

Variabilidade da precipitação pluvial na UGRH do Médio Paranapanema, Estado de São Paulo

Jonas Teixeira Nery* e Rosangela Teles Alves

Departamento de Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Av. Vitalina Marcusso, 1500, 19910-206, Ourinhos, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: jonas@ourinhos.unesp.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade da precipitação pluvial da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17), tanto espacial quanto temporalmente. Para tanto, foram utilizadas 33 séries pluviométricas, dados cedidos pela Agência Nacional de Água (ANA), no período de 1940 a 2000. Calcularam-se valores médios, desvio-padrão, quartis inferior e superior, máximos de precipitação, dentro do período analisado, além da anomalia dessas séries. Também foram calculadas anomalias para o evento El Niño 1982/1983, além de classificação de áreas homogêneas dentro da bacia. Pode-se observar variabilidade de um ano para outro, com anos mais chuvosos, por exemplo, 1982 e 1983, e anos mais secos como, por exemplo, 1985 e 2000.

Palavras-chave: precipitação, anomalias, variabilidade, ENOS.

ABSTRACT. Variability in pluvial precipitation at the Mid-Paranapanema UGRH, São Paulo State. The purpose of this work was to analyze the variability of pluvial precipitation at the Mid-Paranapanema Hydric Resources Management Unit (UGRHI-17), both spatially and temporally. To that effect, 33 pluviometric series were used, obtained from the National Water Agency (ANA), for the period from 1940 to 2000. The averages, standard deviation, upper and lower quartiles, maximum rainfalls, within the analyzed period, as well as the anomalies in these series, were calculated. The anomalies of the 1982/1983 El Niño, as well as the classification of homogeneous areas inside the basin were also calculated. Variability was observed from one year to the other, with rainier years – for example, 1982 and 1983 – and drier years – such as 1985 and 2000.

Key words: rainfall, anomalies, variability, ENSO.

Introdução

De acordo com a classificação climática de Arthur Strahler (1952 apud CHRISTOFOLLETTI, 1988), predominam, no Brasil, cinco grandes climas, a saber: 1) clima equatorial úmido da convergência dos alísios, que engloba a Amazônia; 2) clima tropical alternadamente úmido e seco, englobando grande parte da área central do país e litoral do meio-norte; 3) clima tropical tendendo a ser seco pela irregularidade da ação das massas de ar, englobando o sertão nordestino e o vale médio do rio São Francisco; 4) clima litorâneo úmido exposto às massas tropicais marítimas, englobando estreita faixa do litoral leste e nordeste; 5) clima subtropical úmido das costas orientais e subtropicais, dominado largamente por massa tropical marítima, englobando a região Sul do Brasil.

Na região Sul do país e em parte da Sudeste, as temperaturas médias anuais ficam abaixo de 20°C. O Estado de São Paulo tem médias entre 20 e 25°C, no

litoral e mais a noroeste, mas predominam temperaturas abaixo de 25°C, em praticamente todo o Estado.

A posição latitudinal cortada pelo Trópico de Capricórnio, sua topografia bastante acidentada e a influência dos sistemas de circulação perturbada são fatores que conduzem à climatologia da Região Sudeste ser bastante diversificada em relação à temperatura. A temperatura média anual situa-se entre 20°C, no limite de São Paulo e Paraná, e 24°C, ao Norte de Minas Gerais; nas áreas mais elevadas das serras do Espinhaço, Mantiqueira e do Mar, a média pode ser inferior a 18°C, pelo efeito conjugado da latitude com a frequência das correntes polares.

Na Serra do Mar, em São Paulo, chove em média mais de 3.600 mm. Próximo de Paranapiacaba e Itapanhaú foi registrado o máximo de chuva do país (4.457,8 mm, em um ano). Nos vales dos rios Jequitinhonha e Doce são registrados os menores índices pluviométricos anuais, em torno de 900 mm.

O máximo pluviométrico da região Sudeste, normalmente, ocorre em janeiro e o mínimo, em julho, enquanto o período seco, normalmente centralizado no inverno, possui uma duração desde seis meses, no caso do vale dos rios Jequitinhonha e São Francisco, até cerca de dois meses nas serras do Mar e da Mantiqueira (CLIMANÁLISE, 1996; HASTENRATH; HELLER, 1977; HURRELL; VICENT, 1991).

Especialmente sobre a região Centro-Oeste, a Alta da Bolívia, gerada a partir do forte aquecimento convectivo (liberação de calor latente) da atmosfera durante os meses de verão do Hemisfério Sul (VIRJI, 1981; KODAMA, 1992 e 1993; MARENGO, 1995), é considerada como um sistema típico semi-estacionário da região. Uma situação estacionária da circulação de grande escala em latitudes médias pode influir diretamente na precipitação e temperatura sobre o Sudeste, caso a região esteja ou não sendo afetada por sistemas associados ao escoamento ondulatório da atmosfera. Esse tipo de situação é denominado de bloqueio e afeta, além do Sudeste, também a região Sul do Brasil (MARQUES, 1999; KINTER et al., 1997; CAVALCANTI et al., 1982).

As regiões Sudeste e Centro-Oeste são caracterizadas pela atuação de sistemas que associam características de sistemas tropicais com sistemas típicos de latitudes médias. Durante os meses de maior atividade convectiva, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos principais fenômenos que influenciam o regime de chuvas dessas regiões (CASARIN; KOUSKY, 1986). O fato de a banda de nebulosidade e chuvas permanecer semi-estacionária por dias seguidos favorece a ocorrência de inundações nas áreas afetadas.

Nas regiões serranas, localizadas na parte leste do Sudeste, são registrados os extremos mínimos de temperatura durante o inverno do Hemisfério Sul, enquanto as temperaturas mais elevadas são observadas no Estado de Mato Grosso, na região do Brasil Central. Em geral, a precipitação distribui-se uniformemente nessas regiões, com a precipitação média anual acumulada variando em torno de 1.500 e 2.000 mm. Dois núcleos máximos são registrados na região do Brasil Central e no litoral da região Sudeste, enquanto no Norte de Minas Gerais verifica-se relativa escassez de chuvas ao longo do ano (NIMER, 1979).

