

## PANORAMA DAS SÉRIES DE PRECIPITAÇÃO MENSAL COM VISTAS À DETERMINAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PROVÁVEL NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

ANA CAROLINHA FARIAS DE OLIVEIRA<sup>1</sup>; JOÃO PEDRO DE MORAIS DA SILVEIRA<sup>2</sup>; FELIPE SARAIVA DOS SANTOS<sup>3</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>4</sup>; TAMARA LEITZKE CALDEIRA BESKOW<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Discente de Engenharia Hídrica / UFPel – anacarolin4farias@gmail.com

<sup>2</sup>Discente de Ciência da Computação / UFPel – jpdslvr@gmail.com

<sup>3</sup>Discente de Engenharia da Computação / UFPel – felipesaraivadossantos@gmail.com

<sup>4</sup>Docente do Centro de Desenvolvimento Tecnológico / UFPel – samuel.beskow@ufpel.edu.br

<sup>5</sup>Docente do Centro de Engenharias / UFPel – tamaraleitzkecaldeira@ufpel.edu.br

### 1. INTRODUÇÃO

A precipitação é o principal componente de entrada do ciclo hidrológico. O conhecimento sobre sua variabilidade e distribuição, bem como de metodologias capazes de estimar sua probabilidade de ocorrência, é cada vez mais necessário. Nesse sentido, estudos como o de SILVA et al. (2018) foram conduzidos acerca da precipitação provável com o intuito de subsidiar projetos de dimensionamento de irrigação e armazenamento de água, tornando-os mais eficientes economicamente e em termos de sustentabilidade ao considerar o volume de chuva em um determinado nível de probabilidade (SOCCOL et al, 2010).

O Rio Grande do Sul, segundo o painel do agronegócio no estado de 2019, se destaca na produção agrícola por ser a atividade econômica que mais influi na geração de renda e no Produto Interno Bruto (PIB) (FEIX; LEUSIN JÚNIOR, 2019). Esta prática é, no entanto, diretamente impactada por flutuações no regime pluviométrico, portanto, o estudo da precipitação provável no estado se torna imprescindível para gestão da disponibilidade hídrica (SILVA, 2006).

Para isso, a aquisição e análise de séries de precipitação se faz necessária. O manuseio e preparação dessas é uma importante etapa, adequando limiares de falhas, extensão mínima de anos para que sejam representativas e aplicando testes capazes de identificar mudanças não aleatórias, indicando a não-estacionariedade das séries de chuva utilizando testes de tendência não-paramétricos, como o proposto por Mann-Kendall (MK), amplamente utilizado (GUEDES et al, 2019).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi atuar na primeira etapa de aquisição, constituição e análise de séries pluviométricas quanto à estacionariedade utilizando o teste não paramétrico de MK, com vistas à determinação da precipitação provável mensal para o estado do Rio Grande do Sul.

### 2. METODOLOGIA

A região de estudo compreendeu o estado do Rio Grande do Sul, que se localiza na região sul do Brasil, com uma área de 281.748 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 11.422.973 habitantes (IBGE, 2020). O clima presente na região é o subtropical úmido com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e, se enquadra no tipo *Cfa* e *Cfb*, segundo a classificação de Köppen (KUNICHTNER; BURIOL, 2001).

Os dados utilizados foram obtidos no Hidroweb - Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. A aquisição e manuseio das séries históricas de chuva existentes no estado do Rio Grande do

Sul foram realizados por meio de scripts na linguagem de programação R, desenvolvidos para a versão web do software “System of Hydrological Data Acquisition and Analysis” (SYHDA), criado pelo grupo de pesquisa em Hidrologia e Modelagem Hidrológica em Bacias Hidrográficas/CNPq (VARGAS et al, 2019).

