

COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PREENCHIMENTO DE FALHAS DE SÉRIES HISTÓRICAS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL ANUAL

LUIZ FERNANDO COUTINHO DE OLIVEIRA¹, ANA PAULA FIOREZE²,
ANTONIO MARCOS DE MELO MEDEIROS³, MELLISSA ANANIAS SOLER DA
SILVA⁴

¹ Professor Associado da UFLA, Bolsista em Produtividade do CNPq, Depto. Engenharia, Campus da UFLA, caixa postal 3037, 37200-000, Lavras, MG, Fone: (035)3829-1481, lfco@pq.cnpq.br

² Gerente de Outorga da SEMARH, Mestre em Solo e Água pela UFG, anafioze@semarh.goias.gov.br

³ Doutorando em Solo e Água pela UFG, amarcosmedeiros@yahoo.com.br

⁴ Doutora em Solo e Água pela UFG, melsoler@gmail.com

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo
Horizonte – MG.

Resumo: A falta de registros de dados de precipitação em estações pluviométricas devido a problemas com os aparelhos de coleta e ausência do operador em determinadas épocas, comprometem a continuidade das informações. Para que se possa aplicar um tratamento estatístico em uma série histórica de precipitação, deve-se proceder ao preenchimento das falhas existentes. Os métodos mais usuais nesta etapa são: ponderação regional (PR), regressões linear (RM) e potencial (RP) múltiplas, ponderação regional com base em regressões lineares (RS) e vetor regional (VR). Empregando de séries históricas de precipitação total anual com 22 anos de observação para seis estações pluviométricas localizadas no Estado de Goiás, fez-se uma análise comparativa entre os métodos de preenchimento de falha. Foram avaliados os desvios relativos entre os valores observados e estimados pelos métodos empregados. No método do vetor regional, foram ainda consideradas cinco possibilidades, ou seja: extraíndo da série o dado observado; substituindo na série o valor estimado pelos métodos da ponderação regional (VR/PR), regressão linear (VR/RM), regressão potencial (VR/RP) e ponderação regional com base em regressões lineares (VR/RS). Pelos resultados obtidos pode-se concluir que em ordem crescente, os menores desvios relativos foram obtidos pelos métodos: RM, VR/RP, PR, VR/RM, VR/RS, RP, RS, VR/PR e VR. Com relação à metodologia do vetor regional, obteve-se uma melhoria nas estimativas do preenchimento das falhas quando se empregou a combinação com os demais métodos.

Palavras-chave: vetor regional; ponderação regional; regressão linear.

COMPARISON OF FILLING FAILURES METHODOLOGIES OF ANNUAL RAINFALL HISTORICAL SERIES

Abstract: The rain data registers absence on rainfall stations due machine or operator problems harm the information continuity. In order to apply a statistical treatment on rainfall historical series, filling failures needs to be done. Usual methods on this stage are: regional ponderation (PR), multiple linear regression (RM) e multiple potential regression (RP), regional ponderation using multiple linear regression (RS) e regional vector (VR). Using total

annual rainfall historical series with 22 years of observation for six rainfall stations on Goiás State was compared analysis between filling failures methods. The differences between observed and estimated values were evaluated. On regional means method, were considerate five possibilities, which were taken from series some, observed data; replace on series an estimated value for anyone from regional ponderation (VR/PR), linear regression (VR/RM), potential regression (VR/RP) and regional means using linear regression (VR/RS). According results was concluded, in ascending order, minor differences were aimed: RM, VR/RP, PR, VR/RM, VR/RS, RP, RS, VR/PR e VR. According to regional vector method, was an improvement on data values when a combination between some other methods was done.

