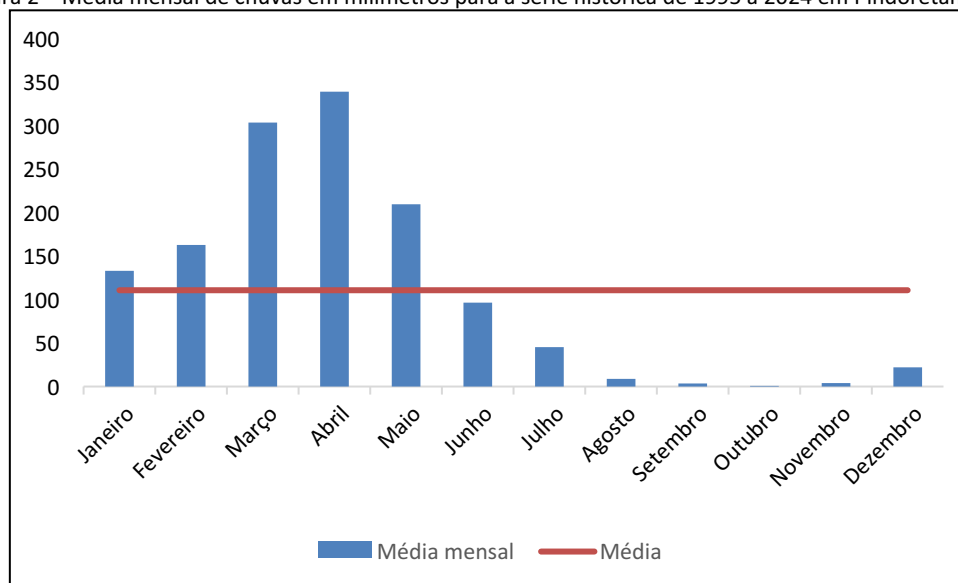
Portanto, por meio dos dados disponíveis no Sistema Integrado de Informações sobre

Desastres (S2iD), plataforma vinculada ao Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR), obtiveram-se os registros dessas manifestações filtrando-se os eventos de seca, estiagem e inundação ocorridos em Pindoretama entre 2003 e 2024 (BRASIL, 2026).

4 RESULTADOS

Inicialmente, verificou-se os resultados da média mensal de precipitação pluviométrica de 1995 a 2024 em Pindoretama-CE, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Média mensal de chuvas em milímetros para a série histórica de 1995 a 2024 em Pindoretama-CE.

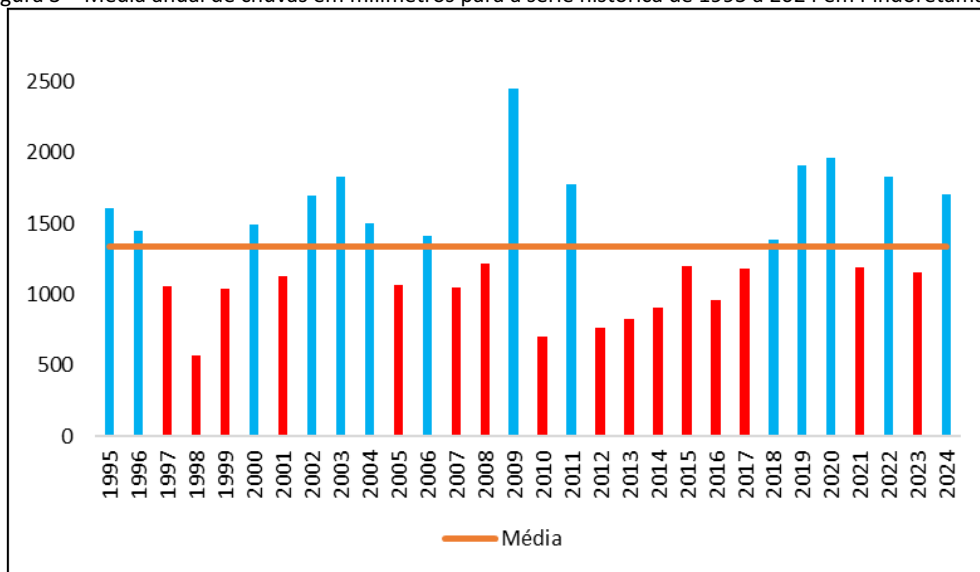


Fonte: Autores (2026).

Constatou-se a concentração de chuvas acima da média nos meses que compõem o primeiro semestre do ano, principalmente no período de março a maio. Tais resultados corroboram os dados apresentados pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018), que indicam os meses de janeiro a maio como o período chuvoso para o município.