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema (UGRHI-17) representa uma das diversas unidades de gerenciamentos definidos pela Lei nº 9.034/94, com área total de 16.763 km². Agrega os tributários da

margem direita do curso médio do rio Paranapanema, localizando-se na porção centro-oeste do Estado de São Paulo (Figura 1).

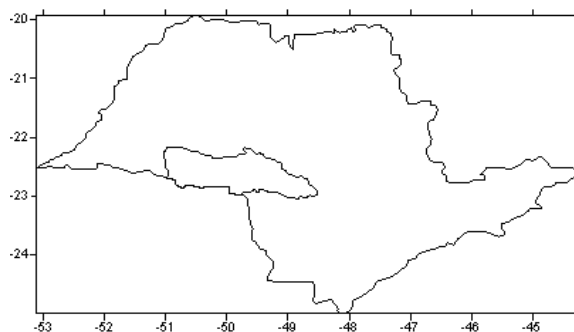


Figura 1. Mapa de localização da Unidade de Gerenciamento do médio Paranapanema, no Estado de São Paulo.

Seu gerenciamento é de responsabilidade do Comitê da Bacia Hidrográfica do Meio Paranapanema, com os seguintes limites fisiográficos: Estado do Paraná e UGRHI-14 (alto Paranapanema), ao sul; UGRHI-22 (Pontal do Paranapanema), a oeste; UGRHI-21 (Aguapeí), UGRHI-20 (Peixe), UGRHI-16 (Tietê-Batalha), UGRHI-13 (Tietê-Jacaré), a norte e UGRHI-10 (Tietê-Sorocaba), a leste.

Seu limite com a unidade do rio Paranapanema a montante (UGRHI-14) está no divisor de águas que inicia na confluência deste rio com o rio Itararé. O divisor de águas que inicia na confluência do rio Paranapanema com o rio Capivara é o limite com a unidade a jusante (UGRHI-22).

O objetivo deste trabalho é analisar a variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial na UGRHI do médio Paranapanema.

Material e métodos

Os dados utilizados neste trabalho foram cedidos pela Agência Nacional de Água (ANA), totalizando 33 séries pluviométricas. O período de análise foi de 1940 a 2000. Buscou-se melhor distribuição espacial e temporal para traçar as isolinhas das diferentes estatísticas analisadas.

Foram estudadas a evolução temporal, mensal e anual, bem como traçados de isolinhas, utilizando-se o *software Surfer*, com interpolação pelo método de Kriging, para valores médios, dentro do período estudado. Também foram calculados desvio-padrão, quartis inferiores, superiores e correlação linear pelo método de Pearson, além de anomalias para alguns anos.

Na Tabela 1, têm-se os números das estações, o código que elas receberam no *site* da ANA, o nome de cada localidade (estações), o município onde está

localizada cada uma, bem como a latitude, a longitude e a altitude.

Tabela 1. Estações para estudo, com: código, estações, cidades, latitudes, longitudes, altitudes e períodos.

Nº	Código	Estações	Municípios	Lat. (S)	Lon. (W)	Alt. (m)
1	2248026	São Manuel	São Manuel	22°44'	48°34'	710
2	2248029	Faz. S. J. Morro Vermelho	Botucatu	22°49'	48°26'	780
3	2248030	Faz. Monte Alegre	Botucatu	22°52'	48°39'	800
4	2248048	Bairro Anhumas	Botucatu	22°56'	48°16'	540
5	2248051	Gleba Rio Claro	Lençóis Paulista	22°46'	48°50'	630
6	2249006	Garça	Garça	22°12'	49°39'	680
7	2249008	Marília	Marília	22°13'	49°56'	640
8	2249011	Gália	Gália	22°19'	49°32'	560
9	2249014	Mundo Novo	Garça	22°19'	49°46'	660
10	2249022	Ocaçu	Ocaçu	22°26'	49°55'	540
11	2249023	Cabrália Paulista	Cabrália Paulista	22°27'	49°19'	500
12	2249024	Ubirajara	Ubirajara	22°32'	49°39'	550
13	2249025	Paulistânia	Agudos	22°35'	49°24'	540
14	2249028	Ribeirão do Sul	Ribeirão do Sul	22°47'	49°56'	480
15	2249034	Ourinhos	Ourinhos	22°59'	49°50'	460
16	2249060	Areia Branca	São Pedro do Turvo	22°35'	49°49'	580
17	2249062	Dirceu	Marília	22°08'	49°55'	440
18	2249065	São Pedro do Turvo	São Pedro do Turvo	22°45'	49°44'	460
19	2249071	Fazenda São Francisco	Sta. Cruz do Rio Pardo	22°35'	49°33'	570
20	2249086	Fazenda Nova Niagara	Óleo	22°57'	49°23'	660
21	2250009	Rancharia	Rancharia	22°13'	50°53'	550
22	2250011	Agropecuário Sto. Antonio	Lutecia	22°22'	50°23'	500
23	2250013	Echaporã	Echaporã	22°26'	50°12'	680
24	2250014	Troncao Rancharia	Rancharia	22°26'	50°59'	470
25	2250016	Assis	Assis	22°38'	50°24'	560
26	2250017	Platina	Platina	22°38'	50°12'	420
27	2250023	Usina Pari	Cândido Mota	22°53'	50°20'	360
28	2250024	Porto Jaú	Salto Grande	22°53'	50°01'	380
29	2250025	Floínea	Floínea	22°54'	50°44'	370
30	2250037	Sucui	Palmital	22°49'	50°18'	370
31	2250047	Tabajara	Lutecia	22°28'	50°22'	490
32	2250048	Água da Fortuna	Assis	22°41'	50°29'	500
33	2250062	Quatã	Quatã	22°14'	50°01'	520

Essas estações foram selecionadas com base em uma melhor distribuição espacial e temporal, considerando-se também que não apresentassem falhas consideráveis ao longo dessas séries.

As Figuras 1 e 2 apresentam a localização da Unidade, somente no Estado de São Paulo, e a distribuição das estações pluviométricas, respectivamente.