Com auxílio da ferramenta supracitada, foram constituídas as séries de precipitação mensal, adequando os dados para as condições propostas em que, se considerou o período de 1980 a 2019, com no mínimo 30 anos de extensão de dados e admitindo um limiar de falhas igual a zero. Para a análise de estacionariedade, foi utilizada a rotina formulada para a concepção do módulo de testes não-paramétricos do SYHDA. O teste de tendência de MK (MANN, 1945; KENDALL, 1975), foi avaliado comparando o p-valor proveniente da estatística S e o nível de significância ( $\alpha$ ) de 5%, em que, se  $p \leq \alpha$  há indicativos de presença de tendência nos dados (MOREIRA; NAGUETTINI, 2016).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da metodologia descrita, foi possível verificar a existência de 1305 estações de monitoramento de chuva no estado do Rio Grande do Sul, dentre as quais, 746 se encontram sem registros de dados, restando 541 estações com possibilidade de uso. Ao constituir essas séries em precipitação mensal, é possível observar uma diminuição considerável na quantidade de estações com dados que se enquadram às condições propostas: cerca de 156 a 160, para cada mês.

A distribuição espacial dessas estações é de grande relevância para futuras aplicações, tais como estudos de regionalização e interpolação geoestatística (ÁVILA et al, 2009). Por isso, a Figura 1 ilustra a localização das estações dos meses de agosto e novembro evidência que não há uma variação significativa da quantidade de estações por mês, sugerindo uma boa distribuição espacial. Além disso, ressalta-se que em todos os meses a maioria das estações contam com séries longas, de 34 a 40 anos de extensão.

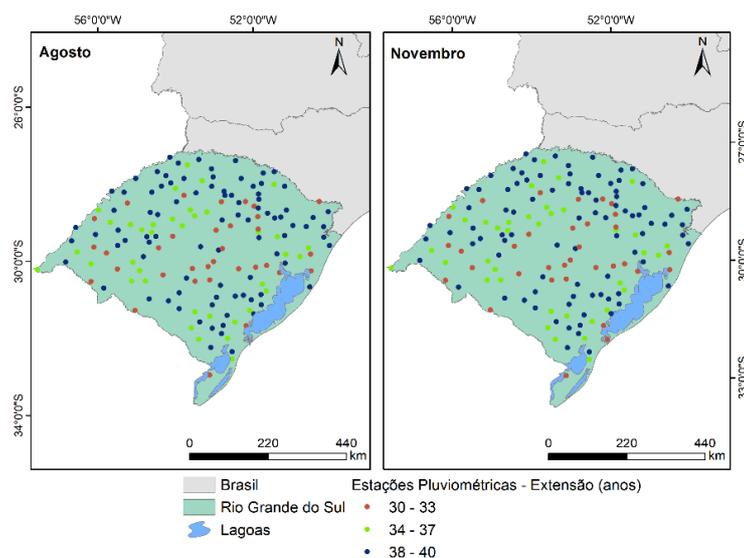


Figura 1 – Distribuição espacial das estações para os meses de agosto e novembro.

O teste de tendência de MK, indicou a estacionariedade da maioria das séries de precipitação mensal. Identificou-se que em fevereiro e maio, todas as séries de monitoramento não apresentaram tendência, e por isso, são séries estacionárias. Os demais meses, apresentaram pelo menos 1 estação com tendência nos dados (Figura 2).

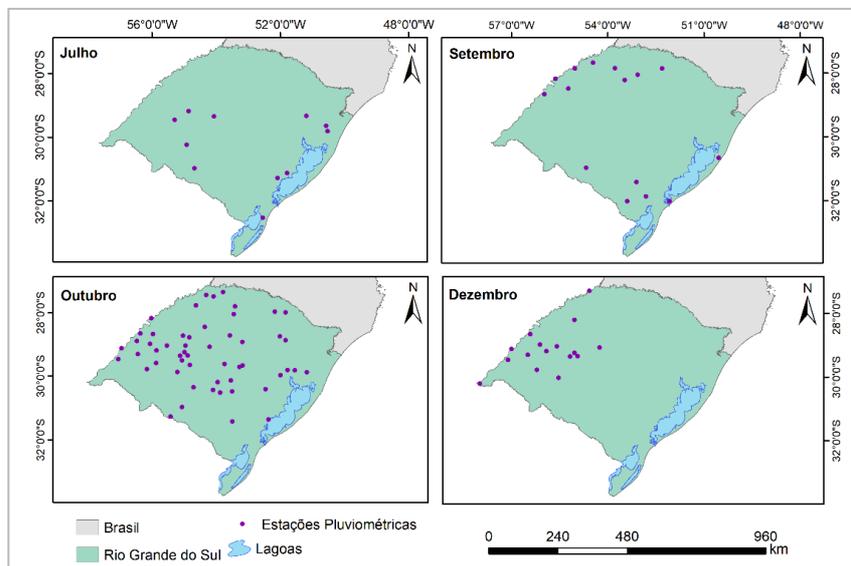


Figura 2 – Distribuição das estações com séries não estacionárias.

