

COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS DE CHUVA OBSERVADOS EM PLUVIÔMETROS AUTOMÁTICOS E CONVENCIONAIS: ESTUDO PARA OS EVENTOS OCORRIDOS NA SUB-BACIA 45 ENTRE NOVEMBRO/2010 E DEZEMBRO/2011

Gastão Guimarães Neto¹; Miguel Cidreira²; Lêmia Ribeiro³ & Osvalcélio Furtunato⁴

Resumo – O artigo tem como objetivo analisar a variabilidade das precipitações pluviométricas, através da comparação entre medições de pluviômetros automáticos e convencionais. Foram realizadas medições em dez estações de monitoramento da sub-bacia 45 do Rio São Francisco, no período de novembro/2010 a dezembro/2011. Os resultados obtidos mostraram que no melhor desempenho do pluviômetro automático em relação ao convencional, a distribuição residual apresenta desvios concentrados em amplitudes que variaram de 10% a -10%, indicando a necessidade da avaliação dos equipamentos utilizados na coleta de dados, bem como de uma constante capacitação do pessoal envolvido no monitoramento.

Palavras-Chave – chuva, pluviômetro, variação.

COMPARISON BETWEEN DATA OF RAIN OBSERVED BY PLUVIOMETER AUTOMATIC AND CONVENTIONAL: STUDY FOR THE EVENTS IN SUB-BASIN 45 BETWEEN NOVEMBER 2010 AND DECEMBER 2011

Abstract – The article examines the variability of rain, by comparing measurements from automatic and conventional pluviometers. Measurements were performed in ten monitoring stations of the sub-basin 45 of the São Francisco River, between November 2010 and December 2011. The results showed that in the best performance of automatic pluviometer compared to conventional pluviometer, the residual distribution presents deviations concentrated in amplitudes ranging from 10% to -10%, indicating the need to check the equipments used in data collection, as well the training of the staff involved in monitoring.

Keywords – rain, pluviometer, variation.

¹ Pesquisador em Geociências – CPRM / SGB; Av. Ulysses Guimarães, 2862, CAB, Salvador/BA. CEP: 41213 - 000. Tel: (71) 2101-7331 gastão.guimaraes@cprm.gov.br

² Pesquisador em Geociências – CPRM / SGB; Av. Ulysses Guimarães, 2862, CAB, Salvador/BA. CEP: 41213 - 000. Tel: (71) 2101-7331 miguel.cidreira@cprm.gov.br

³ Estagiária da CPRM/SGB; Av. Ulysses Guimarães, 2862, CAB, Salvador/BA. CEP: 41213 - 000. Tel: (71) 2101-7367 lemiaribeiro@gmail.com

⁴ Pesquisador em Geociências – CPRM / SGB. Av. Ulysses Guimarães, 2862, CAB, Salvador/BA. CEP: 41213 - 000. Tel: (71) 2101-7367 osvalcelio.furtunato@cprm.gov.br

INTRODUÇÃO

Segundo Naghettini e Pinto (2007), a humanidade, desde seus primórdios, sempre se interessou em observar o comportamento das variáveis hidrológicas. É consenso na comunidade científica e sociedade civil que as condições de tempo e clima em escala regional (precipitação, vento, temperatura, umidade, etc) exercem influências diretas em praticamente todas as atividades econômicas, como aquelas ligadas à agricultura, recursos hídricos, geração e distribuição de energia elétrica, indústria, planejamento urbano, construção civil, etc., levando à necessidade de se obter o conhecimento sobre o comportamento e variabilidade das diversas variáveis que definem a composição ou caracterização climática de uma determinada região

Os parâmetros hidrológicos são obtidos por meios de observações diárias, medições e coletas realizadas nas estações ou postos hidrométricos que podem ser instalados isoladamente para cumprir especificamente a um determinado interesse ou instalados formando uma rede hidrológica.