Em seguida, verificou-se a média anual da série histórica para o município de Pindoretama-CE, conforme apresentado na Figura 3. Em azul, estão representados os índices pluviométricos com valores acima da média, enquanto em vermelho são indicadas as precipitações abaixo da média.

Figura 3 – Média anual de chuvas em milímetros para a série histórica de 1995 a 2024 em Pindoretama-CE.



Fonte: Autores (2026).

Percebeu-se a prevalência de chuvas abaixo da média no município. Do total de 30 anos analisados, em 16 anos registrou-se totais pluviométricos inferiores à média da série histórica, o que corresponde a 53,3% do período analisado. Esses resultados são essenciais para subsidiar o gerenciamento do sistema de abastecimento de água. Segundo Mapuka, Nel e Kalumba (2024), a segurança no abastecimento de água destaca-se entre as mais urgentes preocupações globais, uma vez que situações de escassez hídrica vêm se intensificando. Além disso, o abastecimento de água potável está relacionado ao ODS 6 (Howard, 2021).

Nesse contexto, podem ocorrer consequências indesejáveis para as atividades econômicas no município, como a agricultura. Conforme Marengo *et al.* (2021), a diminuição da precipitação pluviométrica, aliada às altas temperaturas, pode impactar a produção agrícola no Brasil. De acordo com Dietz, Zörb e Geilfus (2021), períodos de estiagem têm potencial para afetar severamente a produtividade das culturas, dependendo de seus respectivos estágios de desenvolvimento.

De posse das médias, aplicou-se o IPN posteriormente. Os anos classificados conforme a sua intensidade estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Classificação do IPN baseado na sua intensidade.

Ano	Intensidade
2009	Extremamente úmido
2002, 2003, 2011, 2019, 2020, 2022, 2024	Muito úmido
1995, 1996, 2000, 2004, 2006, 2018	Úmido
1997, 1999, 2001, 2005, 2007, 2008, 2015, 2017, 2021, 2023	Seco
2010, 2012, 2013, 2014, 2016	Muito seco
1998	Extremamente seco

Fonte: Autores (2026).

Observou-se a baixa ocorrência de eventos extremos em Pindoretama-CE. Apenas o ano de 2009 teve intensidade extremamente úmida, e 1998 caracterizou-se extremamente seco. Conforme Ribeiro *et al.* (2022), a abundância de precipitação pluviométrica ocorreu na RNB de forma atípica. Cabe mencionar que o contexto climático cearense predomina os períodos de intensas estiagens (Rolim; Silva; Souza Filho, 2021).

Os anos de 2002, 2003, 2011, 2019, 2020, 2022 e 2024 foram considerados anos muito úmidos. Resultados semelhantes são encontrados em outros estudos que avaliaram a pluviometria em diversas localidades da RNB. Na pesquisa de Nascimento, Nascimento e Santos (2024), os autores observaram que os anos de 2002, 2011 e 2019 apresentaram chuvas acima da mediana histórica para a Região do Alto Curso do Rio Paraíba do Norte-PB. No trabalho de Melo *et al.* (2024), foram constatados os anos de 2011 e 2022 como chuvosos para o município de Barbalha-CE, com um evento de La Niña moderada em 2011.

Os anos de 1995, 1996, 2000, 2004, 2006 e 2018 foram classificados como úmidos. Tais resultados são corroborados pelo estudo de Nascimento *et al.* (2021), que verificaram períodos de anomalias pluviométricas positivas para os anos de 1995, 1996, 2000, 2004, 2006 na Microrregião de Itaporanga-PB, localizada na RNB. Semelhantemente, no trabalho de Sousa e Moreira (2025), foram observadas anomalias pluviométricas positivas para a Bacia Hidrográfica do Rio das Balsas, localizada no estado do Maranhão, nos anos de 2000, 2004, 2006 e 2018.

Verificou-se que os anos de 1997, 1999, 2001, 2005, 2007, 2008, 2015, 2017, 2021 e 2023 foram classificados como secos. Segundo Bezerra (2023), 2015 e 2016 apresentaram El Niño com magnitude muito forte para a RNB, o que resultou em uma diminuição da pluviometria esperada para o norte da região.

Já os anos de 2010, 2012, 2013, 2014, 2016 tiveram intensidade muito seca. Esses resultados também foram verificados no trabalho de Oliveira Júnior e Araújo (2022), que identificaram períodos de anomalias de chuva negativas para a Região Agreste de Potiguar-RN, nos respectivos anos. No trabalho de Marengo *et al.* (2021) foi verificado que os anos de 1998 e 2016 foram anos de estiagem durante a atuação do El Niño na RNB, corroborando os resultados do presente estudo.