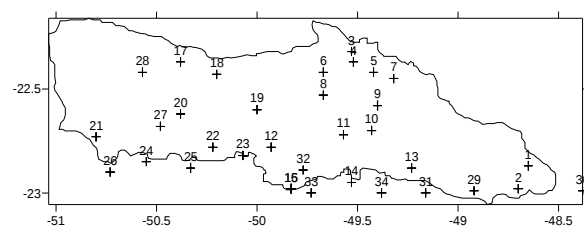
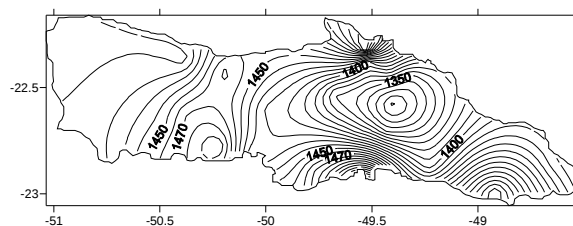


Figura 2. Localização das séries pluviométricas que foram utilizadas neste trabalho.

Resultados e discussão

As Figuras 3 e 4 apresentam os valores médios e desvio-padrão para o período estudado, podendo-se observar que a precipitação pluvial média, ao longo da UGRHI, foi de 1.400 mm, com dispersão oscilando entre 240 e 320 mm. Pode-se, dessa forma, observar que não houve marcada variabilidade espacial (medida pelo desvio-padrão), ao longo da bacia.



organizadas pelos sistemas frontais, são especialmente responsáveis pela maior intensidade das precipitações na área. Também pela maior incidência de radiação solar (verão no Hemisfério Sul), observam-se complexos convectivos, gerando intenso acúmulo de umidade nessa área e nesse período.

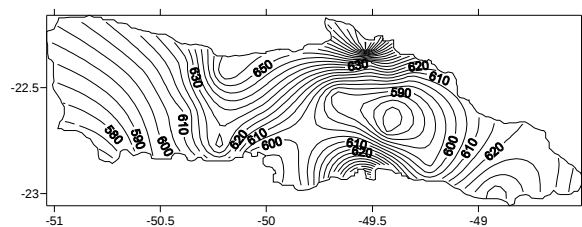


Figura 5. Isolinhas do período úmido (dezembro, janeiro e fevereiro): DJF.

Na Figura 6, tem-se a análise do período seco. As chuvas nesse período foram significativamente menores que no período úmido. As isolinhas traçadas são representativas de um período de três meses (junho, julho e agosto) e também para o período climatológico utilizado neste trabalho. Com base nos valores obtidos e no período analisado (período seco: inverno na região), têm-se as entradas dos sistemas frontais como o principal explicador da dinâmica nessas áreas, pois a atuação dos sistemas frontais é mais intensa, provocando chuvas estratiformes na área estudada.

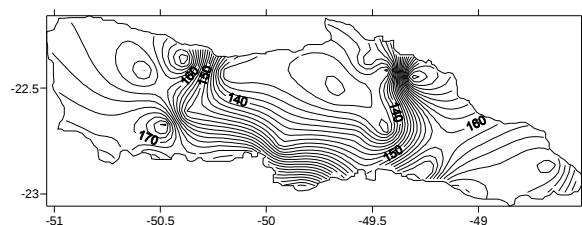


Figura 6. Isolinhas do período seco (junho, julho e agosto): JJA.

Na Figura 7, tem-se o coeficiente de variação espacialmente distribuído, com valores oscilando entre 17 e 22%. Esse coeficiente estima quanto é a variabilidade em relação ao valor médio climatológico da precipitação pluvial analisado. Os menores valores são observados a oeste da Unidade de Gerenciamento; já os maiores valores, a leste.

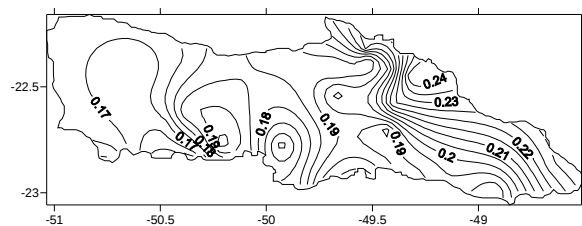


Figura 7. Análise do coeficiente de variação para o período estudado.

Nas Figuras 8 e 9, têm-se os campos dos quartis inferior e superior. Esses cálculos possibilitam extrair os valores extremos, ou seja, 25%, abaixo e acima, são extraídos da série. O que os campos mostram são valores de chuvas entre 25 e 75%, em relação à precipitação pluvial do período analisado.

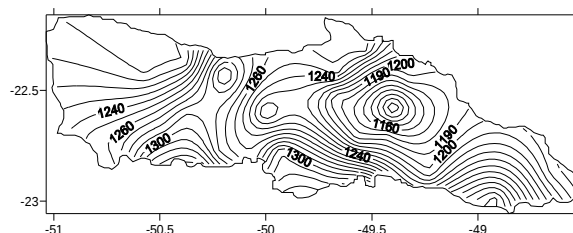


Figura 8. Isolinhas dos quartis inferiores dentro do período estudado.

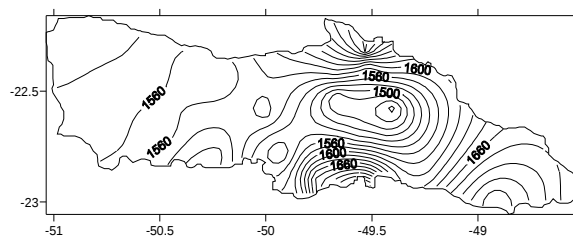


Figura 9. Isolinhas dos quartis superiores dentro do período estudado.

Na Figura 10, tem-se a precipitação máxima distribuída ao longo da Unidade. Pode-se observar que os menores valores máximos (1.900 mm) ocorreram a noroeste e oeste da Unidade, e os maiores valores (2.050 mm, aproximadamente), a nordeste e leste da referida Unidade de Gerenciamento.