A pouca quantidade de dados hidrológicos nas bacias hidrográficas no Nordeste do Brasil constituem um grave problema na realização de estudos sobre os recursos hídricos e naturais nessa região. Nos últimos anos, num esforço que parte do reconhecimento da necessidade de avanço no nível de conhecimento dos processos hídricos numa região que apresenta sérias limitações na disponibilidade da água, os processos hidrológicos na região nordestina têm sido objeto de investigação. Fontes *et al.* (2007).

Na região Nordeste, onde as chuvas são muito frequentemente de tipo convectivo, a variabilidade espacial das precipitações é muito elevada. Essa irregularidade e a deficiência do índice pluviométrico dessa região podem ser explicadas pela localização dessa região quando analisada a circulação atmosférica das massas de ar e o relevo, pois se apresenta como ponto de encontro das massas de ar, que têm sua ação parcialmente neutralizada pelas barreiras orográficas e perda de unidade no seu deslocamento. Quadros (2002).

O fenômeno precipitação constitui um fator importante para os processos de escoamento superficial direto, infiltração, evaporação, transpiração, recarga de aquíferos, vazão de bacias dos rios entre outros, sendo o total precipitado um dado básico e indispensável no estudo do ciclo hidrológico. A importância do conhecimento das características da precipitação em uma bacia hidrográfica, e sua variabilidade temporal e espacial, sempre esteve associada à geração de estudos hidrológicos que subsidiem projetos de obras hidráulicas, e, após o advento da Política Nacional dos Recursos Hídricos, que ofereçam suporte técnico aos instrumentos dos sistemas de planejamento e gestão dos recursos hídricos. Contudo, devido a um cenário cada vez mais frequente de tragédias relacionadas a eventos extremos, e o desenvolvimento de sistemas de alertas cada vez mais precisos, o estudo da variabilidade espaço-temporal da precipitação se torna ainda mais imprescindível. Mine (2006).

A estimativa da precipitação numa bacia hidrográfica é um dos principais problemas que se do apresentam em hidrologia. Trata-se, na prática, do problema de passagem de uma informação pontual, dada por observações em postos pluviométricos situados em pontos isolados, para valores sobre a área da bacia, obtendo-se assim o que se denomina “média espacial” da precipitação. Esta média espacial é usada como dado de entrada nos modelos hidrológicos chuva-vazão, para dimensionamento de obras hidráulicas. Amaral *et al.* (2004).

As grandezas que caracterizam as precipitações são a *altura pluviométrica*, a *intensidade*, a *duração* e a *frequência* da precipitação. Para o estudo pluviométrico é necessária a disponibilidade de dados em diversos pontos da região em estudo, para se determinar valores característicos que

representem o seu comportamento e a utilização de metodologias apropriadas que consigam detectar e descrever a espacialização da ocorrência da precipitação. Silva et al. (2003).

A altura pluviométrica é a medida da altura da lâmina de água de chuva acumulada sobre uma superfície plana, horizontal e impermeável. Esta altura é, normalmente, expressa em milímetros e determinada pelo uso de aparelhos denominados pluviômetros. Sendo que esses aparelhos podem ser do tipo convencional ou automáticos (Figura 1). Nos pluviômetros convencionais, as medidas realizadas são periódicas, feitas em geral em intervalos de 24 horas, às 7 horas da manhã mais comumente. Já para os aparelhos automáticos esses registros podem ser feitos na escala de minutos.



Figura 1 – Pluviômetros: Automático (A) e Convencional (B).

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A sub-bacia 45 possui uma área de 35.230 km² e está localizada entre os paralelos 13°00'S e 46°00'W (Figura 2).