Keywords: regional vector; regional ponderation; multiple regression

Introdução: O conhecimento do regime hídrico em uma bacia hidrográfica é fundamental nos estudos hidrológicos que servem como base para projetos de diferentes usos de água, tornando-se fator indispensável para um adequado gerenciamento dos recursos hídricos. A Agência Nacional das Águas (ANA, 2008), disponibiliza as séries pluviométricas de sua rede pelo sistema de informações HidroWeb, nas quais se observam falhas diárias, mensais e anuais, muitas vezes inviabilizando a utilização dessas séries. A existência de falhas nas séries históricas se deve basicamente pela ausência do observador, falhas nos mecanismos de registro, perda das anotações ou das transcrições dos registros pelos operadores e encerramento das observações. Entretanto, como há a necessidade de se trabalhar com séries contínuas, essas falhas necessitam ser preenchidas (Fill, 1987 e Bertoni & Tucci, 2007). Para iniciar o estudo hidrológico de uma região faz-se uma análise das séries históricas das estações climatológicas e pluviométricas (Chibana et al, 2005). Segundo Bertoni & Tucci (2007), as análises preliminares a serem efetuadas nas séries históricas consistem no preenchimento de falhas e na verificação da consistência, ou seja, do grau de homogeneidade dos dados disponíveis em uma estação de coleta com relação às observações registradas em estações vizinhas. Segundo Chibana et al (2005) vários métodos podem ser utilizados no preenchimento de falhas de dados, incluindo a utilização de médias de dados observados ou dados sintéticos obtidos de geradores de dados. Fill (1987) e Bertoni & Tucci (2007) apresentam várias metodologias empregadas no preenchimento de falhas e comentam que nenhuma se presta ao preenchimento de falhas diárias, sendo mais recomendadas no preenchimento de falhas mensais ou anuais. Com o objetivo de comparar as metodologias de preenchimento de falhas disponíveis na literatura, empregou-se de séries históricas de precipitações totais anuais com 22 anos contínuos de observações em seis postos de coleta de dados localizadas na região central do estado de Goiás.

Material e Métodos: Para se proceder a análise comparativa das metodologias de preenchimento de falhas, foram selecionadas 6 estações pluviométricas da rede da Agência Nacional de Águas (ANA) localizadas na região central do Estado de Goiás (CCTA-Emgopa, Aragoiânia, Goiânia-Agronomia, Inhumas, Trindade, Goianópolis). As estações estão inseridas na bacia do rio Paraná, na sub-bacia do rio Meia Ponte, tributário do Rio Paranaíba. As distâncias radiais entre as estações variam entre 18,7 e 63,1 km, entre as estações CCTA-Emgopa e Goiânia-Agronomia, e Aragoiânia e Inhumas, respectivamente. Como os anos de observação das estações selecionadas são variáveis, foram selecionados os anos comuns de registros pluviométricos, perfazendo assim as séries de totais anuais com 22 observações. Com o intuito de se verificar a homogeneidade das séries anuais de precipitação pluvial, fez-se a análise de consistência para cada estação isoladamente, empregando-se a metodologia da

dupla massa descrita por Bertoni e Tucci (2007). Para tal, verificou-se a linearidade entre os totais anuais da estação analisada com relação às demais pelo coeficiente de determinação. Para a análise do preenchimento de falhas nas séries dos totais anuais das 6 estações pluviométricas, procedeu-se da seguinte forma: retirou-se individualmente o valor conhecido para cada estação e ano de observação; preencheu-se a falha empregando diferentes metodologias; verificou-se os desvios relativos entre o valor observado e os estimados pelas diferentes metodologias. Os métodos empregados no preenchimento de falhas foram o da ponderação regional (PR), regressões linear (RM) e potencial múltipla (RP), ponderação regional com base em regressões lineares (RS), vetor regional (VR), e as combinações do vetor regional com as demais metodologias. Foram realizadas para cada metodologia empregada, 132 simulações de preenchimento de falhas e avaliados os desvios percentuais entre os valores observados e estimados pelos métodos empregados.