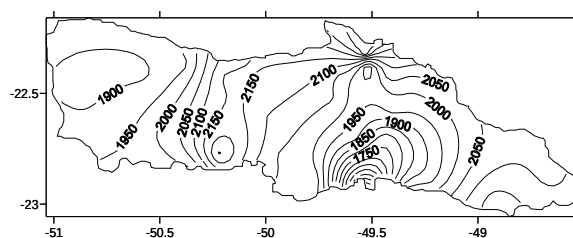


Figura 10. Valores máximos de precipitação pluvial dentro do período de estudo.

Também foram calculados os valores mínimos de precipitação pluvial, conforme Figura 11. Observam-se, a leste, valores de 720 mm e, a oeste, valores de 1.040 mm, apresentando, dessa forma, alguma variabilidade espacial. Assim, pode-se observar, na Figura 11, que espacialmente existe uma variabilidade marcada da chuva, na Unidade, com valores oscilando entre 900 e 1.400 mm.

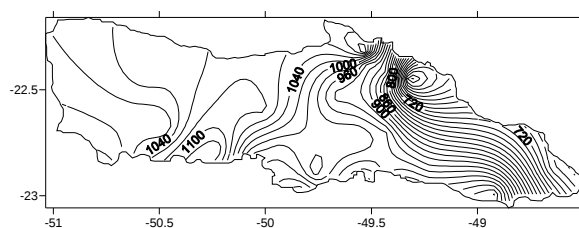


Figura 11. Valores mínimos de precipitação pluvial dentro do período analisado.

Na Figura 12, tem-se o cálculo da amplitude pluviométrica para o período analisado. De acordo com a Figura 12, pode-se observar variabilidade nos campos gerados, com valores de amplitudes de 900 mm, a oeste, e 1.200 mm, a leste da UGRH.

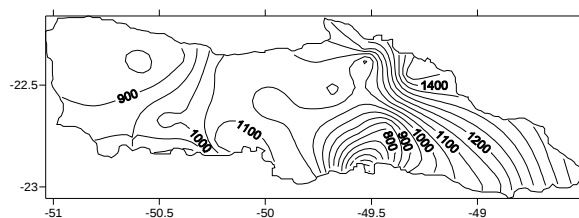


Figura 12. Amplitudes pluviométricas dentro do período de análise.

Na Figura 13, tem-se espacialmente distribuída a irregularidade da chuva, para o período analisado. Essa irregularidade é calculada pelo índice de irregularidade meteorológico, que leva em consideração a razão entre a precipitação pluvial máxima e mínima para cada dado analisado. Maiores irregularidades foram observadas a Nordeste e a Leste da UGRH; menores, a leste da referida Unidade.

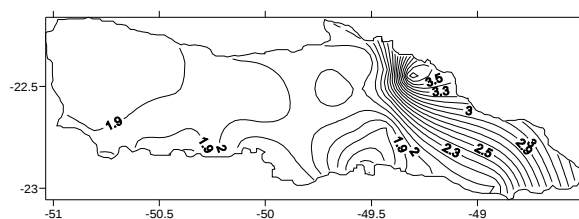


Figura 13. Campo do índice de irregularidade da chuva para o período de estudo.

Também foram calculadas anomalias pluviométricas para diversos anos, dentro do período de análise. Essas anomalias correspondem às Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

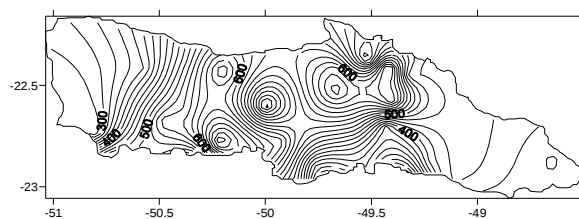


Figura 14. Isolinhas de anomalias para o ano 1972.

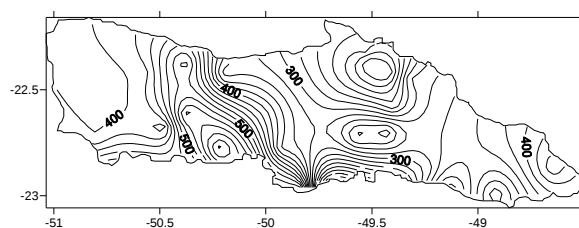


Figura 15. Isolinhas das anomalias para o ano 1976.

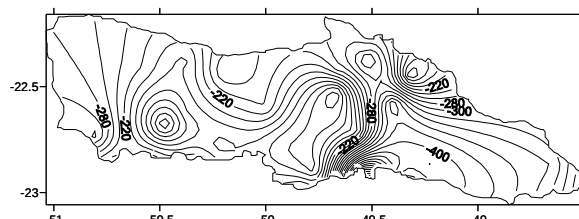


Figura 16. Isolinhas das anomalias para o ano 1979.

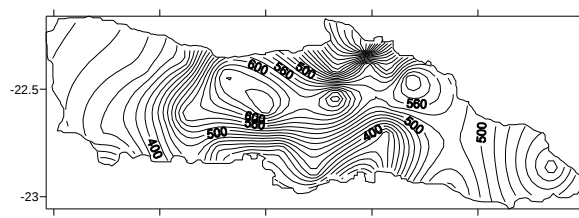


Figura 17. Isolinhas de anomalias para o ano 1982.

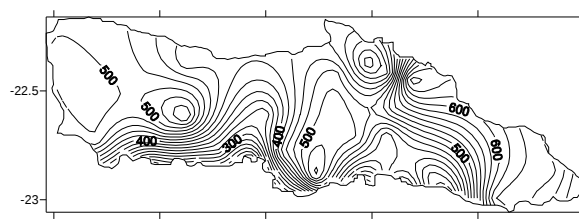


Figura 18. Isolinhas de anomalias para o ano 1983.

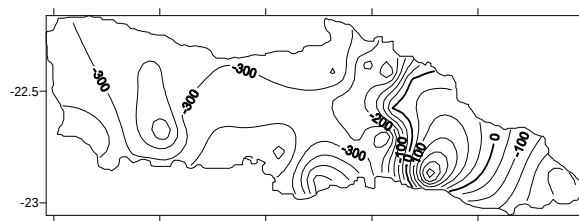


Figura 19. Isolinhas de anomalias para o ano 1985.

