



CONTROLE DE QUALIDADE DE SÉRIES MENSAS DE PRECIPITAÇÃO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

CAMILA C. DA CRUZ^{1,5}, TAMÍRES P. CORREIA¹, RAÍZA S. PRECINOTO¹, ALLANA DE O. LIMA¹, SÉRGIO M. S. DA CRUZ³, EDNALDO O. SANTOS², GUSTAVO B. LYRA²

¹ Discente de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica – RJ, Fone: (0 xx 21) 2682-1128
⁵ caetanocruz01@gmail.com

² Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica - RJ

³ Químico, Prof. Adjunto, Prof. Adjunto, Depto. Matemática, Instituto de Ciências Exatas, UFRRJ, Seropédica, RJ

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

RESUMO: Estudos que relacionem a dinâmica dos fenômenos climáticos e dos sistemas meteorológicos com a variabilidade das precipitações auxiliam no projeto e na tomada de decisão em diversas áreas aplicadas. Nesses estudos são fundamentais séries climáticas de precipitação com qualidade e homogêneas, no tempo e espaço. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de séries de precipitação do estado do Rio de Janeiro com auxílio de análise de agrupamento. Utilizaram-se séries mensais de longo tempo (≥ 20 anos) de precipitação com início a partir de 1960 até 2009, de um total de 75 estações localizadas no estado do Rio de Janeiro. Aplicou-se a análise de agrupamento (método de Ward com distância euclidiana ao quadrado) para identificar estações com precipitação homogênea. Após o controle de qualidade, das 36 estações inicialmente com coeficiente de determinação (R^2) acima de 0,7, o número aumentou para 50 estações.

PALAVRA-CHAVE: Análise de agrupamento, dados contínuos, SIG.

QUALITY CONTROL OF MONTHLY SERIES OF RAINFALL IN THE RIO DE JANEIRO STATE

ABSTRACT: Studies that relate the dynamics of climatic and weather systems with the variability of rainfall assist in the design and decision making in various applied fields. In these studies, quality and homogeneity (time and space) of the rainfall series are fundamental. The objective of this study was to evaluate the quality of rainfall series in the Rio de Janeiro state with the aid of cluster analysis. We used monthly series (≥ 20 years) with onset of rainfall from 1960 to 2009, a total of 75 stations located in the Rio de Janeiro state. Applied to cluster analysis (Ward's method with Euclidean distance squared) to identify homogeneous precipitation stations. After quality control, the 36 stations initially with coefficient of determination (r^2) above 0.7, the number increased to 50 stations.





KEYWORDS: Cluster analysis, continuous data, GIS.

INTRODUÇÃO

Estudos de padrões e tendências climáticas e de sistemas meteorológicos permitem caracterizar as causas de mudanças significativas no ambiente, que podem representar risco ao ser humano e ao equilíbrio de ecossistemas. Os resultados desses estudos são diretamente dependentes da disponibilidade de séries de precipitação, da qualidade das séries e da distribuição espacial das observações (COSTA, 2009). Para maior controle na aquisição das informações meteorológicas quantitativa e qualitativamente, a Organização Meteorológica Mundial (OMM) padronizou as chamadas observações meteorológicas de superfície. Tal padronização incluiu o tipo de equipamento, calibração, aferição, manuseios e também os horários das observações, as correções, estimativas e outros (VIANELO e ALVES, 2000). No entanto, esses padrões só são aplicados adequadamente quando existem disponibilidade de recursos financeiros e profissionais capacitados, caso contrário, a qualidade e a confiabilidade das operações meteorológicas podem ser comprometidas. Assim, a necessidade de efetivo controle de qualidade é comprovada por qualquer experiência em processamento de dados meteorológicos observacionais. Os dados podem ainda ser parcialmente afetados por digitação ou erros de codificação e outras modificações, que ocorrem entre a sua observação até o seu registro final (SOUZA e GALVANI, 2004). Esses erros podem ter influência relevante sobre os resultados de diversos estudos relacionados à área de meteorologia e climatologia. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar e melhorar a qualidade de séries de precipitação localizadas no estado do Rio de Janeiro com auxílio de análise de agrupamento e de modelos de regressão linear simples.

