

## **Análise de homogeneidade de séries de precipitação**

R.O., CARAM<sup>1</sup>, G.C., SEDIYAMA<sup>2</sup>, C.A., VETTORAZZI<sup>3</sup>

**RESUMO:** O conhecimento da distribuição e das variações da precipitação é importante para o planejamento de recursos hídricos, para estudos hidrológicos e também para diminuir os riscos nas atividades do setor agrícola. Visando identificar séries climatológicas homogêneas, adotou-se a técnica de “resíduos cumulativos” a partir dos dados anuais da Agência Nacional de Águas (ANA) de uma rede de estações meteorológicas da região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais. A partir da identificação das séries homogêneas foi feita a reconstrução através do preenchimento de falhas com dados faltantes. A técnica de “resíduos cumulativos” empregada mostrou-se eficiente para este caso. **PALAVRAS-CHAVE:** análise de homogeneidade, resíduos cumulativos, precipitação.

## **Analysis of the homogeneity of series of the rainfall**

**SUMMARY:** The knowledge of the distribution and variations about rainfall is important for planning of water resources, for hydrological studies and also to reduce the risks in the activities of the agriculture sector. With the main to identifying homogeneous climatically series, used the technique of “cumulative residues” from annual data from the *Agência Nacional das Águas* (ANA) of a network of weather stations of the Central West region of Minas Gerais State. Starting from the identification of homogeneous series was done the reconstruction through filling of gaps with missing values. The "cumulative residues" technique showed to be very efficient for this case. **KEYWORDS:** analysis of the homogeneity, cumulative residues, rainfall.

---

<sup>1</sup> Eng Agrícola e Ambiental, Estudante de Doutorado, USP/Esalq. Av. Pádua Dias 11, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3447-8537. Email: rocaram@esalq.usp.br.

<sup>2</sup> Prof. Titular, Depto de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG.

<sup>3</sup> Prof. Dr., Depto de Engenharia Rural, USP – ESALQ, Piracicaba, SP.

## INTRODUÇÃO

A precipitação é o principal elemento da maioria dos projetos hidrológicos. Os problemas de engenharia relacionados com a hidrologia, em grande maioria, são consequência de chuvas de grande intensidade, e da ausência de chuva em longos períodos de estiagem.

A magnitude de chuvas intensas é de fundamental importância para o planejamento de projetos hidráulicos e o gerenciamento de recursos hídricos em engenharia, além do dimensionamento de estruturas para controle de erosão do solo (CARDOSO et al., 2005).

As principais características da precipitação são seu total, duração e distribuições temporal e espacial. A ocorrência da precipitação é um processo aleatório que não permite previsão determinística com grande antecedência. O tratamento dos dados de precipitação para a grande maioria dos problemas hidrológicos é estatístico.

O conhecimento da distribuição e das variações da precipitação é importante para o planejamento de recursos hídricos para estudos hidrológicos e também para diminuir os riscos nas atividades do setor agrícola. Entretanto, os dados climáticos para serem usados com segurança devem ser estatisticamente homogêneos, pois a não-homogeneidade de uma série temporal conduz a uma interpretação errônea das condições do clima a ser estudado.

A determinação da homogeneidade deve ser feita pela comparação da série temporal de interesse com aquelas estações de referência próximas e altamente correlacionadas. Além disso, implicitamente supõe-se que toda mudança ou flutuação regional do clima experimentada na estação de interesse será verificada também na estação de referência (EASTERLING et al., 1995). Para formar uma série temporal de referência, o critério de homogeneização ou a metodologia de ajuste a ser adotada devem ser incorporados a toda rede de estações, uma vez que a homogeneidade dos dados das estações que contribuem para a série de referência geralmente não pode ser avaliada previamente (PETERSON et al., 1998).

Na literatura estatística, diversos testes são descritos e podem ser aplicados às séries de dados do clima para detectar a não-homogeneidade. Como exemplo, o “run teste” pode ser aplicado em uma série das diferenças ou entre série de razão para o local de teste e uma estação próxima, com um registro homogêneo (ALEXANDERSSON,

1986). Além dessas, existem os Métodos de Resíduos Cumulativos e o de Dupla Massa, em que ambos requerem um conjunto de dados de duas estações climáticas.

Em razão da importância de conhecimentos de dados pluviométricos, o presente trabalho teve por objetivo identificar séries climatológicas homogêneas de séries de precipitação de estações meteorológicas da região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais, e reconstruir, a partir da identificação de séries homogêneas, as séries climatológicas, fazendo-se o preenchimento de falhas de observações de outras estações com dados homogêneos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Neste estudo, adotaram-se os resultados da análise multivariada dos componentes principais apresentados por ASPIAZU et al. (1990), que delimitaram 10 regiões climaticamente homogêneas de Minas Gerais, dentro de uma proposta de zoneamento climático (Figura 1).