Na Figura 14, tem-se a anomalia espacial para o ano 1972. Neste ano, pode-se observar que os valores da anomalia foram positivos ao longo da área analisada. Outra constatação que se pode tirar desse campo é que os valores oscilaram entre 300 e 600 mm e os maiores valores estiveram marcadamente na parte central da Unidade de Gerenciamento. Já os menores valores foram mais marcados a leste e a oeste da referida Unidade.

Na Figura 15, têm-se as anomalias espacialmente distribuídas para o ano 1976. Pode-se observar que essas anomalias foram positivas ao longo da Unidade, com valores oscilando entre 200 e 500 mm. Esses valores positivos estão associados ao evento El Nimbo, que teve seu início em maio desse ano e se estendeu até janeiro de 1977.

Na Figura 16, pode-se observar que as chuvas estiveram abaixo da média climatológica, em toda a Unidade de Gerenciamento, com valores oscilando entre -220 e -400 mm. Isto mais uma vez confirma a variabilidade da precipitação na Unidade.

As anomalias dos anos 1972, 1976, 1982 e 1983 (Figuras 14, 15, 16, 17 e 18) apresentaram valores positivos em toda a bacia, com valores superiores a 300 mm, nos três anos analisados, ou seja, com chuvas significativas acima da média climatológica. Os anos 1982/1983 foram anos da ocorrência de um dos maiores eventos El Niño – Oscilação Sul da década de 80 e dos últimos 100 anos.

As anomalias foram intensas em 1983, com valores de chuvas superiores a 300 mm em grande parte da Unidade. Ao analisar o campo de distribuição das anomalias para este ano, pode-se observar que, em grande parte da área estudada, os valores das anomalias foram, na verdade, superiores a 500 mm, ficando uma pequena área abaixo de 300 mm. Este ano foi classificado de El Niño intenso, de acordo com Trenberth, entre outros pesquisadores (Figura 15).

Na Figura 19, pode-se observar significativa variabilidade das anomalias, espacialmente distribuídas, com valores positivos, em torno de 100 mm, e valores negativos da ordem de 300 mm. Esta variabilidade, mais uma vez, demonstra que a chuva na Unidade tem significativa variabilidade temporal e espacial, com anos mais secos e anos mais chuvosos.

Nas Figuras 20 a 27, são analisadas as evoluções anuais da precipitação pluvial para algumas séries pluviométricas da Unidade. Podem-se observar variabilidades de uma série para outra, como, por exemplo, valor de precipitação pluvial próximo de 2.500 mm na série de Gália (Figura 21). Na Figura 20, em alguns anos, ocorreram precipitações significativamente maiores, como 1947, 1965, 1972 e 1976 (com aproximadamente 2.000 mm), 1983 (acima de 2.000 mm). Já as séries pluviométricas de Duartina (Figura 22) e Cabralia Paulista (Figura 23) não apresentaram significativos picos de chuva anuais, embora Duartina tenha apresentado um valor acima de 2.000 mm.

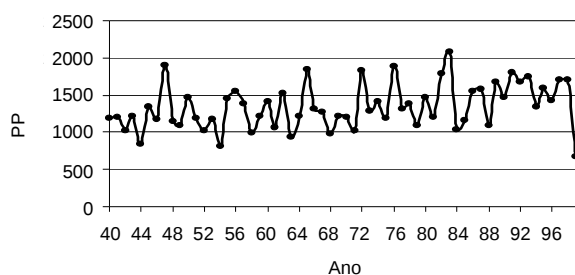


Figura 20. Evolução anual da precipitação pluvial: Botucatu.

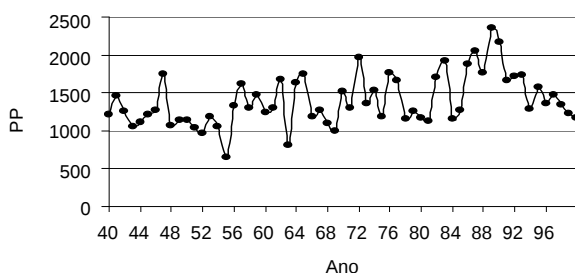


Figura 21. Evolução anual da precipitação pluvial: Gália.

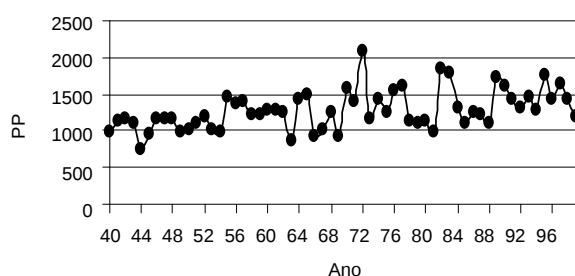


Figura 22. Evolução anual da precipitação pluvial: Duartina.

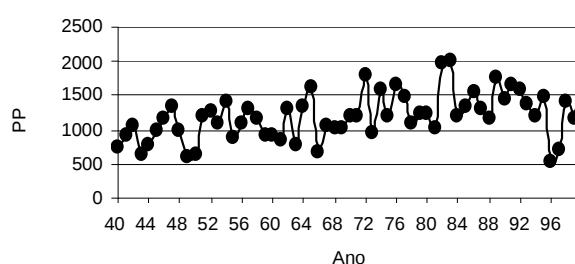


Figura 23. Evolução anual da precipitação pluvial: Cabralia Paulista.

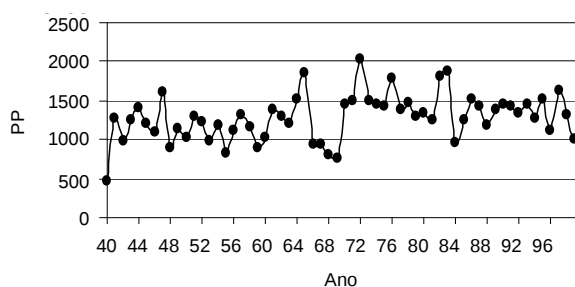


Figura 24. Evolução anual da precipitação pluvial: Santa Bárbara do Rio Pardo.