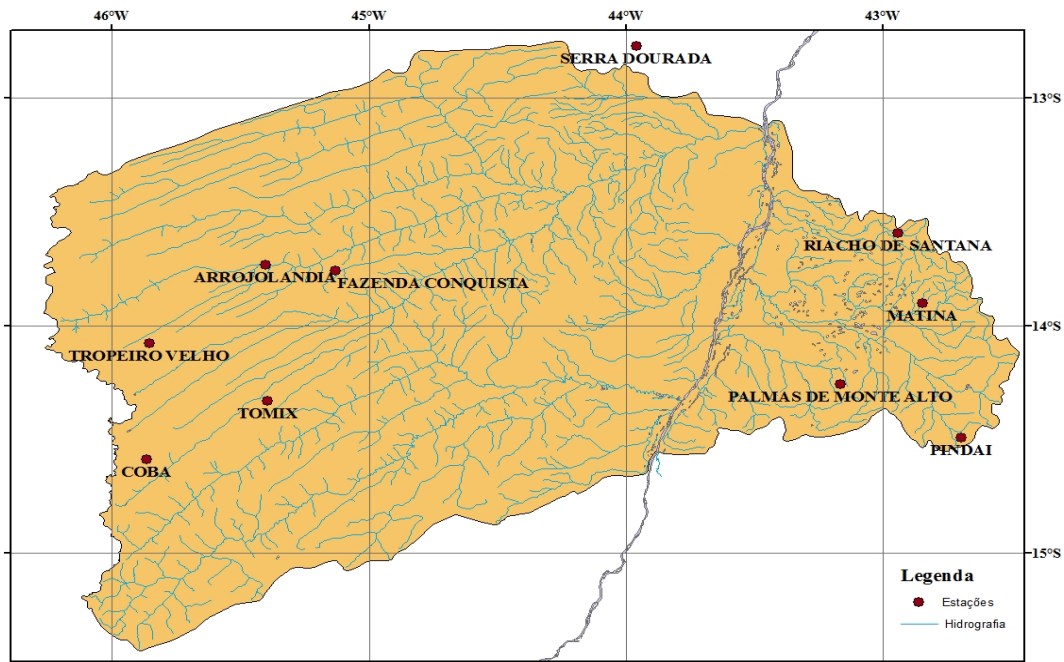


Figura 2 – Localização das estações pluviométricas na área de estudo.

O Araújo e Rodrigues (2000) definiram regiões características para o estado da Bahia, de acordo com os principais períodos de ocorrência de precipitação e os sistemas meteorológicos associados, e baseados na análise feitas por Braga et al. (1998), que utilizaram o método de agrupamento propostos por Ward (1963). Foram definidas oito regiões características para o estado: Oeste, São Francisco, Norte, Chapada Diamantina, Sudoeste, Sul, Recôncavo e Nordeste, sendo que a sub- bacia 45 apresenta áreas na região Oeste e também áreas significativas na região do São Francisco, conforme apresentado na Figura 3.