Ademais, a classificação do IPN corrobora com os registros oficiais de desastres do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). No recorte temporal de 2003 e 2024, a cidade de Pindoretama registrou Situação de Emergência (SE) em 12 eventos de estiagem e seca distribuídos entre os anos de 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2019.

Verifica-se que, em exceção ao ano de 2019, esses anos foram classificados como “Seco” ou “Muito Seco” pelo IPN. O ano de 2019 obteve um registro de SE, mesmo tendo registrado um índice “Muito Úmido”, evidenciando que as precipitações não foram suficientes para suprimir os déficits hídricos entre 2012 e 2017, que tiveram precipitações abaixo da média (Figura 3). Por outro lado, em 2009 o S2iD identificou um registro de SE para inundação, coincidindo com a classificação atribuída pelo IPN como “Extremamente Úmido”.

Além da perspectiva da crise hídrica, Cremades *et al.* (2021) destacam que eventos dessa natureza ressaltam os desafios administrativos impostos aos municípios, visto que as políticas públicas tendem a se concentrar em respostas emergenciais de curto prazo e muitas vezes, a capacidade da gestão de desastres naturais acaba ultrapassando a esfera local. Diante disso, é importante que, a partir de um evento tido como muito seco ou extremamente seco para o ano anterior, os gestores utilizem medidas de contingência, como o seguro-safra, de modo

a mitigar possíveis eventos de estiagem.

Portanto, verificou-se a relevância em estudar os comportamentos pluviométricos para o município de Pindoretama-CE por meio do IPN sob diversos aspectos. Adicionalmente, foi constatado o impacto de eventos climáticos para a região, o qual foi observado pela variação do índice. Assim, verifica-se que a aplicação do IPN é eficaz para fornecer sustentação para políticas públicas municipais, além de atuar na prevenção de eventos extremos, como períodos de estiagens ou excesso de precipitação.

5 CONCLUSÃO

O estudo apresentou uma abordagem da variabilidade pluviométrica no município de Pindoretama-CE, por meio do Índice de Porcentagem Normal (IPN). A série temporal analisada foi caracterizada por ciclos temporais de déficit hídrico que ameaçam a segurança hídrica local, mesmo em anos com precipitações próximas à média.

Diante desse cenário, o IPN consolida-se como instrumento de apoio para a gestão pública, ao permitir a antecipação de ações de mitigação antes que a situação evolua para crises de abastecimento e impactos socioeconômicos. Ademais, a recorrência dos eventos de seca e estiagem na cidade, reforçada pelos registros de Situação de Emergência, indica a necessidade de políticas públicas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 6, visando reduzir a vulnerabilidade climática e garantir a segurança hídrica na região.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. M.; GODOI, V. A.; ARAVÉQUIA, J. A. Why Above-Average Rainfall Occurred in Northern Northeast Brazil during the 2019 El Niño? **Meteorology**, v. 2, n. 3, p. 307-328, [S.l.], jul. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2674-0494/2/3/19> . Acesso em: 30 jan. 2026.
- ARAÚJO, A. R.; DUTRA, R. M. S.; PEREIRA, U. C.; NUNES, F. G.; FERREIRA, M. E. Análise de Métodos de Preenchimento de Falhas em Dados Pluviométricos para a Região de Planejamento Sudoeste de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 4, p. 2271-2286, [S.l.], jul. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/257458> . Acesso em: 30 jan. 2026.
- ARAÚJO, L. S.; SILVA, A. S. A.; MENEZES, R. S. C.; STOSIC, B.; STOSIC, T. Analysis of rainfall seasonality in Pernambuco, Brazil. **Theoretical And Applied Climatology**, v. 153, n. 1-2, p. 137-154, [S.l.], abr. 2023. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-023-04462-9> . Acesso em 31 jan. 2026.
- BAK, J. The Use of Precipitation in the Cities of the Future—Problems, Barriers and Challenges. **Sustainability**, v. 15, n. 19, p. 14381-14405, [S.l.], set. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/19/14381> . Acesso em: 30 jan. 2026.
- BARROS, C. G. **Caracterização do regime de precipitação da bacia hidrográfica do Rio Potengi – Rio Grande do Norte**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.
- BENESTAD, R. E.; LUSSANA, C.; LUTZ, J.; DOBLER, A.; LANDGREN, O.; HAUGEN, J. E.; MEZGHANI, A.; CASATI, B.; PARDING, K. M. Global hydro-climatological indicators and changes in the global hydrological cycle and rainfall patterns. **Plos Climate**, v. 1, n. 5, [S.l.], maio 2022. Disponível em: <https://journals.plos.org/climate/article?id=10.1371/journal.pclm.0000029> . Acesso em: 30 jan. 2026.
- BEZERRA, B. P. S. **Impactos dos eventos de El Niño e La Niña fortes no regime de precipitação no Nordeste brasileiro: uma revisão**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Meteorologia) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres - S2iD**. Brasília: MIDR. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em: 04 fev. 2026.

