



XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

---

**PRECIPITAÇÃO NO BRASIL: VALIDAÇÃO E ESTATÍSTICA DESCRITIVA  
DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE DELAWARE**

**Tainã Costa Peres<sup>1</sup>**  
**Christian Manuel Torres Ramos<sup>2</sup>**  
**Éder Leandro Bayer Maier<sup>3</sup>**

**Resumo**

Apreender sobre a variabilidade espaço-temporal da precipitação é fundamental para fazer inferências sobre o clima que condiciona o estabelecimento da vida. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho é avaliar a qualidade dos dados mensais de precipitação do *Global Historical Climatology Network - Monthly* (GHCN-M) versão 3.0, gerados e disponibilizados pela Universidade de *Delaware* (DLW), através da comparação com dados observados em 62 estações meteorológicas ao longo do Brasil, entre 1900-2010. Adicionalmente, caracterizar, através de estatística descritiva, a série de dados pluviométricos da DLW. A metodologia proposta visa comparar esses dois bancos de dados usando o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS). Além disso, caracterizar a série de dados de precipitação da DLW quanto ao seu padrão médio (média) de chuvas e sua variabilidade (desvio padrão). Para o teste KS, obteve-se 90% das estações meteorológicas (57) apresentaram 95% de significância em relação aos dados da DLW. Em outras palavras, os dados da DLW podem ser utilizados como amostras da precipitação no território brasileiro. Os valores médios da precipitação variam entre ~50 (sertão nordestino) e ~300 mm (floresta Amazônica), evidenciando os diferentes regimes climáticos que ocorrem no Brasil. Os valores obtidos para o desvio padrão da precipitação da DLW variam entre ~20 e ~200 mm, indicando qual é a variabilidade das chuvas em relação a média. Mesmo que o desvio padrão tenha uma magnitude pequena, isso não evidencia uma pequena variabilidade, mas sim uma variabilidade que pode atingir a magnitude da própria média mensal, causando impactos no sistema ambiental. No entanto, esse banco de dados possibilita uma melhor compreensão do ciclo

---

1 Universidade Federal do Rio Grande, tainacperes@gmail.com

2 Universidade Federal do Rio Grande, christian010194@gmail.com

3 Universidade Federal do Rio Grande, edermaier@gmail.com

Realização:





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

hidrológico que impacta o Brasil. Tratando-se da análise estatística destaca-se que, a estatística descritiva é uma ferramenta eficaz para agrupar e representar dados climatológicos, bem como, para evidenciar modos de variabilidade da distribuição espaço-temporal da precipitação coerente com as bibliografias do assunto.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural condicionador térmico da vida na Terra. É uma substância composta por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio ( $H_2O$ ) e existe nas fases gasosa, líquida e sólida. Essa substância movimenta-se entre os compartimentos que compõem o planeta Terra (atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera) configurando o ciclo hidrológico. Esse ciclo é global e é um dos principais mecanismos de trocas e distribuição de energia no planeta. O processo de evaporação, de transporte atmosférico, a condensação, a precipitação e o escoamento terrestre, que compõem esse ciclo, fazem transferência de energia e massa a fim de compensar as diferentes temperaturas globais (BARRY e CHORLEY, 2013).

Nesse sentido, se tem a precipitação como uma variável climática de suma importância, pois é responsável por distribuir a energia ao longo do globo. Entretanto, apreender sobre a variabilidade espaço-temporal da precipitação é fundamental para fazer inferências sobre o clima que condiciona o estabelecimento da vida. No entanto, pesquisas na área da climatologia demandam séries de dados meteorológicos observados. Ao longo de todo o globo, existe escassez desses dados, especialmente, de séries históricas (VALENTE, 2018). Devido a essa carência, há poucos registros históricos sistemáticos da precipitação no Brasil para a primeira metade do século XX, o que dificulta o conhecimento do seu clima passado.