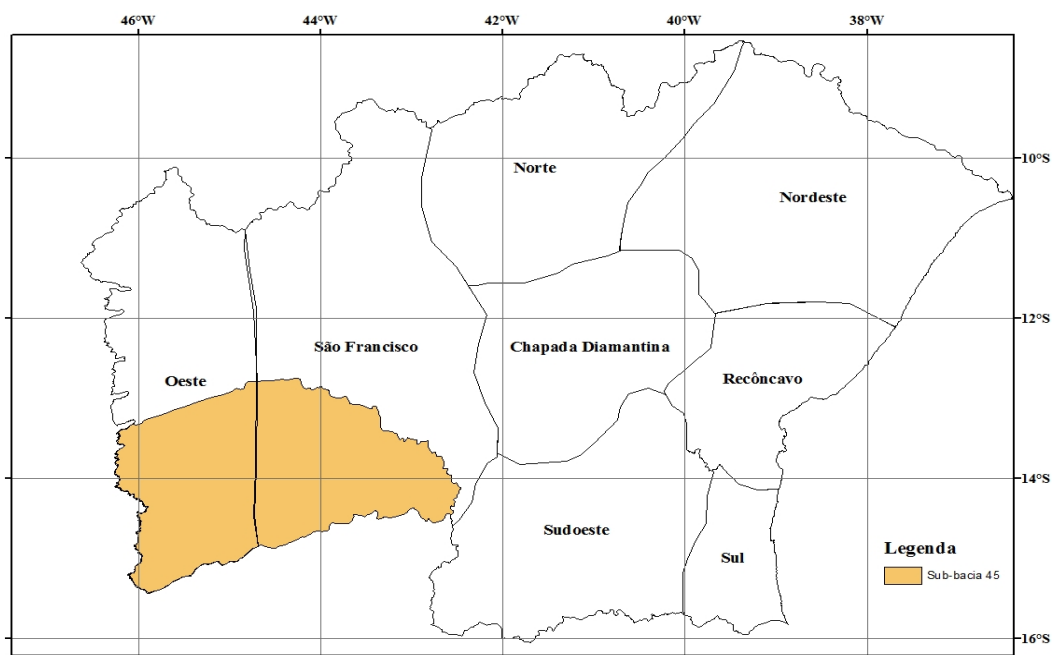


Figura 3 - Localização da sub-bacia 45 na proposta de divisão do estado da Bahia para efeito de previsão de tempo e clima realizada por Araujo e Rodrigues (2000).

Segundo Araujo e Rodrigues (2000), nas regiões São Francisco, Sudoeste e Chapada Diamantina o período de maior ocorrência de chuvas é de novembro a março, com máximo em dezembro. Sendo o principal mecanismo formador das chuvas nesse período o avanço dos sistemas frontais para a Região Nordeste do Brasil e sua interação com a convecção da Amazônia.

Dados Utilizados

Foram utilizados os dados brutos de chuva observados em 10 estações pluviométricas (Figura 2) no período compreendido entre os meses de novembro de 2010 a dezembro de 2011.

Métodos

Foi realizada uma análise estatística dos dados coletados com o objetivo de avaliar a variação dos dados observados, calculados os parâmetros descritivos: média e desvio padrão, utilizando o programa STATISTICA[®] (StatSoft Inc., 2001).

Para avaliar o desempenho dos pluviômetros automáticos em relação aos convencionais utilizou-se o erro padrão da estimativa (SEE), o qual mede a dispersão dos valores observados ao redor da reta de regressão, definido pela equação:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}}$$

Sendo: SEE erro padrão da estimativa; y_i a chuva medida no pluviômetro convencional e \hat{y}_i a chuva medida no pluviômetro automático.

Outra possibilidade de avaliar o desempenho dos aparelhos é a distribuição gráfica dos resíduos, a qual possibilita a visualização da distribuição dos desvios dos valores observados pelos pluviômetros. Sendo esta expressa por:

$$DGR\% = \left[\frac{(y_i - \hat{y}_i)}{y_i} \right] \cdot 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 4 são apresentadas as distribuições gráficas dos resíduos de cada estação pluviométrica, em relação às precipitações observadas no período referenciado.

A Tabela 1 apresenta o resultado da análise da Estatística das medições pluviométricas realizadas entre novembro/2010 e dezembro/2011. Em cada uma das estações foram utilizados os dados dos pluviômetros automáticos e convencionais, permitindo obter os valores da média, desvio padrão e erro padrão da estimativa.

