

## **ANÁLISE DE FREQUÊNCIA E PROBABILIDADE DAS PRECIPITAÇÕES EM BARBALHA, CE**

Leoncio Gonçalves Rodrigues<sup>1</sup>, Ana Célia Maia Meirelles<sup>2</sup>, Carlos Wagner de Oliveira<sup>3</sup>

**RESUMO:** O estudo da precipitação é essencial para compreender a dinâmica hídrica de um local. A frequência e a concentração das chuvas, assim como, o estudo de probabilidade permite inferir uma série de informações importantes que auxiliam no entendimento dos processos ambientais e no planejamento agrícola. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva realizar uma análise de frequência e probabilidade das precipitações do município de Barbalha, CE. Para tanto foram utilizados todos os dados disponíveis do Instituto Meteorológico (INMET) de 01 de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2020, perfazendo um total de 30 anos. A análise estatística foi realizada no Software R por permitir agrupar e trabalhá-los de forma dinâmica e precisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** água, probabilidade, chuvas

## **FREQUENCY AND PROBABILITY ANALYSIS OF PRECIPITATION IN BARBALHA, CE**

**ABSTRACT:** The study of precipitation is essential to understand the water dynamics of a location. The frequency and concentration of rains, as well as the probability study, allow us to infer a series of important information that help to understand environmental processes and agricultural planning. In this sense, the present work aims to carry out an analysis of the frequency and probability of rainfall in the municipality of Barbalha, CE. For this, all available data from the Meteorological Institute (INMET) from January 1, 1990 to December 31, 2020 were used, totaling 30 years. The statistical analysis was performed in Software R because it allows grouping and working them dynamically and precisely.

**KEYWORDS:** water, probability, rains

---

<sup>1</sup> Mestrando em Desenvolvimento Regional Sustentável – UFCA, CEP 63044-110, Rua José Magalhães Landim N° 1051, Juazeiro do Norte, CE. Fone: (83) 98195-0446 e-mail: leonmeid@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Engenharia Cível (Recurso Hídricos), Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, UFCA. Juazeiro do Norte, CE

<sup>3</sup> Doutorado Biosystem Engineering, Universidade of Tennessee, Centro de Ciências Agrárias e Biodiversidade, UFCA. Juazeiro do Norte, CE

## INTRODUÇÃO

A precipitação é uma das variáveis climatológicas mais importantes. Ela garante o reabastecimento hídrico dos reservatórios. Chuvas regulares e bem distribuídas garantem fonte de água abundante para as diversas atividades humanas, assim como, para manutenção do equilíbrio ambiental. Segundo Rodrigues et al. (2011), a precipitação permite definir diferentes índices como hídrico, aridez e climático de um local.

O desenvolvimento da agricultura depende da quantidade de água disponível seja em plantio de sequeiro ou irrigado, conhecer as precipitações possíveis, auxilia no planejamento de plantio e colheita, assim como, no gerenciamento de recursos hídricos. Estudos de balanço hídrico auxiliam na compreensão da dinâmica de água da chuva e no armazenamento de água do solo (SILVA JÚNIOR et al., 2020). Segundo Dias et al. (2019), a frequência das chuvas permite identificar os meses e quais as maiores oportunidades de ocorrer determinada pluviometria.

Portanto, diante do explicitado o objetivo desta pesquisa é determinar as frequências de chuvas ocorridas e verificar sua probabilidade de ocorrência para o município de Barbalha-CE. Para tanto, foi obtida uma série histórica de 30 anos da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o local. Os dados foram trabalhados no Software R versão x64. 4.0.4.

## MATERIAL E MÉTODOS

A estação meteorológica utilizada está localizada no município de Barbalha-CE, sob as coordenadas 7° 18' 3" Sul e 39° 16' 15" Oeste. Para determinação das frequências foram utilizadas as Equações 1 a 3 para determinar a quantidade de categorias.

$$k = \sqrt{n} \quad (1)$$

$$h = \frac{\max - \min}{k} \quad (2)$$

$$[(\min, \min + h), [(\min + h, \min + 2h)], \dots, [(\min + (k - 1)h, \max)]] \quad (3)$$

Em que:  $k$  é o número de categorias;  $n$  é o número de observações;  $h$  é amplitude de cada sub-intervalo;  $\min$  é o menor valor do conjunto de observações;  $\max$  é o maior valor do conjunto e observações.