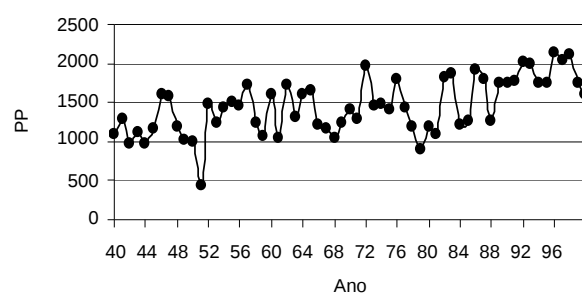


Figura 25. Evolução anual da precipitação pluvial: Santa Cruz do Rio Pardo.

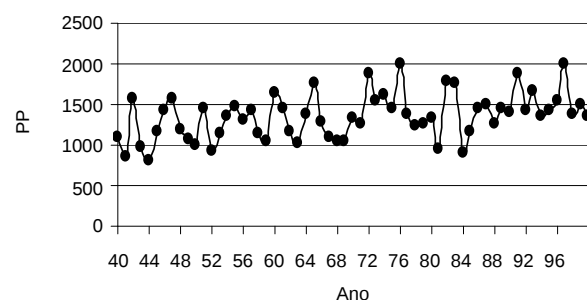


Figura 26. Evolução anual da precipitação pluvial: Ourinhos.

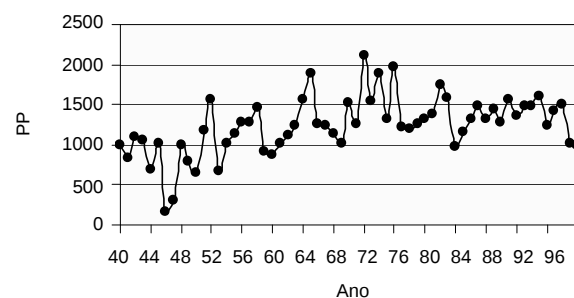


Figura 27. Evolução anual da precipitação pluvial: Ibirarema.

As Figuras 25, 26 e 27 apresentam tendência positiva, conforme pode ser observado, para as séries pluviométricas de Santa Cruz do Rio Pardo, Ourinhos e Ibirarema.

Nas Figuras 28 a 35, são analisadas as evoluções mensais de algumas séries pluviométricas para a área de estudo. Pode-se observar que há uma onda anual marcada em todas as séries, com valores máximos nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (período úmido) e mínimos em junho, julho e agosto (período seco); janeiro é o mês de maior chuva, e agosto, o mês de menor chuva. Todas as séries apresentaram valores, no período úmido, próximos de 200 mm (exceção a Botucatu, que ultrapassou 200 mm, Figura 30); já no período seco, a precipitação pluvial foi de, aproximadamente, 50 mm.

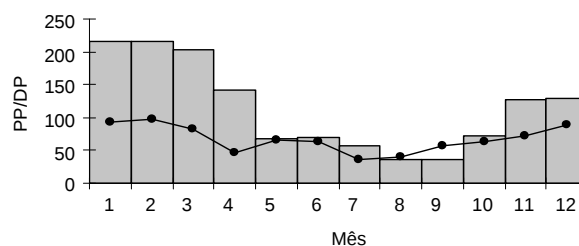


Figura 28. Evolução mensal da precipitação pluvial: Botucatu.

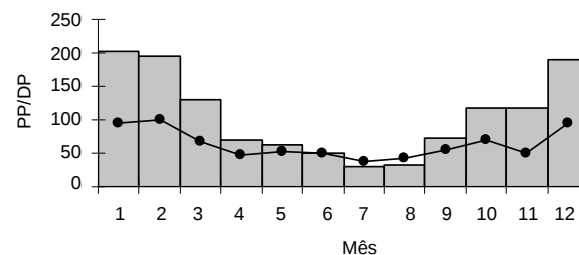


Figura 29. Evolução mensal da precipitação pluvial: Duartina.

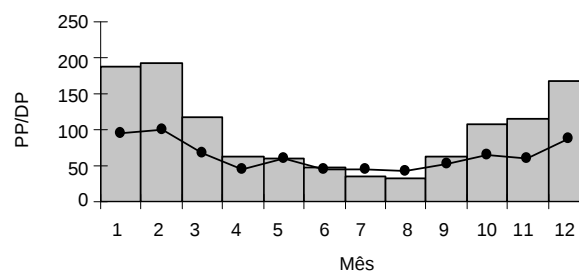


Figura 30. Evolução mensal da precipitação pluvial: Cabralia Paulista.

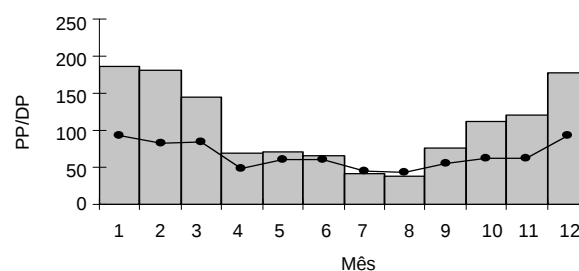


Figura 31. Evolução mensal da precipitação pluvial: Santa Bárbara do Rio Pardo.

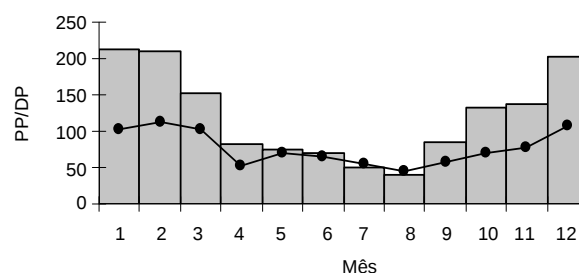


Figura 32. Evolução mensal da precipitação pluvial: Santa Cruz do Rio Pardo.

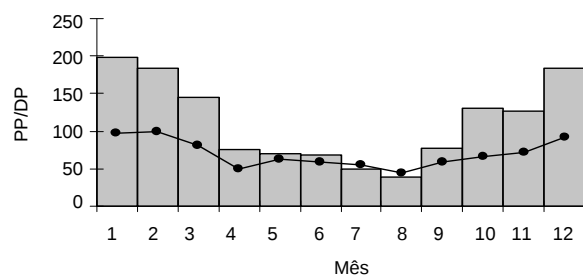


Figura 33. Evolução mensal da precipitação pluvial: Ourinhos.