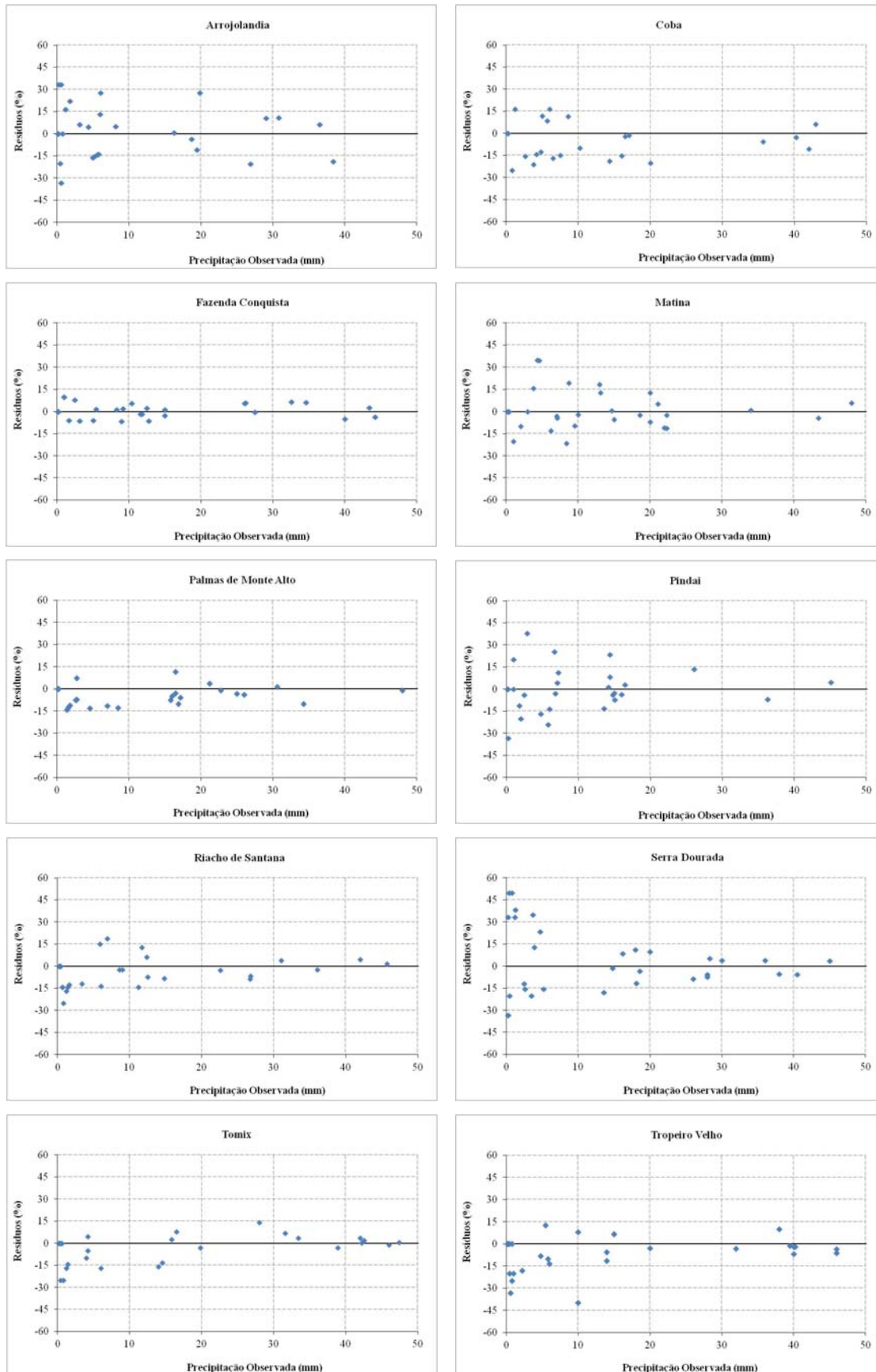


Figura 4 – Distribuição gráfica dos resíduos (%) para as estações analisadas

Tabela 1 - Resumo da estatística descritiva dos dados para o período analisado

Nome da Estação	Média de Chuva (mm)		Desvio Padrão (mm)		SEE (mm)
	Convencional	Automático	Convencional	Automático	
Arrojolandia	7,6	9,1	14,6	13,6	0,73
Coba	4,6	8,7	8,9	13,0	0,93
Fazenda Conquista	11,6	11,0	19,1	16,4	0,64
Matina	12,2	10,5	27,3	24,1	0,71
Palmas de Monte Alto	7,1	7,7	11,6	9,6	0,68
Pindai	9,0	9,8	21,8	19,3	0,70
Riacho de Santana	11,1	9,2	16,3	12,8	0,67
Serra Dourada	5,7	12,1	16,0	18,3	0,99
Tomix	11,6	14,4	27,4	19,8	0,81
Tropeiro Velho	11,6	6,3	17,1	9,1	0,95

A partir dos resultados obtidos (Tabela 1 e Figura 4), verifica-se que a estação Fazenda Conquista foi a que teve o melhor desempenho do pluviômetro automático em relação ao convencional. Observa-se que a distribuição residual (Figura 4), da estação Serra Dourada é a que apresenta uma pior distribuição com os maiores desvios.