O teste de normalidade foi o de Kolmogorov-Smirnov (KS) ajustado a uma distribuição lognormal, realizado para as precipitações acumuladas nos diferentes meses, afim de verificar

se os dados seguem uma distribuição Gaussiana. Segundo Souza et al. (2011), a lognormal é utilizada para ajustar precipitações e quando aplicado ao teste KS reconhece a verdadeira distribuição da série. Para realizar a análise das frequências foi utilizado o software estatístico R versão x64. 4.0.4.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

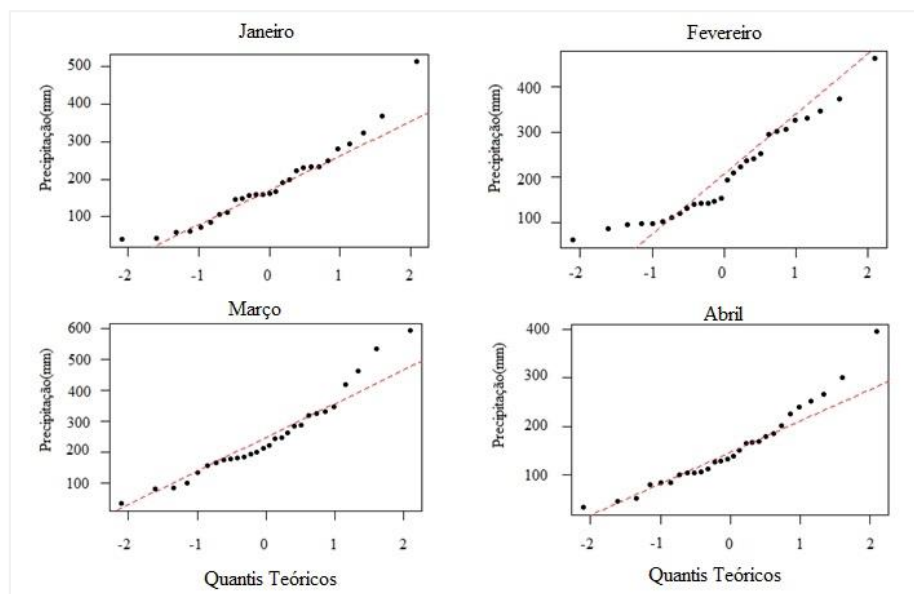
Analisando as médias acumuladas para os meses de janeiro, fevereiro, março e abril observaram-se os maiores registros para o ano, com 185,23; 204,29; 248,42, 154,96 mm respectivamente, compreendendo a estação chuvosa da região. A precipitação média anual verificada foi de 1049,45 mm. Medeiros & Holanda (2019) verificaram em uma série de 1973 a 2018 no município de Barbalha-CE uma precipitação média anual de 1.048, 40 mm, com médias de janeiro a abril de 178,9; 203,0; 236,2; 180,1 mm, respectivamente.

Os resultados dos testes de normalidade, demonstram que os meses de janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro seguem uma distribuição lognormal. A Tabela 1 apresenta a média mensal das chuvas, os resultados do teste lognormal (Ks) e o coeficiente de variação (cv) para as precipitações, a Figura 1 ilustra a representação gráfica da probabilidade qqplot “Quantil-quantil” para a quadra chuvosa janeiro, fevereiro, março e abril.

**Tabela 1.** Precipitação média mensal (Pe), Resultados do teste lognormal (Ks) e coeficiente de variação(cv) de 1990-2020.

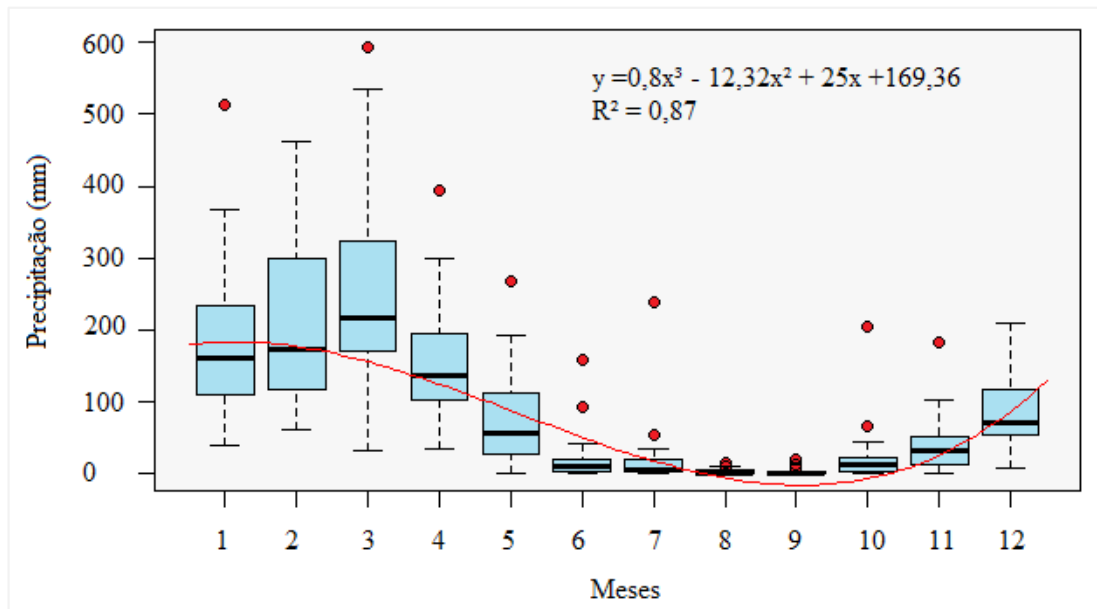
Teste	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Pe(mm)	185,23	204,29	248,42	154,96	70,68	19,13	19,05	2,45	2,64	21,33	37,66	83,21
Ks	0,347	0,803	0,644	0,969	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,17
Cv	0,58	0,51	0,54	0,53	0,87	1,73	2,45	1,61	2,06	1,90	1,02	0,66

ns – não pode ser determinado por Ks.



**Figura 1.** Distribuição de probabilidade nos quantis teóricos de janeiro a abril.

Conforme pode-se observar na Figura 1 os meses de janeiro a abril que corresponde a quadra chuvosa da região, apresentam uma maior concentração de chuvas entre 150 a 300 mm. A Figura 2 apresenta o boxplot para os dados agrupados por mês, conforme a gráfico, pode-se verificar outliers “valores extremos” fora dos limites interquartis para todos os meses exceto fevereiro e dezembro.



**Figura 2.** Boxplot da precipitação mensal 1990-2021 com curva ajustada a mediana.

Observa-se na Figura 2 que os meses 6 a 9 do ano, correspondem aos meses com menor precipitação acumulada. Desta forma, os meses mais propícios para cultivo agrícola, com culturas de ciclo curto são os meses 1 a 5. Nesses meses a maior probabilidade de ocorrer maiores precipitações. Matos et al. (2015) verificou esse mesmo comportamento em balanço hídrico para o município de Barbalha-CE, para série de 1973-2013.

A Frequência das chuvas demonstra maior ocorrência de precipitações no intervalo de 0-33 mm com 148 observações, enquanto para o intervalo 34-66 mm, 39 observações, por outro lado, as frequências observadas demonstram poucos registros de chuvas acumuladas superiores 397 mm. A Tabela 2 apresenta a frequência das chuvas determinadas para os diferentes intervalos.

**Tabela 2.** Frequência das precipitações 1990-2021.

Nº	Intervalo	Fa	Fr	Fac	Frc	Nº	Intervalo	Fa	Fr	Fac	Frc
1	0-33	148	0,46	148	0,46	10	298-330	7	0,022	309	0,96
2	34-66	39	0,121	187	0,581	11	330-363	4	0,012	313	0,972
3	67-99	21	0,065	208	0,646	12	364-396	3	0,009	316	0,981
4	99-132	24	0,075	232	0,72	13	397- 429	1	0,003	317	0,984
5	133-165	21	0,065	253	0,786	14	430-462	0	0,000	317	0,984

6	166-198	18	0,056	271	0,842	15	462-495	2	0,006	319	0,991
7	199-231	11	0,034	282	0,876	16	496-530	1	0,003	320	0,994
8	232-264	13	0,04	295	0,916	17	531-560	1	0,003	321	0,997
9	265-297	7	0,022	302	0,938	18	561-594	1	0,003	322	1

Fa – Frequência absoluta; Fr – Frequência relativa; Fac - Frequência absoluta acumulada; Frc – Frequência relativa acumulada.

Verificou-se que cerca de 58% das chuvas que podem ocorrer são inferiores a 66 mm e 42% maior que 66 mm é menor que 594 mm. A chance de chuvas superior a 364 mm e de 2,7%. O balanço hídrico (BH) proposto por Thornthwaite & Mather (1955) é uma rotina de passos que permite verificar as médias pluviométricas mensais, assim como, estimar a evapotranspiração potencial a partir da temperatura média mensal e radiação no topo da atmosfera determinada para diferentes latitudes. No entanto, o método não considera as frequências de chuvas ocorridas dentro da série histórica, informação importante para o planejamento de cultivos agrícolas.