Com o intuito de suprir essa carência, estudos e métodos alternativos, vêm sendo desenvolvidos. O resultado disso são bancos de dados meteorológicos, gerados a partir de compilação de várias fontes e a partir de modelagem numérica e estatística, que conseguem remontar séries climatológicas até o início do século XX (PINTO et al.,

Realização:





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

2009). Esses bancos tornam-se eficientes para preencher lacunas temporais, em séries observadas incompletas, bem como todo o banco pode ser usado, desde que seja validado por testes estatísticos com um dado contínuo observado.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a qualidade dos dados de precipitação do *Global Historical Climatology Network - Monthly* (GHCN-M) versão 3.0, gerados e disponibilizados pela Universidade de *Delaware* (DLW), através da comparação com dados observados em estações meteorológicas ao longo do Brasil, entre o período de 1900 e 2010. Adicionalmente, caracterizar, através de estatística descritiva, a série de dados pluviométricos da DLW, com o intuito de conhecer o padrão médio (média) e a variabilidade (desvio padrão) das chuvas sobre o Brasil no último XX.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia proposta visa comparar dois bancos de dados distintos, sendo séries de dados mensais observados de precipitação no Brasil com séries de reanálise mensal de precipitação da DLW, usando o teste de Kolmogorov-Smirnov (KS). O período observado é entre 1900 e 2010. Além disso, caracterizar a série de dados de precipitação da DLW quanto ao seu padrão médio de chuvas e sua variabilidade entre o período proposto, através do uso de estatística descritiva.

### 2.1 Dados

Os totais mensais da precipitação foram coletados em 56 estações meteorológicas distribuídas ao longo do Brasil. Os dados foram disponibilizados, gratuitamente, pela Agência Nacional de Águas – ANA (Brasil) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através da plataforma Hidroweb. Esses dados foram organizados em uma planilha, onde foram dispostos os dados de precipitação das

Realização:





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

62 estações meteorológicas (coluna) em 1332 linhas que representam o total mensal de cada estação (variação mensal). Ressalta-se que os meses com dados faltantes, foram preenchidos por NaN e não foram usados nos cálculos seguintes.

Os dados de reanálise de totais mensais da precipitação do *Global Historical Climatology Network - Monthly* (GHCN-M) versão 3.0, são gerados e disponibilizados gratuitamente pela Universidade de *Delaware* (DLW). Esses dados são oriundos da compilação de dados de observações da rede global de climatologia histórica, que interpola espacialmente, os mesmos, em uma grade de 0,5° de latitude e longitude. A técnica de construção da grade da GHCN-M da DLW, para suprir as localidades com falta de dados, é gerada a partir de uma interpolação espacial, com o Modelo Digital de Terreno (MDT), e com a compilação todos os dados meteorológicos e climáticos disponíveis no mundo (MATSUURA e WILLMOTT, 2009).

## 2.2 Teste estatístico para validação

O procedimento estatístico utilizado para a validação dos dados da DLW foi o teste (KS), o qual verifica se as duas amostras são oriundas de uma mesma população, levando em consideração a magnitude de cada evento (Equação 1). O teste KS é um teste de hipótese não paramétrico que avalia a diferença entre a distribuição de frequência de duas amostras. Para isso, usa a diferença máxima absoluta entre as mesmas. Conforme a seguinte fórmula:

$$D_{max} = \text{MAX} |F1(x) - F2(x)| \quad \text{Eq. 1}$$

onde, F1 é a proporção de valores X1 menor ou igual a x, e F2 a proporção de valores X2 menor ou igual a x.

O resultado é 0 ou 1, onde 0 evidencia que as amostras não apresentam 95% de semelhança, e 1 indica o oposto. Em outras palavras, esse teste aceita um nível de

Realização:





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

significância de 95%, se as amostras são da mesma população (ASSIS, ARRUDA e PEREIRA, 1996).

### 2.3 Caracterização da série da DLW utilizando estatística descritiva

As caracterizações empregando estatística descritiva foram realizadas nos totais médios dos dados de precipitação da DLW e compreenderam a mensuração da média ( $\mu$ ) e do desvio padrão ( $S$ ).

O objetivo da média é descrever de maneira resumida o conjunto de dados do fenômeno estudado (TOLEDO e OVALLE, 1992), neste caso, dos dados de precipitação (Equação 2). Sendo então, a razão entre soma de todos os valores do conjunto de dados e número total de valores desse conjunto. Ela estabelece-se pela seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \quad \text{Eq. 2}$$

em que  $A$  é o valor absoluto da amostra e  $N$  é o número de observações.