Verifica-se que para as estações Coba, Fazenda Conquista, Palmas de Monte Alto, Riacho de Santana e Tomix, a distribuição residual é mais uniforme e apresenta seus desvios concentrados em amplitudes que variaram de 30% a -30%. Sendo, os menores desvios observados para os dados da estação Fazenda Conquista.

Os erros de leitura nos aparelhos convencionais e a falta de manutenção periódica nos automáticos podem ser apontados como possíveis causas das discrepâncias observadas nos dados das estações avaliadas

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados pluviométricos obtidos demonstram uma distribuição residual com desvios na faixa de 10% a -10% no melhor caso, e desvios na faixa 30% a -30% em metade das estações avaliadas, indicando um afastamento entre as medições dos pluviômetros automáticos e convencionais. Estes resultados denotam a necessidade da avaliação dos equipamentos utilizados na coleta dos dados, bem como de uma constante capacitação do pessoal envolvido no monitoramento.

A falta de mão de obra qualificada e a inadequação de alguns equipamentos disponibilizados no mercado nacional são apontados, pelos responsáveis pelo monitoramento desses dados, como problemas cruciais no desempenho das atividades dos mesmos.

Faz-se necessário, para melhor desempenho das atividades, de oportunidade de testes que investiguem experimentalmente e, sobretudo concorra com sugestões de aperfeiçoamento da tecnologia a ser usada no monitoramento.

Assim, defende-se vez mais a criação de áreas experimentais (Bacias Escolas), para o fortalecimento do conhecimento atual e a realização de experimentos internos buscando aprimorar as técnicas utilizadas e repassar esse conhecimento adquirido para a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, I. R.; GRIPP, A. H.; VERSIANI, B. R. (2004). Análise espacial de eventos máximos de precipitação pelo método geoestatístico estudo das bacias do alto São Francisco e alto rio Doce. In: *Anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, São Luís – MA, nov. 2004, CD-ROM.

ARAÚJO, H. A.; RODRIGUES, R. S. (2000). Regiões características do Estado da Bahia para previsão de tempo e clima. SEINFRA/SRH/GEREI, Salvador –BA.

BRAGA, C. C.; MELO, M. L. D.; MELO, E. C. S. (1998). Análise de agrupamento aplicada a distribuição da precipitação no estado da Bahia. In: *Anais do X Congresso brasileiro de meteorologia*, Brasília-DF.

FONTES, A. S.; CIDREIRA, M. A. S.; ALMEIDA, R. B.; MIRANDA, J. G. V.; SILVA, E. D.; SANTANA, C. N.; GONZÁLES, A.; MEDEIROS, Y. D. P. (2007). Estudo da dependência espacial da precipitação no Semi-Árido baiano – Bacia do Rio Jacuípe. In: *Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, São Paulo – SP, nov. 2007, CD-ROM.

MINE, M. R. M. (2006). Aplicação da geoestatística no estudo da variabilidade da precipitação. In: *Anais do VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste*, Gravatá – PE, nov. 2006, CD-ROM.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. Hidrologia estatística. Belo Horizonte: CPRM, 2007

QUADRO, M. F. L *et al.* (2002). Climatologia de Precipitação e Temperatura. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE. Disponível: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 13 maio.

SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. (2003). Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 27, n. 3, p.665-674

STATSOFT. STATISTICA: Data analysis software system. Version 6. [S. L.]. 2001

WARD, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal American Association*, 58: 236 – 244 p. 1963.