Resultados e Discussão: A Figura 1 apresenta a curva das duplas massas para a estação pluviométrica Goiânia-Agronomia, na qual foi analisada a consistência da série histórica com a média das estações vizinhas. Para todas as estações observou-se uma consistência das séries históricas com um comportamento linear, com os coeficientes de determinação próximos de 1, o que segundo Alves et al (2006) garante uma homogeneidade regional das estações selecionadas. Os modelos lineares simples e múltiplos e o potencial múltiplo para todas as estações apresentaram um bom ajuste com coeficiente de determinação acima de 0,7 conforme recomendação de Pruski et al (2004). De posse dos modelos lineares simples e múltiplos e dos potenciais, procederam-se às análises de preenchimento de falhas, extraindo das séries históricas originais dos totais anuais cada informação em separado. A Figura 2 apresenta para cada estação pluviométrica os desvios relativos médios entre os valores observados e estimados pela diferentes metodologias empregadas no preenchimento de falhas. Analisando os desvios relativos médios entre os valores observados e estimados pelas diferentes metodologias empregadas no preenchimento de falhas, pode-se constatar que para as séries avaliadas, em ordem crescente, os menores desvios relativos foram obtidos pelos seguintes métodos: regressão linear múltipla (RM), vetor regional combinado com a regressão potencial múltipla (VR/RP), ponderação regional (PR), vetor regional combinado com a regressão linear múltipla (VR/RM), vetor regional combinado com a regressão linear simples (VR/RS), regressão potencial múltipla (RP), ponderação regional com base em regressões lineares (RS), vetor regional combinado com a ponderação regional (VR/PR), vetor regional (VR). Pelos resultados obtidos para as estações avaliadas pode-se constatar que algumas metodologias mais simples (RM e PR) apresentaram um melhor desempenho no preenchimento das falhas em relação aos métodos do vetor regional e ponderação regional com base em regressões lineares. Portanto, não se pode afirmar que essas metodologias possam ser empregadas sem uma prévia análise regional de seus desempenhos. Com relação à metodologia do vetor regional, obteve-se uma melhoria nas estimativas do preenchimento das falhas quando se empregou a combinação com os demais métodos. Os menores desvios relativos foram verificados quando se empregou a combinação dos métodos do vetor regional com a regressão potencial múltipla, com valor médio de 0,68%. Os desvios relativos médios entre as combinações VR/RM e VR/RS, de 1,06 e 1,62%, respectivamente, foram praticamente nulos. Esse fato também se verificou quando se comparou os desvios relativos obtidos entre as metodologias da ponderação regional com base em regressões lineares (6,47%) e vetor regional combinado com a ponderação regional (6,94%). O método do vetor regional foi o que apresentou o maior desvio relativo médio (10,35%) quando comparado com as demais metodologias. Tal comportamento se deve ao fato de que, retirando cada valor da série histórica e simulando o valor a ser preenchido, há uma alteração no valor médio para o

ano em questão, alterando, portanto, no vetor regional assumido inicialmente no processo iterativo. A combinação do vetor regional com as outras metodologias tende a amenizar este problema.

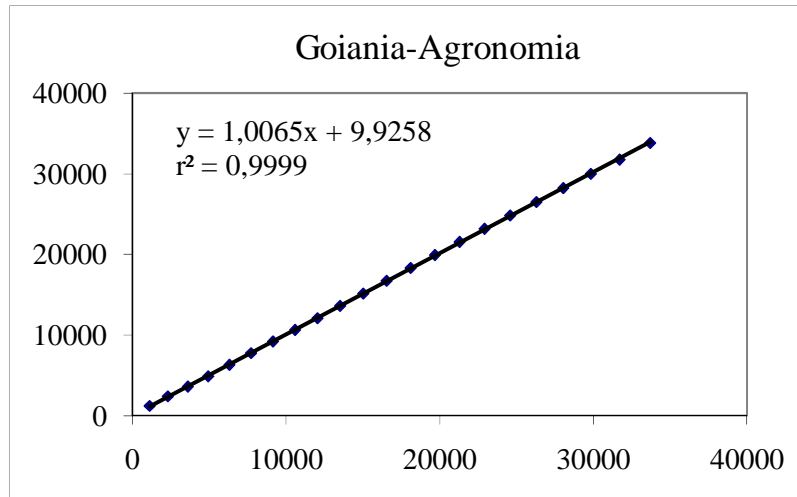


FIGURA 1. Curvas das duplas massas para a verificação da consistência da série históricas da estação Goiânia-Agronomia.