Medeiros & Holanda (2019), realizaram o BH conforme Thornthwaite e Mather (1955) para o município de Barbalha-CE e verificaram uma precipitação anual de 1.048,4 mm ano<sup>-1</sup>, concentradas de janeiro a abril, entretanto não conseguiram determinar pelo método as frequências dessas chuvas. Conforme as frequências observa-se que a maior probabilidade é de ocorrer precipitações entre os intervalos de 0-33 com 46,0% e 34-66 com 12,1%, após o intervalo 67-99 com 7,5% o percentual e inferior a 10%.

Outro fator importante é a intensidade das chuvas, que considera o tempo que uma precipitação leva para ocorrer. Nesse sentido, pode-se ter uma precipitação de 33 mm com alta intensidade ocorrendo em menor tempo ou uma precipitação de 100 mm com baixa intensidade ocorrendo em maior tempo. A maior oportunidade de ocorrer maiores intensidades de chuva é dentro da quadra chuvosa, onde há maior frequência de chuvas nos intervalos de 0-66 mm.

Conforme Silva & Oliveira (2017), demonstra para determinar a intensidade de precipitação é necessário conhecer o tempo de ocorrência, período de retorno e coeficientes de ajuste locais, entretanto, o autor realça que em regiões litorâneas onde há mais precipitações do que em regiões semiáridas as chuvas ocorrer em maior intensidade.

Abordagem de frequência de chuvas associada ao método proposto por Thornthwaite & Mather (1955) auxilia na compreensão dos fenômenos meteorológicos intrínsecos a precipitação, auxiliando na tomada de decisões agrícolas, planejamento ambiental, dentre outros.

## CONCLUSÕES

A precipitação média anual para Barbalha é de 1.048,4 mm. As chuvas concentram-se de janeiro a abril, com precipitações consideráveis também em maio e dezembro. O teste de Kolmogorov-Smirnoff não se ajusta ao modelo para os meses de maio a novembro. Os gráficos de probabilidade permitem verificar a maior oportunidade de ocorrer determinada precipitação.

## REFERÊNCIAS

DIAS, C. R.; LEAL, H. A.; CARDOSO, D. S.; SILVA, J. B. da.; URRUTH, B. de. J.; RIBEIRO, J. C. B.; BECK, V. C.; SOUZA, V. G. Horários preferenciais das chuvas na região de pelotas, capão do leão, rio grande e santa vitória do palmar, RS-Brasil: um estudo no domínio da frequência e da probabilidade. **Sociedade científica**. v. 3, n. 3, p. 1-45, 2019.

MATOS, R. M. de.; SILVA, P. F. de.; MEDEIROS, R. M. de.; BORGES, V. E.; LIMA, S. C. de. Estimativa do balanço hídrico climatológico e decadal para o município de Barbalha-CE. In: III Inovagri International Meeting, 3., 2015. Fortaleza. **Anais [...]**. 2015. 10p. Disponível em:

<[https://web.archive.org/web/20180719142459id\\_/http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/III-INOVAGRI-2015/01.09.2015/a004.pdf](https://web.archive.org/web/20180719142459id_/http://www.bibliotekevirtual.org/simposios/III-INOVAGRI-2015/01.09.2015/a004.pdf)>. Acesso em: 5 jul. 2021.

MEDEIROS, R. M. de.; HOLANDA, R. M. de. Classificação climática e balanço hídrico pelo método de Köppen e Thornthwaite do município de Barbalha, Ceará, Brasil. **Revista Equador**. v. 8, n. 3, p. 19-43, 2019.

RODRIGUES, L. G.; BARREIRA JUNIOR, J. V.; GOMES, A. C. P. Balanço hídrico e classificação climática segundo o método de Thornthwaite & Mather para Sousa-PB. **IV Winotec**, Sobral, p. 1-6. 2011.

SILVA JÚNIOR, J. J. da.; FURTADO, M. N.; SOUSA, M. B. de. Balanço hídrico climatológico normal mensal no Estado de Goiás. In: ANDRADE, D. F. (ed.). **Tópico em ciências agrárias**. Belo Horizonte: Poisson, 2020. Cap. 1. p. 7-14.

SILVA, C. B.; OLIVEIRA, L. F. C. Relação intensidade-duração-frequência de chuvas extremas na região nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 20, n. 1, p. 267-283, 2017.

SOUZA, D. N. de; STUDART, T. M. de C.; CAMPOS, J. N. B.; NOGUEIRA, M. L.; LUNA, R. M. ESTUDO DOS ERROS TIPOS I E II PARA TESTES DE ADERÊNCIA UTILIZANDO SÉRIES SINTÉTICAS. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 19, Sobral: UFC, p. 1-18, 2011.

THORTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p.