CREMADES, R.; SANCHEZ-PLAZA, A.; HEWITT, R. J.; MITTER, H.; BAGGIO, J. A.; OLAZABAL, M.; BROEKMAN, A.; KROPF, B.; TUDOSE, N. C. Guiding cities under increased droughts: The limits to sustainable urban futures. **Ecological Economics**, v. 189, p. 107140, [S. l.], nov. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800921001981>. Acesso em: 06 fev. 2026.

DIETZ, K.-J.; ZÖRB, C.; GEILFUS, C.-M.. Drought and crop yield. **Plant Biology**, v. 23, n. 6, p. 881-893, [S.l.], ago. 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/plb.13304> . Acesso em: 31 jan. 2026.

GOIS, G. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes regiões do estado de Minas Gerais**. 2005. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

HOWARD, G. The future of water and sanitation: global challenges and the need for greater ambition. **Journal Of Water Supply: Research and Technology-Aqua**, v. 70, n. 4, p. 438-448, [S.l.], jan. 2021. Disponível em: <https://iwaponline.com/aqua/article/70/4/438/80020/The-future-of-water-and-sanitation-global> . Acesso em: 31 jan. 2026.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e estados**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/pindoretama.html>. Acesso em: 30 jan. 2026.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil municipal 2017 Pindoretama**. 2018. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Pindoretama_2017.pdf . Acesso em: 31 jan. 2026.

LI, P.; WU, J. Water Resources and Sustainable Development. **Water**, v. 16, n. 1, p. 134-139, [S.l.], dez. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/1/134> . Acesso em: 30 jan. 2026.

MAPUKA, F. N.; NEL, W.; KALUMBA, A. M. Exploring household water conservation methods in rural South Africa: a case of the mbhashe and mnquma local municipalities. **Sustainable Water Resources Management**, v. 10, n. 4, p. 1-11, [S.l.], jul. 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-024-01127-x> . Acesso em: 31 jan. 2026.

MARENGO, J. A.; GALDOS, M. V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A. P.; MARIN, F. R.; VIANNA, M. D.; ALVALA, R. C. S.; ALVES, L. M.; MORAES, O. L.; BENDER, F. Drought in Northeast Brazil: a review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Climate Resilience And Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 1-20, [S.l.], set. 2021. Disponível em: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cli.2.17> . Acesso em: 30 jan. 2026.

MELO, R. B.; BELÉM, P. J. A.; COSTA, C. T. F.; PEREIRA, A. R. B.; BATISTA, P. H. T.; SILVA, W. V. Índice de Anomalia de Chuva aplicado ao estudo das precipitações na Região Crajubar - Ceará. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, p. 557-575, [S.l.], abr. 2024. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/17518> . Acesso em: 31 jan. 2026.

NASCIMENTO, J. M.; ALENCAR, N. S.; ALVES, D. F.; LIMA JÚNIOR, F. O. Estudo dos efeitos da seca sobre a produção e a exportação das principais frutas cearenses (2012 a 2015). **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades**, v. 3, n. 3, p. 1-20, Fortaleza, out. 2021. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/7168/8076> . Acesso em: 30 jan. 2026.

NASCIMENTO, M. B.; SILVA, L. F.; MEDEIROS, J. L. S.; ARAÚJO, L. E.; SANTOS, L. L. variabilidade pluviométrica na Microrregião de Itaporanga, no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p. 430-449, [S.l.], abr. 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14574> . Acesso em: 31 jan. 2026.

NASCIMENTO, M. B.; NASCIMENTO, G. V. S.; SANTOS, L. L. Avaliação da variabilidade espaço-temporal da precipitação na Região do Alto Curso do Rio Paraíba do Norte, Paraíba/Brasil. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 13, n. 31, p. 209-223, [S.l.], dez. 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufnt.edu.br/index.php/geografia/article/view/17541> . Acesso em: 31 jan. 2026.

OLIVEIRA, A. M. H. **Avaliação na educação infantil: do escrito ao vivido no município de Pindoretama-CE**. 2024. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

OLIVEIRA, F. Z. I. S. **Rendeiras de bilros de Pindoretama: moda e tradição.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Design-Moda) – Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, G. G.; ARAÚJO, R. F. C. D.; **Estatística aplicada ao índice de anomalia de chuvas para determinação dos padrões climáticos associados a eventos extremos de precipitação no estado do Rio Grande do Norte.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2022.

RAJAPAKSE, J.; OTOO, M.; DANSO, G. Progress in delivering SDG6: safe water and sanitation. **Cambridge Prisms: Water**, v. 1, p. 1-15, [S.l.], jul. 2023. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/cambridge-prisms-water/article/progress-in-delivering-sdg6-safe-water-and-sanitation/67A6FA4A56839905C7991E80B621074F> . Acesso em: 31 jan. 2026.

REIS, G. A.; ROLIM, L. Z. R.; STUDART, T. M. C.; SILVA, S. M. O.; SOUZA FILHO, F. A.; ROCHA, M. A. M. Spatial variability of rainfall and vulnerability assessment of water resources infrastructure for adaptive management implementation in Ceará, Brazil. **Sustainability**, v. 17, n. 20, p. 1-14, [S.l.], out. 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/20/9147> . Acesso em: 31 jan. 2026.

RIBEIRO, M. S. M.; ANDRADE, L. M. B.; SPYRIDES, M. H. C.; SILVA, P. E. sanitary, social, and meteorological aspects and natural disasters in the Northeastern Region of Brazil. **Mercator**, v. 21, n. 1, p. 1-18, Fortaleza, jun. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/ThKTLfxqCSbbypqHch6kvKm/?format=html&lang=en&stop=next> . Acesso em: 31 jan. 2026.

ROLIM, L. Z. R.; SILVA, S. M. O.; SOUZA FILHO, F. A. Analysis of precipitation dynamics at different timescales based on entropy theory: an application to the state of Ceará, Brazil. **Stochastic Environmental Research And Risk Assessment**, v. 36, n. 8, p. 2285-2301, [S.l.], nov. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00477-021-02112-y> . Acesso em: 31 jan. 2026.

SILVA, J. F. C. B. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, A. M.; VIANNA, P. C. G. Analysis of the response of the Epitácio Pessoa reservoir (Brazilian semiarid region) to potential future drought, water transfer and LULC scenarios. **Natural Hazards**, v. 108, n. 1, p. 1347-1371, [S.l.], abr. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-021-04736-3> . Acesso em: 30 jan. 2026.

SOUSA, C. D. S. S.; MOREIRA, A. A. M. A influência de El Niño-Oscilação Sul na variabilidade de chuvas sobre a Bacia Hidrográfica do Rio das Balsas/MA em duas décadas. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 47, p. 27-52, Presidente Prudente, jan. 2025. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10673> . Acesso em: 31 jan. 2026.

TERCINI, O. T. **Variabilidade espacial e temporal das chuvas e de eventos de secas na bacia hidrográfica do Rio Tietê.** 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2024.

TOKUDA, E. N.; LIMA, C. G. R.; OLIVEIRA, J. N. Análise espacial e temporal de eventos de secas na região hidrográfica alto Rio Paraná de 1990 a 2020. **Mercator**, v. 23, p. 1-22, Fortaleza, jan. 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mercator/a/LvZBYq63Y5wVZyXGHRbwrS/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 30 jan. 2026.

VAN GINKEL, M.; BIRADAR, C. Drought Early Warning in Agri-Food Systems. **Climate**, v. 9, n. 9, p. 134-156, [S.l.], ago. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2225-1154/9/9/134> . Acesso em: 30 jan. 2026.

WANG, Xander; LIU, Lirong. The Impacts of Climate Change on the Hydrological Cycle and Water Resource Management. **Water**, v. 15, n. 13, p. 1-4, [S.l.], jun. 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/13/2342> . Acesso em: 31 jan. 2026.

YANG, D.; YANG, Y.; XIA, J. Hydrological cycle and water resources in a changing world: a review. **Geography And Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 115-122, [S.l.], jun. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666683921000213> . Acesso em: 30 jan. 2026.

ZHANG, H.; YANG, Z.; CAI, Y.; QIU, J.; HUANG, B. Impacts of Climate Change on Urban Drainage Systems by Future Short-Duration Design Rainstorms. **Water**, v. 13, n. 19, p. 2718-2735, [S.l.], out. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/19/2718> . Acesso em: 30 jan. 2026.