MATERIAL E MÉTODOS

A região de estudo foi o estado do Rio de Janeiro, situado a leste da região Sudeste, entre as latitudes 20° 45' 54 e 23° 21' 57" S e as longitudes 40° 57' 59" e 44° 53' 18" W. As séries climáticas de precipitação pluvial na região de estudo foram adquiridas no banco de dados da Agência Nacional de Águas - ANA, com auxílio do sistema HIDROWEB (<http://hidroweb.ana.gov.br>). Entre as séries disponíveis, selecionaram-se apenas aquelas com tamanho igual ou superior a 20 anos e início a partir de 1960 até 2009, o que totalizou 75 estações no estado do Rio de Janeiro.

Análises exploratórias (*box-plot* mensais) das séries mensais das 75 estações foram realizadas com auxílio do programa estatístico InStat Climatic +3.36 STERN *et al.*, 2005). Essas análises permitiram identificar *outliers* mensais, além da média e mediana, desvio padrão, valores extremos e os intervalos interquartis. Os *outliers* e os valores entre os intervalos interquartis e os valores extremos de chuva de cada mês e estação foram posteriormente comparados com a tendência média da precipitação de estações com padrões de precipitações homogêneas, similar a estação em análise.

Para a identificação das estações com precipitações homogêneas aplicou-se a técnica de análise de agrupamento - AA (*Cluster*), que é um método usual de análise estatística





multivariada (LYRA et al., 2006). Na AA utilizou-se o método hierárquico aglomerativo de *Ward*, tendo medida de dissimilaridade a distância euclidiana ao quadrado. Definidos os grupos de estações com precipitações homogêneas, foi gerada uma matriz de correlação das precipitações mensais das estações de cada grupo. Para cada estação foram identificadas entre três e cinco outras estações do mesmo grupo e que apresentaram o coeficiente de correlação de Pearson (r) acima de 0,7, sendo escolhidas preferencialmente aquelas que apresentaram r o mais próximo possível de 1,0. Os valores médios das observações (X_i) das precipitações das estações com essas características foram considerados como representativos da tendência climática e, comparados com as observações (Y_i) da estação na qual se avaliou a qualidade da série. Nas comparações, utilizou-se a regressão linear simples ($Y_i = a + b X_i$) entre a estação em análise da qualidade dos dados e as médias das estações selecionadas pela AA e o coeficiente de correlação. Essa metodologia foi fundamental para realizar o controle de qualidade dos dados, pois além dos *outliers*, os limites superiores e inferiores e os valores nulos de precipitação, para identificar os dados suspeitos, foram comparados também às séries dessas estações. Os valores de chuva mensal identificados anteriormente como suspeitos, assim como os valores nulos mensais, que se afastaram mais ou menos 75% da tendência das estações homogêneas foram considerados dados espúrios e retirados da série.

Com o auxílio do GRASS (*Geographical Resources Analysis Support System*) (GRASS, 2012), que é um Sistema de Informações Geográficas - SIG interativo, foram gerados mapas com a distribuição das estações para facilitar a visualização e interpretações dos resultados, e os mapas anamórficos com o coeficiente de correlação (r^2) dos dados foram gerados no aplicativo Quantum GIS 1.8.0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da análise de agrupamento, as 75 estações formaram sete grupos de precipitações homogêneas. A maioria dos grupos, as estações estavam localizadas na mesma mesorregião (Figura 1). As estações do grupo 1 se localizaram na sua maior parte no interior do continente, nas regiões a sotavento da Serra do Mar das mesorregiões Noroeste, Sul (próximo da divisa com Minas Gerais) e na região Serrana. As estações do grupo 2 se localizaram na região Sul Fluminense, no interior do continente e na divisa com as mesorregiões Centro, Norte e Nordeste, na sua maioria a sotavento da Serra do Mar ou na Serra da Mantiqueira. Os grupos 5 e 6 são formados por estações localizadas em altitude, a barlavento da Serra do Mar, nas mesorregiões Sul e nas divisas das mesorregiões Metropolitana, Centro, Norte e Nordeste e o grupo 7 as estações estão localizadas no centro fluminense e na mesorregião serrana.