Segundo ASPIAZU et al. (1990), Minas Gerais apresenta notável diversificação climática, em virtude de suas dimensões e de sua topografia, conforme a classificação climática de Köppen. A vegetação e o relevo são bem diversificados, além da irregularidade na distribuição das chuvas, com dois períodos marcantes, um chuvoso no verão e o outro seco no inverno (PAIVA, 1997).

Para realização deste estudo, foi escolhida a área I.2, que fica localizada na região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais. Sendo esta região, a que apresenta os maiores índices de precipitação, e, portanto, um grande potencial agrícola.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, as séries de dados diários de precipitação foram obtidas na Agência Nacional de Águas (ANA), num total de 20 estações, sendo 9 localizadas na “área I.2”, e mais 11 localizadas em áreas vizinhas, no Estado de Minas Gerais (Figura 2). Foram considerados 45 anos de dados climáticos para análise de homogeneidade, sendo que 30 anos é o número mínimo que a Food and Agricultural Organization (FAO) preconiza.

Todas as estações foram avaliadas quanto à sua homogeneidade, utilizando-se o teste de homogeneidade do “método dos resíduos cumulativos”, como descrito em SEDIYAMA (2005), considerando uma probabilidade de  $p = 0,80$  para aceitar a hipótese de homogeneidade.

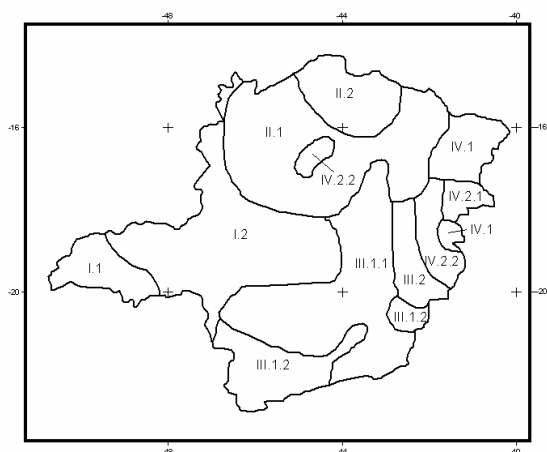


Figura 1 - Regiões climaticamente homogêneas do Estado de Minas Gerais de acordo com ASPIAZU et al. (1990).

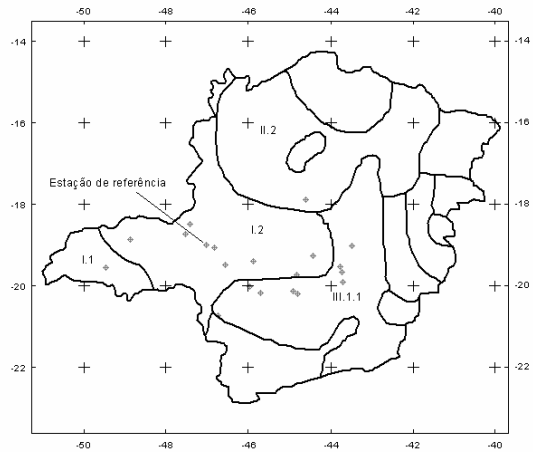


Figura 2 – Estações utilizadas no estudo para análise de homogeneidade do Estado de Minas Gerais.

O Método de Resíduos Cumulativos foi aplicado para verificar a homogeneidade entre duas estações, em que as séries de dados são de mesmo tamanho. Para o teste de homogeneidade, primeiramente uma série de referência foi escolhida (indicada na Figura 2), e a partir desta outras séries foram escolhidas para realização do teste, com base nas características climáticas semelhantes entre as estações, assim como a altitude da estação e também a distância entre as estações. Devido ao tamanho e ao número de falhas apresentadas na série, o teste foi realizado em períodos menores, entre 10 e 20 anos.

Após definidas as estações homogêneas para cada região climática, foi feita a reconstrução das séries consideradas homogêneas, por meio do método de regressão linear simples. As equações de regressão linear simples foram definidas no teste de homogeneidade, para cada análise entre a série de referência e a outra estação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região I.2 teve a estação 1846001 como série de referência, localizada na cidade Carmo do Paranaíba. A série de referência foi completada, já que a mesma apresentou falhas em seis anos, utilizando a série 1847003 da mesma região, para depois de reconstruída ser utilizada para a reconstrução das outras séries. Na Tabela 1 estão apresentadas as estações homogêneas encontradas para a região I.2 e as equações de regressão linear definidas para fazer a reconstrução das séries.

Tabela 1 – Estações homogêneas verificadas para a região I.2, período de análise, equação de regressão linear definida e coeficiente de determinação

Estação	Município	Período de Análise	Equação de Regressão	$r^2$
1847003	Abadia dos Dourados	1954-1962	$y = 0,6105 x + 346,4$	0,8083
1944011	Onça de Pitangui	1975-1987	$y = 0,8343 x + 165,86$	0,6065
1945002	Serra da Saudade	1991-2000	$y = 0,5123 x + 911,5$	0,4356
1946004*	Ibiá	1964-1983	$y = 0,89 x + 203,09$	0,7028
1946005*	Patrocínio	1975-1987	$y = 0,865 x + 300,62$	0,7597
2046001**(**)	Itaú de Minas	1967-1986	$y = 0,9499 x + 43,433$	0,7043

\* Não foi necessária a aplicação do Método de Resíduos Cumulativos.