O desvio padrão é considerado os desvios do conjunto de dados em relação à média (TOLEDO e OVALLE, 1992), indicando a variação dos totais mensais da precipitação da DLW (Equação 3). Sendo definido pela seguinte fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N |A_i - \mu|^2} \quad \text{Eq. 3}$$

## 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

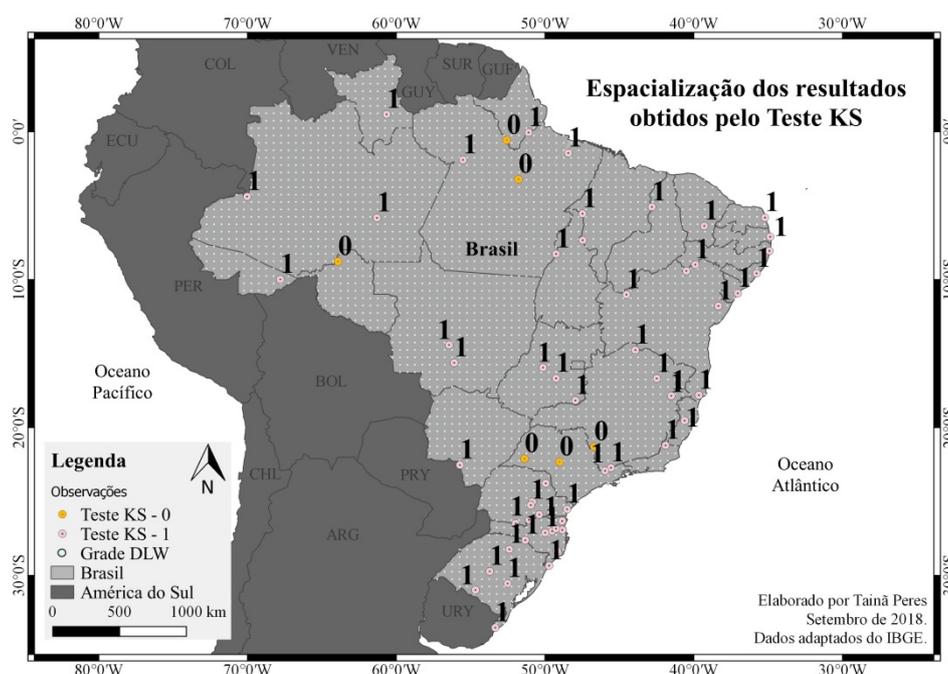
### 3.1 Validação dos dados da DLW

Realização:



Para melhor visualização os resultados obtidos a partir do teste KS foram espacializados em um mapa, conforme a Figura 1. Pode-se observar que 90% das estações meteorológicas (57) apresentaram 95% de significância em relação aos dados da DLW. Em outras palavras, os dados da DLW podem ser utilizados como amostras da precipitação no território brasileiro.

Figura 1: Espacialização dos resultados obtidos para o teste KS.



Fonte: Dados adaptados do Instituto Brasileiro de Meteorologia (IBGE).

Valente (2018) mostra que os dados da DLW são confiáveis na área do Rio Grande do Sul. Já, Silva et al. (2012) afirmam que os dados da DLW tendem a subestimarem a precipitação, sendo que a diferença mais significativa acontece no inverno austral, mas eles representam as médias da precipitação mensal, temporal e espacialmente e foi verificado algumas discrepâncias associadas ao método de interpolação e ao espaçamento de grade.

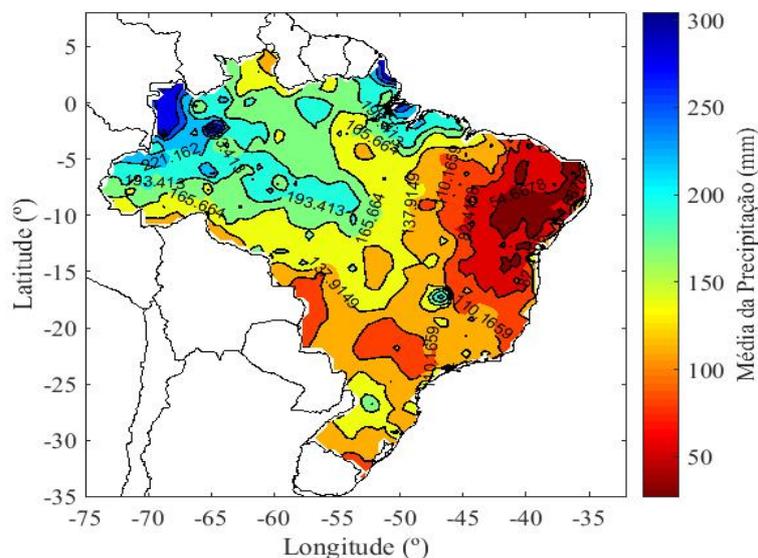
No início do século XX havia poucas estações meteorológicas e elas foram usadas para a construção dos dados da DLW, por isso quando se comparam os dados observados e os dados da DLW há forte dependência entre eles. Já as últimas décadas

apresentam maior densidade espacial de estações meteorológicas, com isso, a interpolação da DLW gera dados com magnitudes diferentes, quando comparado às observações de um ponto.