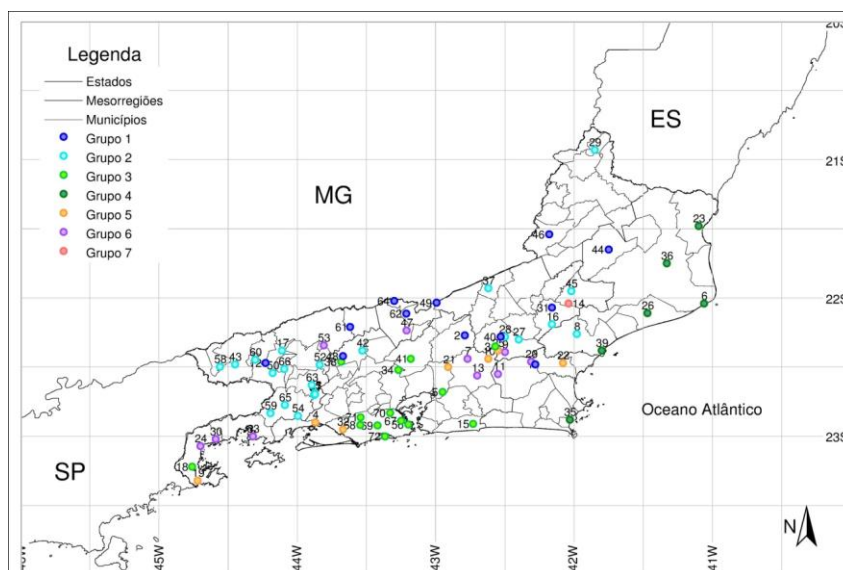


Figura 1 – Mapa do estado do Rio de Janeiro com ênfase na distribuição das estações pluviométricas selecionadas.

Os valores fora dos limites da tendência foram identificados e retirados da série, sendo novamente realizado o a análise de regressão as séries para se avaliar o coeficiente de determinação (R^2) e o coeficiente angular. Das 36 estações que originalmente apresentaram R^2 entre sua série mensal de precipitação e a tendência das estações com precipitações homogêneas acima de 0,7, após o processo de controle de qualidade, esse número aumentou para 50 estações. O valor de 0,7 foi considerado como limite, baseado nas sugestões de Allen et al. (1998), que consideraram séries aptas a análise de homogeneidade e preenchimento de falhas com regressão linear apenas estações nas quais suas séries de precipitação apresentem relação linear com a série de outra estação ou com a série obtida pela média das precipitações de outras estações superior ou igual a 0,7.

No grupo 1 de estações com precipitações homogêneas, todas as estações apresentaram r^2 acima de 0,7 após o controle de qualidade, com valor máximo de 0,92 na estação Usina de Paraibuna. No grupo 1 todos os valores da inclinação também foram no intervalo considerado ideal ($0,7 < b < 1,3$) (Allen et al., 1998). No grupo 2, houve aumento significativo no r^2 das estações, que antes do controle apresentavam também r^2 acima de 0,7. As demais estações, representando aproximadamente 32%, apesar de apresentarem aumento nos seus r^2 , esse aumento não foi o suficiente para atingir o valor ideal. No grupo 3, o aumento do r^2 após o tratamento também foi significativo, de 42% das estações com r^2 abaixo de 0,7, esse número diminuiu para 14%. No grupo 4, todas as estações após o controle de qualidade atingiram os valores ideais dos parâmetros estatísticos avaliados (r^2 e b). No grupo 5, apesar da melhora dos parâmetros avaliados, nenhuma estação conseguiu atingir o r^2 igual ou maior que 0,7. No grupo 6 observou-se que 50% das estações estavam com r^2 acima de 0,7; após o controle esse número aumento para 80%. Para o grupo 7, o controle não conseguiu ser eficaz, devido à baixa correlação inicial entre as quatro estações deste grupo.

As Figuras 2 e 3 mostram o coeficiente de correlação das estações antes e depois de se realizar os procedimentos do controle de qualidade dos dados das series pluviométricas. A partir da análise dos mapas verificou-se melhora significativa das estações localizadas ao

norte do estado, que devido à pouca densidade de estações, dificulta-se o controle de qualidade dos dados.

Na mesorregião metropolitana, o controle de qualidade também foi expressivo. Os mapas ainda conseguiram evidenciar a diferença do controle de qualidade para as estações próximas ao litoral e as localizadas no interior do estado, sendo que o controle foi mais eficaz para estações do interior, que também apresentam maior densidade de estações pluviométricas.