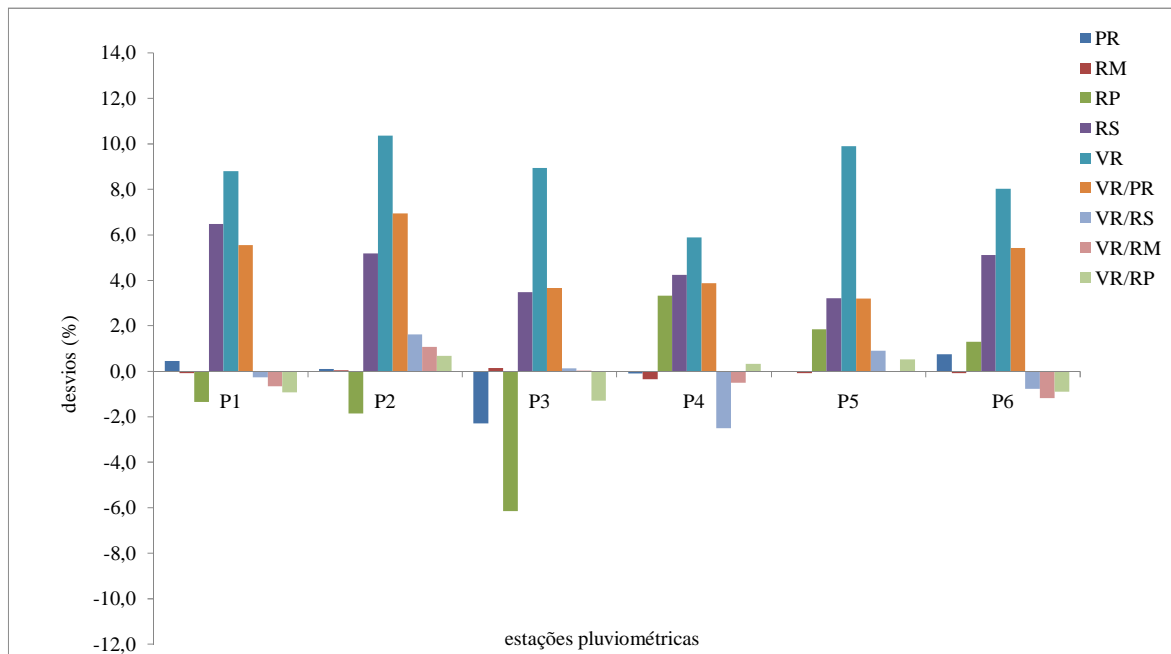


FIGURA 2. Desvios relativos médios entre os valores observados e estimados para as diferentes estações pluviométricas e metodologias empregadas no preenchimento de falhas.

Conclusões: Os menores desvios relativos em ordem crescente foram obtidos pelos métodos da regressão linear múltipla, vetor regional combinado com a regressão potencial múltipla, ponderação regional, vetor regional combinado com a regressão linear múltipla, vetor regional

combinado com a regressão linear múltipla, regressão potencial múltiplo, ponderação regional com base em regressões lineares, vetor regional combinado com a ponderação regional, vetor regional. Houve uma melhora nos resultados obtidos pelo método do vetor regional quando se fez a combinação desta metodologia com as demais.

Referências Bibliográficas

ALVES, A.; KOBAYAMA, M.; SILVA, R. V.; CHECCHIA, T. Análise de dados hidrológicos na região do município de Alfredo Wagner/SC. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul, 1. Curitiba, 2006. Anais...Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2006. CDrom.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. Hidro Web: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2008.

BERTONI J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre, Editora UFRGS, 2007, p.177-241.

CHIBANA, E. Y.; FLUMIGNAN, D.; MOTA, R. G.; VIEIRA, A. S.; FARIA, R. T. Estimativa de falhas em dados meteorológicos. In: Congresso Brasileiro de Agroinformática, 9, Londrina, 2005. Anais...Londrina: SBI-AGRO, 2005. CDrom.

FILL, H. D. Informações hidrológicas. In: BARTH, F. T.; POMPEU, C. T.; FILL, H. D.; TUCCI, C. E. M.; KELMAN, J. BRAGA JÚNIOR, B. P. F. Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel/ABRH, 1987. p.95-202.

PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F.; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Precipitação média anual e vazão específica média de longa duração, na Bacia do São Francisco. Campina Grande, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.2/3, p.247-253, 2004.