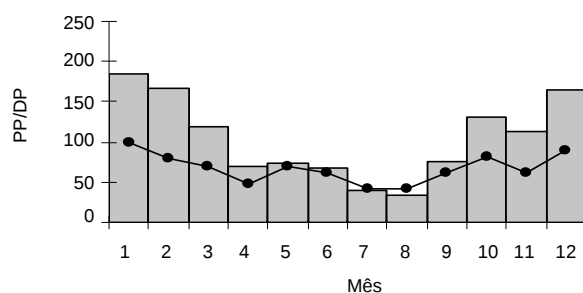


Figura 34. Evolução mensal da precipitação pluvial: Ibirarema.

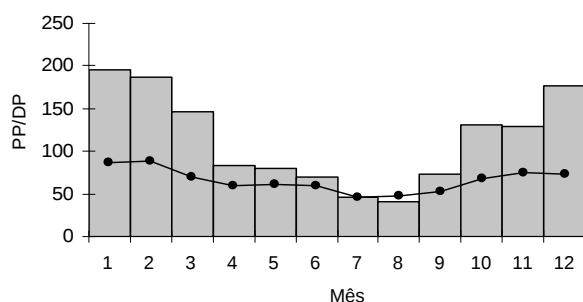


Figura 35. Evolução mensal da precipitação pluvial: Cândido Mota.

Na Figura 36, observam-se os valores médios da precipitação pluvial, para o período de 1970 a 2000, para todas as estações analisadas. Já na Figura 37, estão representados todos os valores das estações analisadas. Tanto em uma figura quanto na outra, pode-se observar uma estrutura de máximos no verão e mínimos no inverno.

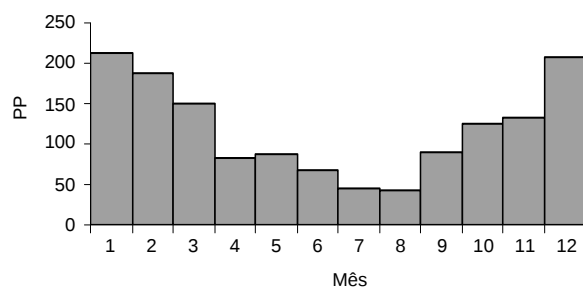


Figura 36. Valores médios de todas as estações.

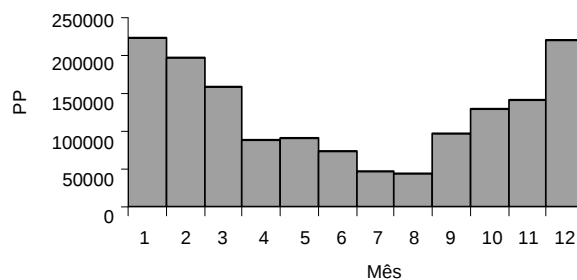


Figura 37. Valores totais para todas as estações.

Pela Análise Multivariada (Método de Ward e distância Euclidiana), foram classificadas cinco áreas homogêneas. Distinguem-se claramente as áreas três, quatro e cinco, embora as áreas quatro e cinco estejam misturadas entre elas (Figuras 38 e 39). Com base nessa classificação, calcularam-se as anomalias representativas de cada área, agrupando-se os totais anuais de todas as séries pluviométricas pertencentes a cada grupo; a seguir, calculou-se o valor médio. A partir deste valor médio, fizeram-se os cálculos das anomalias (Figuras 40 a 41).

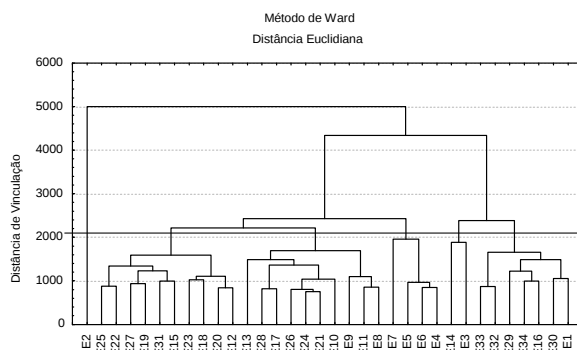


Figura 38. Análise multivariada realizada com as séries de precipitações pluviométricas, para geração de áreas homogêneas, dentro da bacia.

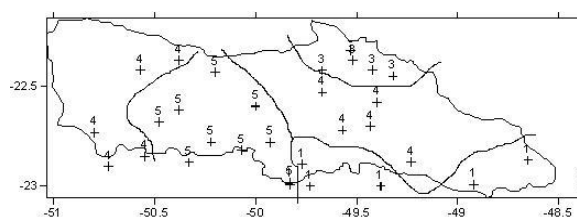


Figura 39. Áreas homogêneas geradas a partir dos dados de precipitação pluvial da bacia, utilizando-se análise multivariada para geração dessas áreas.

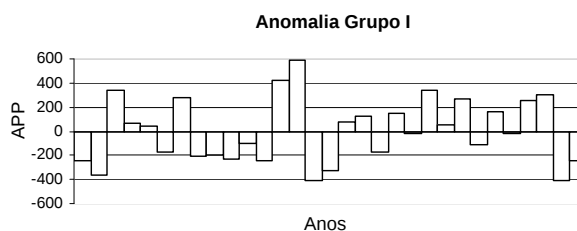


Figura 40. Anomalia das pluviométricas do Grupo I, para o período de 1970 a 2000.

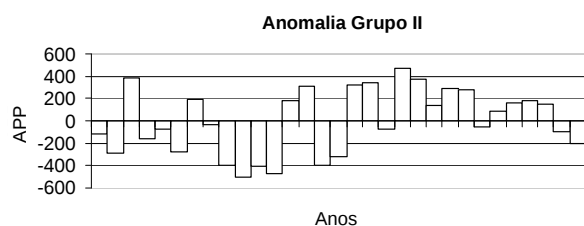


Figura 41. Anomalia das pluviométricas do Grupo II, para o período de 1970 a 2000.