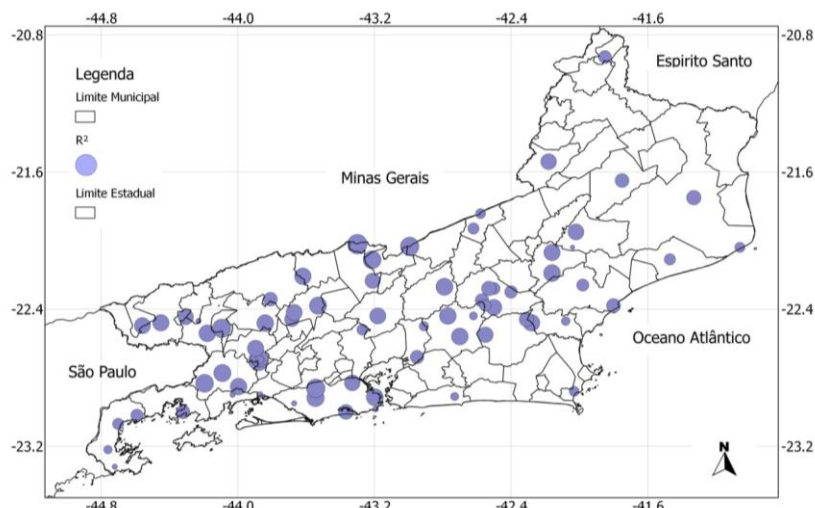


Figura 2 - Mapa Anamórfico com os coeficientes de correlação (R^2) antes do Controle de Qualidade dos dados

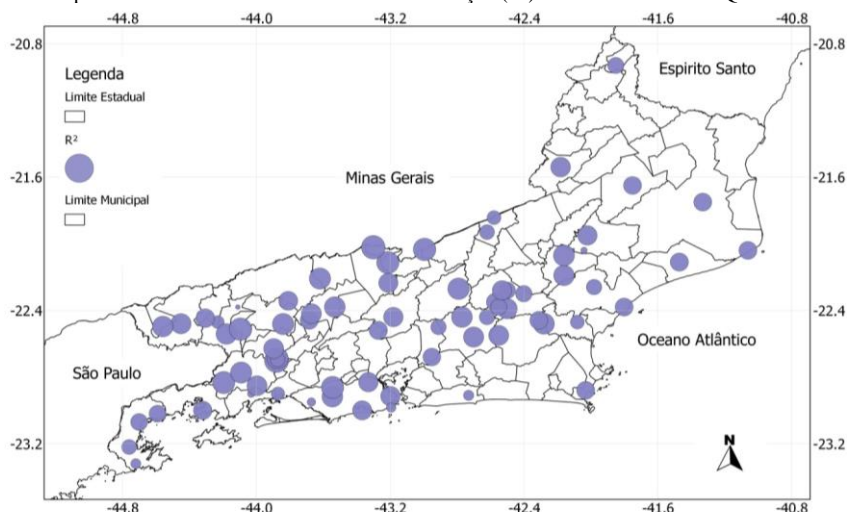


Figura 3: Mapa Anamórfico com os coeficientes de correlação (R^2) depois do Controle de Qualidade dos dados

CONCLUSÕES

A análise de agrupamento mostra-se uma técnica com potencial para auxiliar em avaliações de controle de qualidade de séries de precipitação. O controle de qualidade dos dados, para todas as estações em estudo, se mostrou eficaz.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COSTA, C.D. **Variabilidade interanual da precipitação pluvial mensal no estado do Rio de Janeiro**. Monografia (Engenharia Florestal), Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ, 2009, 42 p.

GRASS - Geographic Resources Analysis Support System. GRASS 6.5 manual pages. Disponível em <<http://grass.osgeo.org>> Acesso em: 3 de junho de 2012.

LYRA, G.B.; GARCIA, B.I.L.; PIEDADE, S.M. S.; SEDIYAMA, G.C.; SENTELHAS, P.C. Regiões homogêneas e funções de distribuição de probabilidade da precipitação pluvial no Estado de Táchira, Venezuela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 202-215, 2006.

SOUZA, I.A; GALVANI, E. **diagnóstico da rede de estação meteorológica no estado do Paraná, 1889 a 2003**. VI SBCG - Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Aracaju-SE.

STERN, H; HOEDT,G; ERNST, J. Objective Classification of Australian Climates. Australia: Bureau of Meteorology 2005. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/climate/environ/other/koppen_explain.shtml> Acesso em: 28 de Jan. 2013.

VIANELLO, R. L; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1991. p. 277-289.