As tendências estatisticamente significativas, podem ser analisadas na Tabela 1. Em geral, há uma maior quantidade de estações que apresentam tendência de aumento na chuva, com destaque para os meses de outubro e dezembro, com 53 e 16 estações, respectivamente. As tendências de decréscimo são observadas em poucas estações referentes aos meses de abril, junho, julho e setembro. Essas variações podem estar associadas a um conjunto de fatores, que quando identificadas auxiliam a melhoria produtividade agrícola. A ausência de tendência, também é um fator imprescindível para a utilização dos dados no âmbito da hidrologia estatística (GUEDES et al, 2019).

Tabela 1 – Resultado do teste MK para séries de precipitação mensal no RS.

Mês	Tendência	Estações	Mês	Tendência	Estações	Mês	Tendência	Estações
Jan.	↑	2	Mai.	↑	–	Set.	↑	6
	↓	0		↓	–		↓	9
Fev.	↑	–	Jun.	↑	–	Out.	↑	53
	↓	–		↓	11		↓	–
Mar.	↑	9	Jul.	↑	–	Nov.	↑	–
	↓	0		↓	3		↓	1
Abr.	↑	–	Ago.	↑	9	Dez.	↑	16
	↓	4		↓	–		↓	–

#### 4. CONCLUSÕES

Com este estudo, pode-se concluir que:

- De forma geral, há no estado uma boa distribuição espacial de estações com séries de precipitação mensal que se enquadram nos critérios empregados neste estudo;
- O teste de Mann-Kendall permitiu identificar as estações que possuíam séries de precipitação mensal estacionárias ou não, permitindo ainda

verificar que, na maioria dos casos, as tendências estatisticamente significativas são de aumento;

- O estudo minucioso das séries de precipitação mensal, em relação à distribuição e, principalmente, à análise de tendência, é essencial para que o objetivo final da pesquisa, que é a determinação da precipitação provável para o estado do Rio Grande do Sul, seja alcançado a partir de séries históricas representativas do regime pluviométrico local e que atendam às premissas da hidrologia estatística.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, L. F.; MELLO, C. R. de; VIOLA, M. R. Mapeamento da precipitação mínima provável para o sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 906-915, 2009.

FEIX, R. D.; JÚNIOR, S. L. **Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul** — 2019. Porto Alegre: SEPLAG, DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA, 2019.

GUEDES, H. A. S.; PRIEBE, P. dos S.; MANKE, E. B. Tendências em séries temporais de precipitação no Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, p. 283-291, 2019.

IBGE. **Panorama Rio Grande do Sul**. Brasília, 2017. Acessado em 24 jul. 2021. Online. Disponível em:

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia | Naturais e Tecnológicas**, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

MOREIRA, J. G. V.; NAGHETTINI, M. Detecção de Tendências Monotônicas Temporais e Relação com Erros dos Tipos I e II: Estudo de Caso em Séries de Precipitações Diárias Máximas Anuais do Estado do Acre. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 394-402, 2016.

SILVA, E. S. **Variabilidade da precipitação pluviométrica nas regiões Sudeste e Sul do Brasil**. 2006. xxii, 188 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, K. M. R.; SILVA, A. V. R.; THEBALDI, M. S.; IWATA, L. C. G.; SILVA, L. M. Conceito de precipitação provável aplicado ao dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de águas pluviais. **Holos Environment**, v. 18, n. 2, p. 191-206, 2018.

SOCCOL, O. J.; CARDOSO, C. O.; MIQUELLUTI, D. J. Análise da precipitação mensal provável para o município de Lages, SC. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 569-574, 2010.

VARGAS, M. M.; BESKOW, S.; CALDEIRA, T. L.; CORRÊA, L. L.; CUNHA, Z. A. SYHDA – Sistem of Hydrological Data Acquisition and Analysis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 24, e11, 2019.