



COBERTURA DE FALHAS EM SÉRIES TEMPORAIS DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS

Flavya Fernanda França Vilela¹, Gabriel Inácio Braga¹, Marcia Regina Batistela Moraes¹, Hudson de Paula Carvalho¹

¹ Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais (flavya2310@ufu.br)

RESUMO: A disponibilidade de séries históricas contínuas de chuva viabiliza a execução de estudos e obras na engenharia e na agropecuária. Nesse sentido, este estudo objetivou o preenchimento de falhas em séries históricas pluviométricas diárias de estações meteorológicas localizadas no município de Uberlândia (MG), bem como a validação da eficácia dos métodos usados para futuros preenchimentos nessas mesmas estações e em outras da região. Foram utilizadas séries históricas de quatro estações meteorológicas e uma pluviométrica, no período de 2011 a 2021, preenchendo as falhas por meio dos métodos Média Móvel Aritmética, Média Aritmética dos Valores de Estações Vizinhas e Razão dos Valores Normais. A homogeneidade das séries foi testada pelo método Dupla Massa com estações meteorológicas e pluviométricas de referência instaladas na região de estudo. O preenchimento de falhas mensais das estações apresentou coeficiente de determinação (R^2) médio de 0,995. Os resultados mostraram que a série histórica ajustada se comportou adequadamente para a metodologia de preenchimento de falhas utilizada. Concluiu-se que o uso integrado dos métodos de preenchimento de falhas e Dupla Massa, permitiram adequada correção da série e comprovação de sua homogeneidade, respectivamente.

Palavras-chave: dupla massa, estações pluviométricas, razão dos valores normais.

INTRODUÇÃO

O conhecimento do regime hídrico de uma região é de suma importância para estudos climatológicos, na gestão sustentável dos recursos hídricos, no planejamento estratégico para abastecimento público e industrial e no controle do escoamento superficial em áreas urbanas e rurais (COUTINHO *et al.*, 2018), entre outros.

Ademais, a chuva é um componente climatológico relevante para se entender a situação hidrológica local, apresentando-se, na maioria das vezes, de forma desuniforme em diversas regiões no planeta, razão pela qual necessita-se do monitoramento de sua ocorrência, visando a gestão adequada dos recursos hídricos (BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASELLI, 2021). Contudo, a ocorrência de falhas nas séries históricas pluviométricas que representem espacial e temporalmente certa região é recorrente, pois a transmissão de dados e manutenção dos



equipamentos estão suscetíveis à contratemplos técnicos, operacionais e orçamentários (COUTINHO *et al.*, 2018; RUEZZENE *et al.*, 2021).

Na verificação de lacunas em séries históricas de chuva, a aplicação de procedimentos padronizados em localidades hidrologicamente homogêneas, contribui e facilita o preenchimento de falhas, o que impactará positivamente a previsão do comportamento das chuvas (BRUBACHER; OLIVEIRA; GUASELLI, 2021). Nesse sentido, este estudo se propôs a analisar os dados pluviométricos de três estações meteorológicas no período de 2011 a 2021, submetendo-os ao preenchimento de falhas por métodos hidrológicos específicos, comprovação de homogeneidade e análise de consistência dos dados.

MATERIAL E MÉTODOS

As estações meteorológicas/pluviométricas objetos deste estudo estão localizadas em Uberlândia, MG. Foram utilizadas séries temporais de precipitação diária no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2021, provenientes nas estações Água Limpa (MAL), Capim Branco (MCB), Glória (MGL), Uberlândia (A507) e Xapetuba (XAP) (Tabela 1). Dentre estas, a A507 e XAP foram classificadas como estações de referência para o preenchimento de falhas mensais das demais estações analisadas.

Tabela 1. Caracterização das estações meteorológicas/pluviométricas utilizadas neste estudo.

Nome	% Falhas		Código	Responsável	Latitude	Longitude
	Diárias	Mensais				
Água Limpa	4,73	6,82	MAL	CliMA ¹	-19,10	-48,32
Capim Branco	13,07	14,39	MCB	CliMA ¹	-18,90	-48,36
Glória	0,82	0,76	MGL	CliMA ¹	-18,95	-48,20
Xapetuba	-	-	1848009	ANA ²	-18,86	-48,58
Uberlândia	0,25	-	A507	INMET ³	-18,92	-48,26

¹ CliMA - Laboratório de Climatologia e Meteorologia Ambiental/UFU. ² ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. ³ INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.

Na obtenção dos dados estimados para a cobertura de falhas foram utilizados três métodos: Média Móvel Aritmética (MMA); Média Aritmética dos Valores de Estações Vizinhas (MAV); Razão dos Valores Normais (RVN), visto que os métodos MAV e RVN são satisfatórios somente para cobertura de falhas mensais ou anuais (BERTONI; TUCCI, 2007).