### 3.2 Caracterização da série da DLW por estatística descritiva

Os resultados da caracterização da estatística descritiva para os dados da DLW sobre o Brasil entre 1900 e 2010 foram organizados e espacializados nas Figuras 2, 3 e 4. Na Figura 2, podem-se observar os valores médios da precipitação ao longo de 1900 e 2010. Os valores médios variam entre ~50 e ~300 mm, evidenciando os diferentes regimes climáticos que ocorrem no Brasil. Observa-se também, que os maiores valores médios estão na região equatorial, onde localiza-se a floresta Amazônica, enquanto que os menores valores médios encontram-se, especialmente, no sertão nordestino. Adicionalmente, encontram-se registros entre ~50 e ~100 mm de precipitação no centro-oeste brasileiro e valores entre ~100 e ~200 no sul e sudeste do país.

Figura 2: Espacialização dos resultados obtidos para a média mensal da precipitação.



Fonte: Própria.





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

---

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos para o teste estatístico KS se mostraram satisfatórios, evidenciando que os dados da DLW possuem uma boa representação da precipitação do Brasil no período entre 1900 e 2010. Sendo assim, é possível utilizar os dados da DLW para estudar a variabilidade espaço-temporal da precipitação no Brasil. Adicionalmente, os dados de precipitação da DLW são uma fonte confiável, que podem representar a distribuição espacial e temporal da água da chuva com 95% de confiabilidade.

Esse banco de dados possibilita uma melhor compreensão do ciclo hidrológico que impacta o sistema ambiental que, conseqüentemente, influencia nos recursos naturais que os seres humanos são dependentes para alimentação, hidratação, higiene e produção de energia.

Tratando-se da análise estatística dos dados da DLW destaca-se: 1º) a estatística descritiva é uma ferramenta simples e útil para agrupar e representar de forma organizada e sistemática grande volume de dados; 2º) os resultados das análises estatísticas evidenciaram modos de variabilidade da distribuição espaço-temporal da precipitação coerente com as principais bibliografias sobre o assunto.

#### REFERÊNCIAS

ASSIS, F, N; ARRUDA, H, V; PEREIRA, A, R. **Aplicações de Estatística à Climatologia: teoria e prática**. Pelotas: Editora Universitária – UFPEL, 1996, 161p.

CONTI, J, B; FURLAN, S, A. Geologia: O Clima, os Solos e a Biota. In: ROSS, J, L, S (Org). **Geografia do Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998, p 67-198.

Realização:





XXXV ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA “A  
DIVERSIDADE DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA  
DIVERSIDADE NAS PRIMEIRAS DÉCADAS DO SÉCULO  
XXI” Erechim-RS, 12 a 14 de outubro de 2018

---

MATSUURA, K.; WILLMOTT, C.J. 2009. Terrestrial precipitation: 1900–2010 gridded monthly time series (versão 3.01). Newark – EUA: Center for Climatic Research, Department of Geography, University of Delaware. Disponível em: <<http://climate.geog.udel.edu/~climate/>>. Acesso em 29 de mai. 2018.

PINTO, L, I, C; COSTA, M, B; LIMA, F, Z; DINIZ, L, M, F; SEDIYAMA, G, C; PRUSKI, F, F. Comparação de produtos de precipitação para a América do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.4, 461 - 472, 2009.

SILVA, C, M; LUCIO, P, S; SPYRIDES, M, H, C. Distribuição espacial da precipitação sobre o Rio Grande do Norte: estimativas via satélites e medidas por pluviômetros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.3, 337 - 346, 2012.

TOLEDO, G, L. OVALLE, I, I. **Estatística Básica**. São Paulo: Atlas, 1992. 459 p.

VALENTE, P, T. **Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no Século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos**. 2018. 100 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Programa de Pós-graduação em Geografia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

Realização:

