

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL MENSAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Tamires P. Correia<sup>1</sup>, Camila D. da Costa<sup>2</sup>, José F. de Oliveira Júnior<sup>3</sup>, Nilton O. Moraes<sup>4</sup>, Gustavo B. Lyra<sup>5</sup>

1 Eng. Florestal, Depto. de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, UFRRJ, Seropédica - RJ, Fone: (0 xx 21) 2682-1128, tamirespartelli@gmail.com

2 Eng. Florestal, Estudante, Depto. Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica - RJ

3 Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica, RJ

4 Meteorologista, Doutorando no programa de Engenharia Mecânica, COPPE/UFRRJ, Rio de Janeiro - RJ

5 Meteorologista, Prof. Adjunto, Depto. Ciências Ambientais, IF/UFRRJ, Seropédica, RJ.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011 – SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

**RESUMO:** No estado do Rio de Janeiro poucos são os estudos que visam caracterizar as tendências temporais (mensal ou sazonal) da precipitação pluvial associadas à sua distribuição espacial. O objetivo desse trabalho foi avaliar a variação espacial da precipitação pluvial mensal no estado do Rio de Janeiro. Nas avaliações utilizaram-se séries dos totais mensais de precipitação de 77 estações pluviométricas distribuídas nas seis mesorregiões do estado do Rio de Janeiro. Apenas estações com séries superiores a 20 anos e início a partir de 1960 foram consideradas nas análises. Os acumulados mensais foram interpolados pelo modelo Mínima Curvatura (MC). A distribuição espacial e temporal da precipitação mensal mostrou diferenças significativas entre as mesorregiões do estado. Essas diferenças foram principalmente devido à influência do relevo, associado com sistemas meteorológicos de mesoescala, particularmente no verão e nos meses de transição novembro e março. Os maiores acumulados mensais ocorrem em dezembro e janeiro, enquanto os menores são observados entre junho e agosto. As áreas próximas ao ambiente costeiro das mesorregiões Norte e Baixadas Fluminense apresentam os menores acumulados mensais, enquanto os maiores são observados próximos à divisa simultânea das Mesorregiões Metropolitana, Baixadas e Centro; a sudoeste e norte da mesorregião Sul Fluminense e a nordeste da Metropolitana, preferencialmente a barlavento da Serra do Mar ou da Mantiqueira.

**PALAVRAS-CHAVE:** SIG, interpolação espacial, sistemas produtores de tempo.

## SPATIAL DISTRIBUTION OF MONTHLY RAINFALL IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO

**ABSTRACT:** There are a few studies that aim characterize the temporal behavior in rainfall, associate with its spatial distribution in the state of Rio de Janeiro, Southeast of Brazil. The aim of this study was to evaluate the spatial variation of monthly rainfall in the state of Rio de Janeiro. In the analysis were used long times series of monthly rainfall of 77 stations located in the six mesoregions of Rio de Janeiro. Only stations with series more than 20 years and beginning from 1960 were considered in the analysis. The monthly rainfall was interpolated by minimum curvature model. The spatial and temporal monthly rainfall behavior showed significant differences between the mesoregions of the state. These differences were mainly due to the influence of the complex terrain in the state, associate with mesoscale weather systems, particularly in summer and in the transitions months (November and March). The highest

monthly rainfall occurs in December and January; while the lowest rainfall occurs between June and August. The areas close the coastal environment of the Northern and Low Lands Fluminense showed the lowest monthly rainfall, while the largest occur near the simultaneous frontier of mesoregions Metropolitana, Low Lands and Center, in the southwest and north from the Center mesoregion and northeastern from south of the Metropolitan mesoregion, mainly, to the windward Mar and Mantiqueira mountain range.

**KEYWORDS:** GIS, spatial interpolation, weather system.

## INTRODUÇÃO

A maior parte dos estudos relativos ao regime pluviométrico no estado do Rio de Janeiro se restringiu a sua variabilidade temporal. Poucas são as análises que abordam as tendências temporais da chuva, associadas aos seus padrões espaciais e aos sistemas meteorológicos atuantes na região Sudeste. O conhecimento da distribuição e dos padrões da precipitação é essencial em projetos, no manejo e na definição de políticas públicas e privadas em diversas áreas, como por exemplo, florestal, agrícola, defesa civil, entre outras. Os Sistemas Frontais (SF) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) são os principais sistemas de grande escala responsáveis pelas chuvas na região Sudeste (ANDRÉ et al., 2009). No verão, os SF apresentam maior atividade convectiva, devido à influência de sistemas como a Alta da Bolívia e a ZCAS, enquanto no inverno, apesar de maior frequência de ocorrências de SF, a convecção Tropical é menos intensa. Além desses, a circulação de grande escala associada à migração sazonal do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) influencia nas chuvas da região. No inverno, a ASAS encontra-se próximo ao continente, o que inibe a formação de nuvens, enquanto no verão localiza-se preferencialmente sobre o Oceano Atlântico, e assim, sua borda oeste contribui com o transporte de umidade para o continente. Outro mecanismo responsável pelo transporte de umidade para o continente é a circulação da brisa marítima, que atua na maior parte do ano. A interação do aporte de umidade do oceano com o relevo induz a chuvas orográficas e também sua interação com a urbanização nas mesorregiões Metropolitana e Baixadas provocam chuvas convectivas. Contribuem ainda para os totais de chuva na Região os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM). A diversidade de sistemas meteorológicos atuantes, em diversas escalas espaciais (mesoescala e grande escala) e com frequências de atuação dependente da sazonalidade, resulta em distribuição heterogênea das chuvas no estado. Diversas ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitam análises e identificações dos padrões da chuva e sua associação com diferentes fatores e sistemas meteorológicos. Entre essas ferramentas, destacam-se os modelos de interpolação espacial, técnicas de reclassificação e estatística de mapas, entre outras. Baseado no exposto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a variação espacial e mensal da precipitação pluvial no estado do Rio de Janeiro com auxílio de ferramentas de SIG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o estado do Rio de Janeiro, situado na região Sudeste do Brasil, entre as latitudes 20° 45' e 23° 21' S e as longitudes 40° 57' e 44° 53' W. As séries de precipitação pluvial foram obtidas no sistema HIDROWEB. O Sistema é composto de uma base de dados pluviais diários, organizada e mantida pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2010). Na seleção das estações pluviométricas utilizadas nas análises consideraram-se os seguintes critérios: i) séries superiores ou iguais a 20 anos e ii) início da série a partir de 1960. Baseados nesses critérios foram selecionadas 77 estações (Figura 1) de responsabilidade da Fundação Superintendência

Estadual de Rios e Lagoas (SERLA), do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e da LIGHT.

Para cada estação e ano da série foram determinados os acumulados mensais, sendo depois calculada a média aritmética da série para cada mês. Meses com mais de três dias faltantes foram desconsiderados da determinação do acumulado mensal. Na interpolação dos totais mensais considerou-se o modelo Mínima Curvatura (MC). A interpolação foi realizada com auxílio do aplicativo SURFER 8.0. Na geração do arquivo *raster* interpolado considerou-se a área entre as coordenadas -23,5° e -20,6° S e entre -45° e -40,75° O, com resolução horizontal de 30 segundos de grau. Esse procedimento foi repetido para cada mês, o que resultou em doze mapas de precipitação pluvial mensal para o estado.

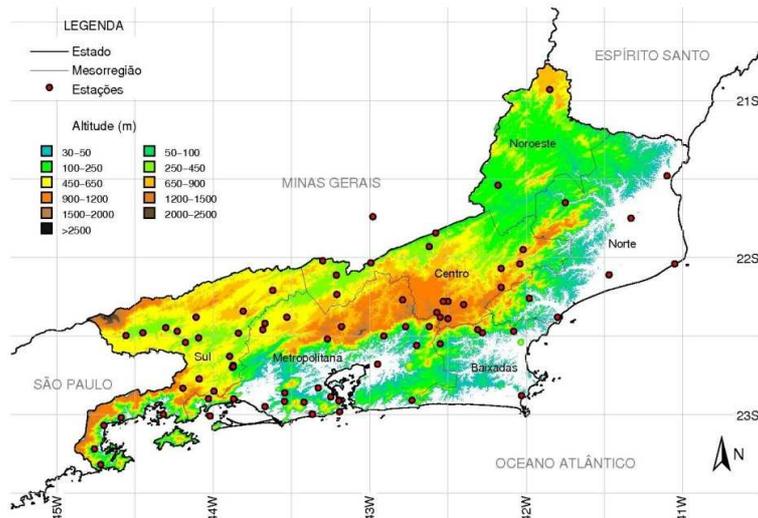


Figura 1 – Distribuição das estações pluviométricas selecionadas na base de dados da Agência Nacional de Águas para o estado do Rio de Janeiro com destaque para suas mesorregiões.

Os mapas de precipitação mensal foram importados para o aplicativo *Geographic Resources Analysis Support System - GRASS* (GRASS, 2009), onde, com auxílio do módulo *reclass*, foram reclassificados e gerados mapas temáticos. Na reclassificação foi considerado um intervalo de precipitação acumulada de 0 a valores superiores a 390 mm, definidos pela amplitude dos dados observados. Esse intervalo foi então dividido em classes com amplitude variada e de i) 10 mm – para a classe de 0 a 10 mm; ii) 15 mm - para os totais mensais de 10 a 70 mm; iii) de 20 mm - para totais de 70 a 150 mm; iv) de 30 mm - para os totais de 150 a 270 mm; v) de 60 mm - para o intervalo de 270 a 390 mm e vi) a classe de valores superiores a 390 mm. Baseado nos mapas temáticos determinou-se, pelo módulo *report* do GRASS, a área de cada classe observada de chuva e a área total das classes. Pela razão entre a área da classe pela área total obteve-se a frequência relativa de ocorrência das classes de chuva para cada mês. Posteriormente, os mapas temáticos foram sobrepostos ao limite político do estado do Rio de Janeiro, com as divisões das suas mesorregiões (Sul Fluminense, Metropolitana, Baixadas, Centro Fluminense, Noroeste Fluminense e Norte Fluminense). O arquivo vetorial com o limite político do estado do Rio de Janeiro, com suas as mesorregiões, foi obtido no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:2.500 (IBGE, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os meses de dezembro e janeiro apresentaram os maiores acumulados mensais de precipitação pluvial, com classes entre 70 – 90 mm e superior a 390 mm (Figura 2 e 3). As maiores frequências de ocorrências foram nas classes de 210 – 240, 240 – 270 e 270 - 330 mm, cujo os

valores representaram 59,2 % (dezembro) e 51,1 % (janeiro) das classes observadas. Na região Sudeste, os meses de verão apresentam intensificação dos SFs, devido à convecção tropical, associado a ocorrências de ZCAS e de SCM, que resultam em eventos com acumulados significativos e, ou chuvas intensas. As máximas chuvas mensais (> 330 mm) foram observadas em dois núcleos, um na divisa das mesorregiões Metropolitana, Centro e Baixadas Fluminense, região da serra do Mar, e o outro a nordeste da Metropolitana, todos a barlavento da serra do Mar. Além desses núcleos, algumas áreas da mesorregião Sul apresentaram acumulados superiores a 330 mm. As mesorregiões de Baixadas e Norte Fluminense tiveram os menores acumulados (< 130 mm) próximos ao ambiente costeiro. Observou-se também um núcleo de precipitação na classe de 110 – 130 mm a sotavento da serra do Mar, na mesorregião Centro Fluminense. Em fevereiro as classes de chuva observadas foram entre 40-55 a 270-330 mm, com maior frequência nas classes de 150-180 mm (15,0 %), 110-130 (16,7 %), 130-150 (18,2 %).

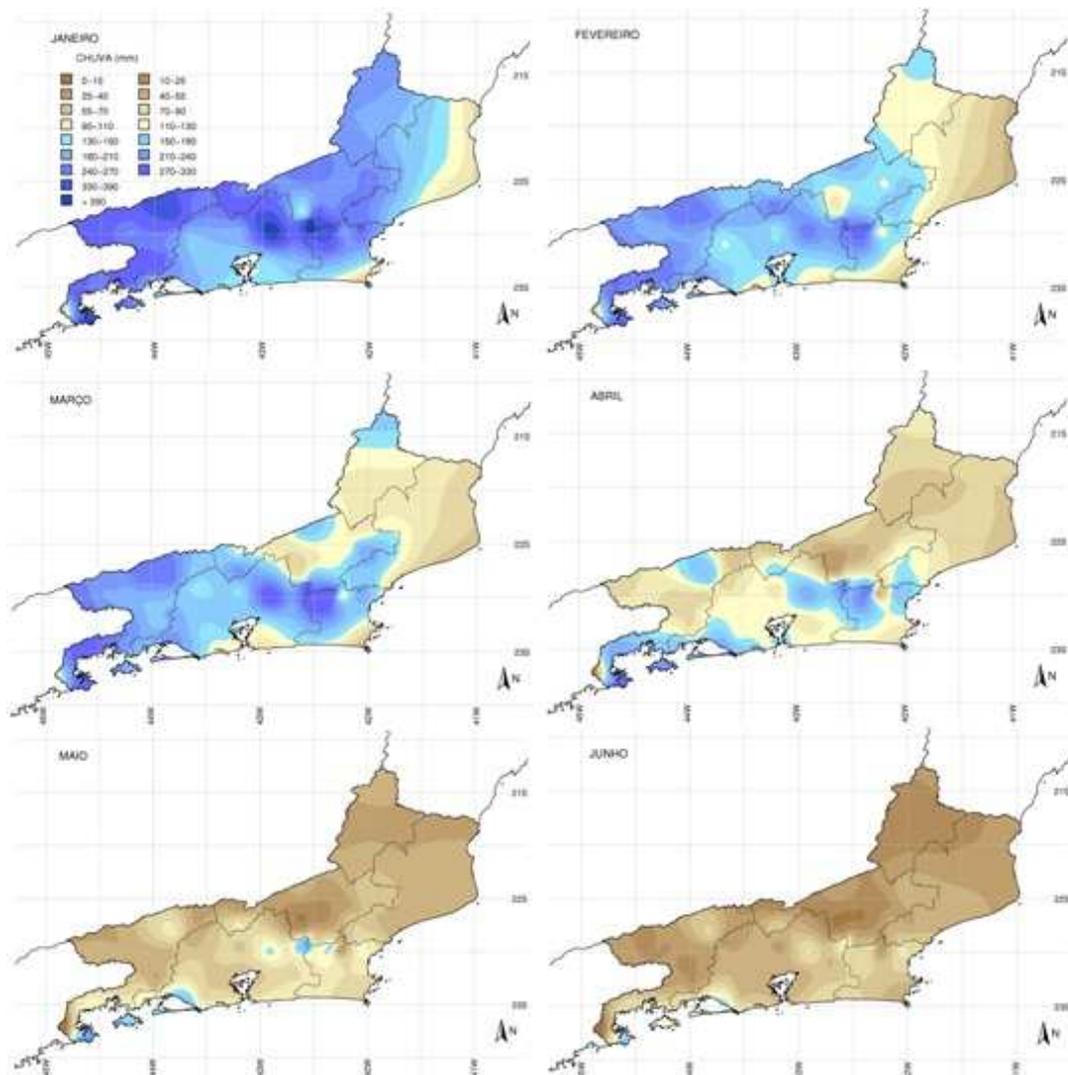


Figura 2 – Distribuição espacial da precipitação pluvial entre janeiro e junho no estado do Rio de Janeiro.

A partir de março têm-se diminuição nos acumulados de precipitações em relação aos meses de verão, o que caracteriza o início do outono e, conseqüentemente a diminuição da atuação dos sistemas meteorológicos de grande escala no estado, associado com a desintensificação da convecção Tropical. Em março as classes observadas foram de 55-70 a 270-330 mm. As classes que se sobressaíram nesse Mês foram: 110-130 (13,5 %), 110-130 (13,5 %) e 150-180 mm (18,6 %). Os núcleos a barlavento (máxima) e a sotavento (mínima) da Serra do Mar, nas mesorregiões

Centro, Baixadas e Metropolitana, além do núcleo na região da serra da Mantiqueira, no extremo norte da mesorregião Sul Fluminense, observados nos meses de verão, mostraram novamente a influência marcante da orografia como condicionante da distribuição espacial da precipitação pluvial no Estado. Em abril, observaram-se ocorrências nas classes de 25-40 a 240-270 mm, com 62 % nas classes em 55-70, 70-90 e 110-130 mm, enquanto em maio, as ocorrências foram nas classes 0-10 a 150-180 mm, com destaque para as classes de 25-40 a 70-90 mm, com 79,9% de frequência observada.

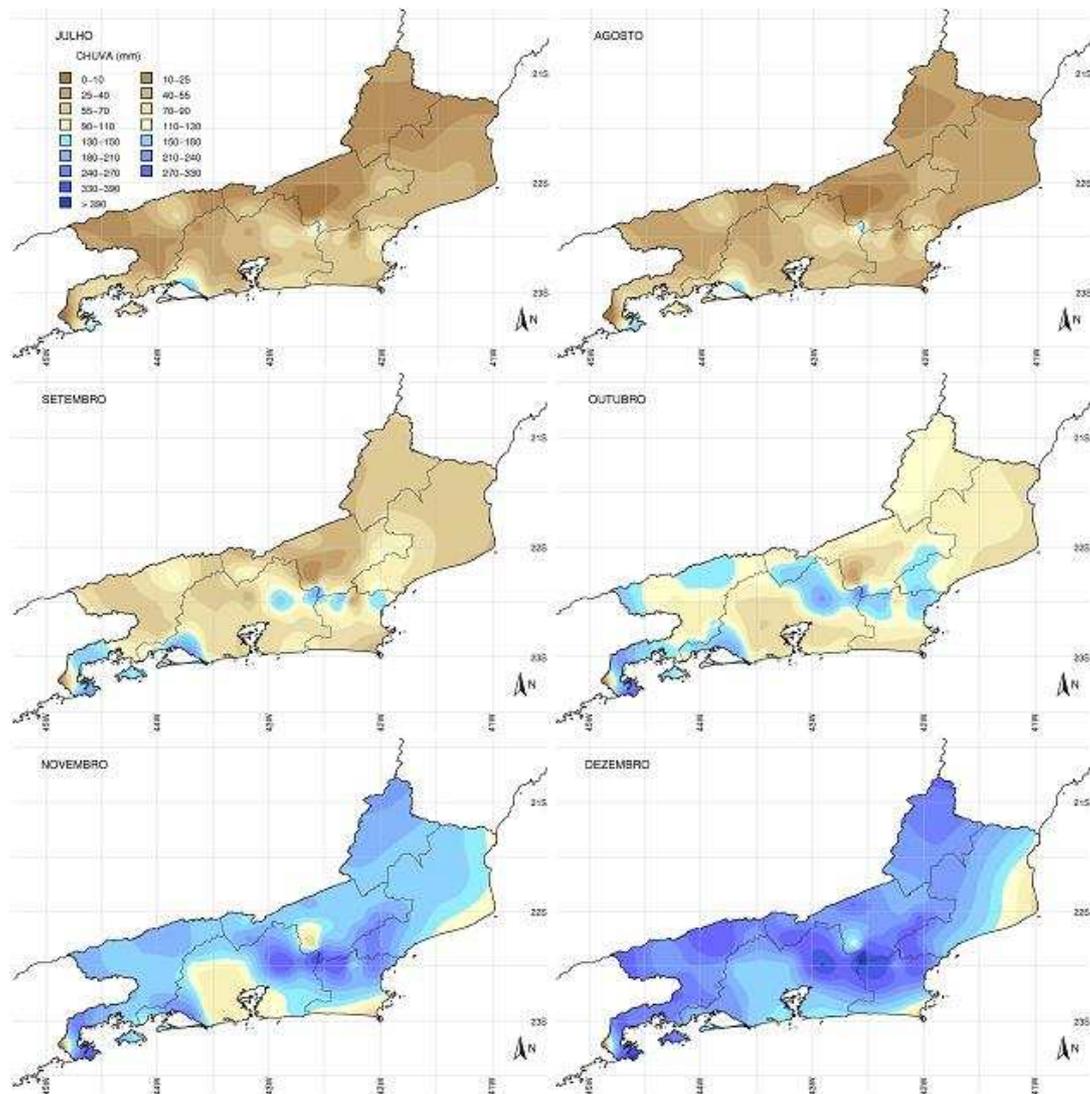


Figura 3. Distribuição espacial da precipitação pluvial entre julho e dezembro no estado do Rio de Janeiro.

Os meses que apresentaram os menores acumulados de precipitações foram junho, julho e agosto, que compreendem a estação do inverno. Nesses meses, as classes observadas foram de 0 -10 a 130 – 150 mm. Em junho e julho, as classes de 10 – 25, 25 – 40 e 40 – 55 mm se sobressaíram em relação as demais, com frequências de 75,2 e 71,8 %.

Em agosto os acumulados de precipitação se concentraram em duas classes: 25 – 40 e 40 -55 m (63,4 %). Contudo, em junho (29,6 %) e agosto (42,2 %) as maiores ocorrências foram nas classes de 25 – 40 mm, enquanto que em julho esse resultado foi observado na classe de 10 – 25 mm (27,5 %). Similar a dezembro e janeiro, observou-se um núcleo de mínima a sotavento da Serra do Mar, na mesorregião Centro Fluminense. Nos meses de junho a agosto esse núcleo mostrou acumulados inferiores a 10 mm e área de ocorrência maior que nos meses de verão. Os maiores acumulados (> 110 m) no estado ocorreram na mesorregião Metropolitana (próximo a baía de

Sepetiba), na divisa dessa mesorregião com o Centro Fluminense (a barlavento da região Serrana), e em algumas áreas da região Sul Fluminense, particularmente no extremo sudoeste (serra do Mar) e extremo norte (serra da Mantiqueira), próxima a divisa com Minas Gerais. Todas essas regiões são influenciadas desde sistemas locais (convecção local e orografia) a sistemas de mesoescala (brisa marítima e SCM) e sinóticos (SFs e ZCAS). Em setembro, observou-se aumento da precipitação, com ocorrências nas classes entre 10-25 a 210-240 mm, seguido de outubro (25-40 a 240-270 mm) e novembro (55-70 a > 390 mm), todo esse regime condicionado pela atuação dos SFs, em conjunto com chuvas de características convectivas. Agosto e os meses de primavera (setembro a novembro) foram caracterizados por elevadas ocorrências em classes específicas de precipitação. Em agosto 42% das chuvas foram de 25-40 mm; em setembro 38,4% na classe de 55-70 mm; outubro 35 % entre 90 e 110 mm e novembro com 38,3 % de ocorrências na classe de 150-180 mm. As regiões com o extremos superior e inferior de precipitação pluvial mensal foram similares as observadas nas demais estações.

## CONCLUSÕES

As maiores precipitações pluviiais mensais são observadas em dezembro e janeiro, enquanto as menores ocorrem entre junho e agosto. Entre as mesorregiões, a Norte e Baixadas Fluminense apresentam as menores precipitações, principalmente próximo a costa, e na mesorregião do Centro a sotavento da serra do Mar; enquanto os maiores acumulados mensais ocorrem próximos a divisa simultânea das Mesorregiões Metropolitana, Baixadas e Centro; a sudoeste e norte da mesorregião Sul Fluminense e a nordeste da mesorregião Metropolitana. Os padrões espaciais são influenciados significativamente pelas chuvas orográficas, associadas com chuvas convectivas. As mesorregiões são influenciadas desde sistemas locais (convecção local e orografia) até sistemas de mesoescala (brisa marítima e SCM) e sinótico (SFs e ZCAS), o que resulta na grande variabilidade espacial das precipitações no estado do Rio de Janeiro, particularmente, pela interação desses sistemas com o relevo.

## REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em: 27 out., 2009.

ANDRÉ, R. G. B. et al. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.23, n. 4, p. 501-509, 2008.

GRASS - Geographic Resources Analysis Support System. GRASS 6.5 manual pages. Disponível em <http://grass.osgeo.org>. Acesso em: 3 de junho de 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em [ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas/malhas\\_digitais/municipio\\_2007/malha\\_municipal\\_digital\\_2007\\_2500/](ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/municipio_2007/malha_municipal_digital_2007_2500/). Acesso: 10 out., 2009.