O método MMA foi utilizado para o preenchimento de conjuntos de falhas diárias menores ou igual a 7 dias consecutivos. Nesta abordagem, os valores faltantes são substituídos pela soma de n valores mais recentes, dividindo-os por n . Optou-se por utilizar $n = 10$, sendo 5 dias anteriores e 5 dias posteriores ao conjunto de falhas.

Os meses com falhas foram classificados por aqueles que apresentaram mais de 7 dias de falhas consecutivas. Para utilizar o método MAV, Eq. (1), as precipitações pluviométricas mensais normais das estações envolvidas não podem diferir em mais de 10% (séries homogêneas), caso diferissem (séries heterogêneas), utiliza-se o método RVN, Eq. (2). Sendo, P_X e P_{NX} a precipitação média do mês com a falha e a normal anual da estação que se deseja cobrir a falha, respectivamente; P_{A507} e P_{XAP} a precipitação do mês que se deseja cobrir a falha da estação P_X ; P_{NA507} e P_{NXAP} se referem às precipitações normais anuais das estações A507 e XAP.

$$P_X = \frac{1}{2} \cdot (P_{A507} + P_{XAP}) \quad (1) \quad P_X = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{P_{NX}}{P_{NA507}} \cdot P_{A507} + \frac{P_{NX}}{P_{NXAP}} \cdot P_{XAP} \right) \quad (2)$$

A análise da consistência das séries de chuva das estações Água Limpa (MAL), Capim Branco (MCB) e Glória (MGL) foi feita após a correção das falhas e, utilizou-se para isso, o método da Dupla Massa. Segundo Bertoni e Tucci (2007), o método consiste em acumular os dados mensais de cada estação que foi corrigida, e plotá-los em um gráfico cartesiano (nas ordenadas) junto de uma outra estação confiável adotada como referência de comparação (nas abscissas). Com isso, avalia-se a homogeneidade pelo coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o levantamento da porcentagem de falhas diárias e mensais das estações, sendo que, o levantamento de falhas mensais foi realizado após o preenchimento de falhas diárias pelo método MMA. Na Figura 1 destaca-se os meses com falhas em cada estação. Realizou-se o preenchimento das falhas mensais pelos métodos MAV e RVN, seguindo o critério de diferenciação entre os dados mensais das estações com falhas e as estações de referência. As verificações de consistência das séries pluviométricas foram realizadas para todos os meses corrigidos, e a Tabela 2 apresenta o coeficiente de determinação dos gráficos gerados pela análise de dupla massa. Segundo Bertoni e Tucci (2007), esse comportamento



linear de quando o coeficiente de determinação se aproxima de um, garante a homogeneidade regional das estações selecionadas.

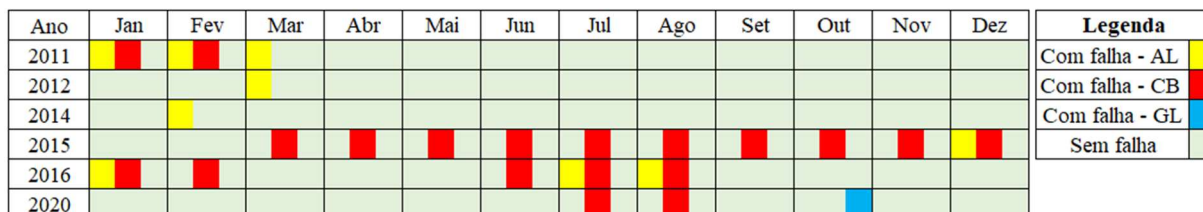


Figura 1. Levantamento de meses com falha.

Tabela 2. Coeficiente de determinação pela análise de dupla massa.

Est.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
MAL	0,988	0,995	0,992	-	-	-	0,999	0,991	-	-	-	0,997	0,994
MCB	0,997	0,996	0,990	0,974	0,984	0,997	0,999	0,992	0,996	0,989	0,998	0,997	0,992
MGL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,997	-	-	0,997

CONCLUSÕES

Conclui-se, pelo método de dupla massa, que houve a confirmação da homogeneidade e consistência da série de dados corrigidos, visto que apresentaram coeficientes de determinação (R^2) maiores que 0,974. Sendo assim, a utilização dos métodos MMA, MAV e RVC de forma integrada para o preenchimento de falhas é adequada para as estações em estudo.

REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: Tucci, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 177-241, 2007.
- BRUBACHER, J.P.; OLIVEIRA, G.G.D.; LAURINDO, A.G. Banco de Dados Espacial de Precipitação do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 471-493, 2021.
- COUTINHO, E. R. *et al.* Application of artificial neural network (ANNs) in the gap filling of meteorological time series. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 317-328, 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. INMET. **Histórico de dados meteorológicos**, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- RUEZZENE, C. R. *et al.* Preenchimento de falhas em dados de precipitação através de métodos tradicionais e por inteligência artificial. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 29, p. 177-204, 2021.