\*\* Estação pertencente à região III.1.1.

x e y expressam a precipitação anual em mm.

A estação 1945002 apresentou o menor  $r^2$  (0,4356), devido ao maior número de falhas existentes na série, o que dificultou a reconstrução desta série.

A Figura 3a e 3b apresentam os dados observados e reconstruídos, das séries climatológicas homogêneas de precipitação, obtidos para a estação 1847003 que apresentou o maior  $r^2$  (0,8083) e para estação 1944011 que apresentou o segundo menor  $r^2$  (0,6065), respectivamente.

Podemos observar que, para ambas as estações os dados reconstruídos não se diferenciaram muito dos dados observados.

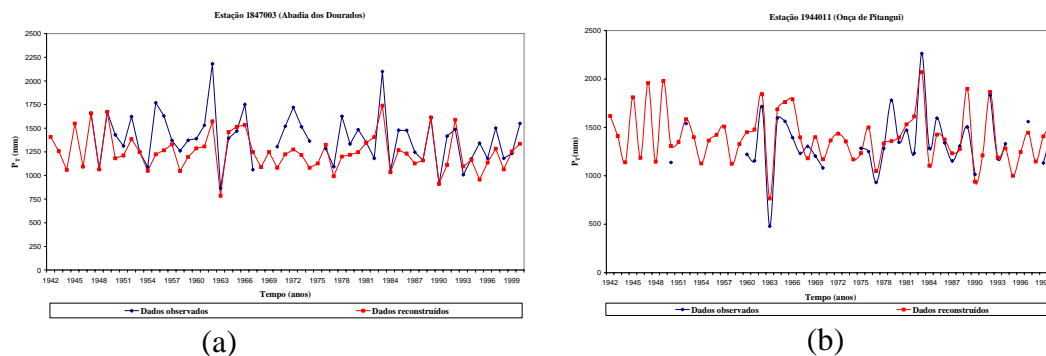


Figura 3 – Dados observados e reconstruídos para as séries climatológicas homogêneas de precipitação das estações: 1847003 (a) e 1944011 (b).

A análise de homogeneidade e posteriormente a reconstrução das séries para o presente estudo foi realizada para dados anuais de precipitação, e de uma maneira geral, mostrou-se satisfatória. Entretanto, uma análise de homogeneidade mais detalhada, utilizando séries de precipitação mensais, poderia apresentar melhores resultados devido ao número de falhas existentes, além de ser mais indicada para fins agrícolas.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, conclui-se que a técnica de “resíduos cumulativos” empregada para identificação de séries climatológicas homogêneas de precipitação anual de estações meteorológicas da região Centro-Oeste do Estado de Minas Gerais, mostrou-se satisfatória.

## REFERÊNCIAS

ALEXANDERSSON, H. A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal Climate*, v.6, p.661-675, 1986.

ASPIAZU, C.; RIBEIRO, G.A.; VIANELLO, R.L. Análise dos componentes principais aplicado na classificação climática do Estado de Minas Gerais. Teste metodológico. *Revista Árvore*, Viçosa, v.14, n.1, p.1-15, 1990.

CARDOSO, C.O.; SOCOOL, O.J.; ULLMANN, M.N. Relações intensidade-duração-frequência de chuvas intensas a partir da desagregação de chuvas diárias para Lages, SC. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 14., 2005, Campinas. Anais... Campinas, SP, 2005.

EASTERLING, D.R.; PETERSON, T.C. A new method for detecting and adjusting for undocumented discontinuities in climatological time series. *Int. Journal Climatol.*, v. 15, p. 369-377, 1995.

PAIVA, C.M. Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranicos na Bacia do Rio Doce. Viçosa, MG: UFV, 1997. 65p. Dissertação (Mestrado)

PETERSON, T.C.; EASTERLING, D.R.; KARL, T.R.; GROISMAN, P.; NICHOLLS, N.; PLUMMER, N.; TOROK, S.; AUER, I.; BOEHM, R.; GULLETT, D.; VINCENT, L.; HEINO, R.; TUOMENVIRTA, H.; MESTRE, O.; SZENTIMREY, T.; SALINGER, J.; FØRLAND, E.J.; HANSSEN-BAUER, I.; ALEXANDERSSON, H.; JONES, P.; PARKER, D. Homogeneity adjustments of in situ atmospheric climate data: a review. *Int. Journal of Climatology*, v. 18, p. 1493-1517, 1998.

SEDIYAMA, G.C. Métodos quantitativos em climatologia. Viçosa, MG: UFV, 2005. (Notas de aulas).