Na Figura 40, pode-se observar a variabilidade pluvial na área homogênea do Grupo I. Nota-se que as anomalias negativas significativas estão marcadamente associadas aos anos 1970, 1971, 1984, 1985, 1999 e 2000. Já as anomalias marcadamente positivas estão associadas aos seguintes anos: 1972, 1976, 1982, 1983, 1991, 1993, 1997 e 1998. Deve-se ressaltar que a maioria desses anos está associado a eventos de El Niño (observar 1982/1983 e 1997/1998: eventos intensos) e La Niña (observar 1984/1985 e 1999/2000).

Na Figura 41, pode-se observar a variabilidade pluvial na área homogênea do Grupo II. Nota-se que as anomalias negativas significativas estão marcadamente associadas ao ano 1971, mas principalmente ao período de 1979 a 1981; a seguir, anomalias negativas em 1984 e 1985. Já as anomalias marcadamente positivas estão associadas aos seguintes anos: 1972, 1976, 1982, 1983 (estes dois anos não apresentaram, nessa área, anomalias tão significativas quanto na área homogênea do Grupo I), 1986, 1987, 1989, 1990, 1992 e 1993. Deve-se ressaltar que o evento El Niño 1997/1998 não foi tão significativo quanto aquele classificado no Grupo I.

Na Figura 42, pode-se observar a variabilidade pluvial na área homogênea do Grupo III. Notam-se anomalias negativas significativas no período de 1978 a 1981, bem como em 2000. As anomalias marcadamente positivas estão associadas aos seguintes anos: 1972, 1982 e 1983.

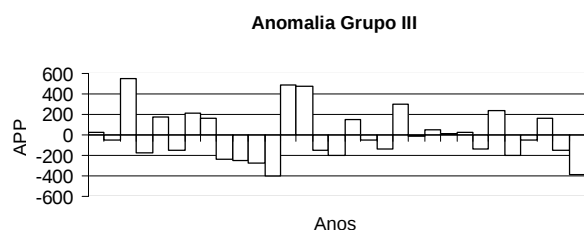


Figura 42. Anomalia das pluviométricas do Grupo III, para o período de 1970 a 2000.

Na Figura 43, pode-se observar a variabilidade pluvial na área homogênea do Grupo IV. Notam-se anomalias positivas significativas no período de 1972 a 1974, 1976, 1982, 1983. As anomalias negativas foram significativas entre 1978 e 1981, além de 1984 e 1985.

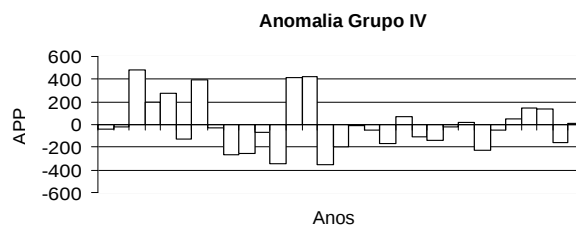


Figura 43. Anomalia das pluviométricas do Grupo IV, para o período de 1970 a 2000.

Na Figura 44, pode-se observar a variabilidade pluvial, na área homogênea do Grupo V. Observaram-se anomalias positivas significativas no período de 1972, 1976, 1982, 1983. As anomalias negativas foram significativas em 1984 e 1985.

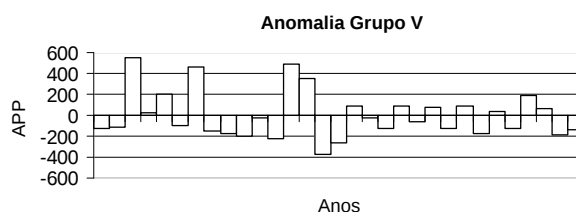


Figura 44. Anomalia das pluviométricas do Grupo V, para o período de 1970 a 2000.

Pode-se considerar significativa a variabilidade na precipitação pluvial na UGRH do médio Paranapanema, com ênfase nos eventos El Niño e La Niña. Observa-se que os anos 1972, 1982 e 1983 apresentaram significativa anomalia positiva em toda a bacia. Já as anomalias negativas, em toda a bacia, estiveram concentradas nos anos 1981, 1984 e 1985.

Conclusão

Os valores médios da Unidade foram de 1.400 mm, em praticamente toda a Unidade, com variabilidade calculada pelo desvio-padrão de 240 mm, aproximadamente.

Pode-se observar que o período seco apresenta valores que oscilam entre 140 e 170 mm, aproximadamente, valores obtidos para o período de estudo. Já no período úmido, esses valores oscilaram entre 550 e 650 mm, dentro do período de estudo. Foram classificados como período seco, os meses de junho, julho e agosto; como período úmido, os meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

A chuva na Unidade apresentou significativa variabilidade de ano para ano. Pode-se observar, pelos cálculos das anomalias, que alguns anos foram secos, como, por exemplo, o ano de 1985, apresentando precipitação pluvial inferior à média climatológica em praticamente toda a Unidade. Em

grande parte da Unidade, as anomalias foram negativas, com valores de 300 mm (negativos), em relação à média climatológica. Já em outros anos, as chuvas superaram a média climatológica, ou seja, as anomalias foram positivas em toda a Unidade.

Referências

- CASARIN, D. P.; KOUSKY, V. E. Anomalias de precipitação no Sul do Brasil e variações da circulação atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 1 p. 83-90, 1986.
- CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; KOUSKY, V. E. **Análise de um caso de atividade convectiva associado a linhas de instabilidade na região Sul e Sudeste do Brasil**. INPE-2574-PRE/222, 1982.
- CHRISTOFOLLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.
- CLIMANÁLISE Especial - **Edição Comemorativa de 10 anos**. CPTEC/INPE, 1996.
- HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 103, p. 77-92, 1977.
- HURRELL, J. W.; VINCENT, D. G. On the maintenance of short-term subtropical wind maxima in the Southern Hemisphere during SOP-1, FGGE. **Journal Climate**, v. 4, p. 1009-1022, 1991.
- KODAMA, Y. M. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 70, p. 813-835, 1992.
- KODAMA, Y. M. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZ. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 71, p. 581-610, 1993.
- MARQUES, R. F. C.; RAO, V. B. A diagnosis of a long lasting blocking event over the Southeast Pacific Ocean. **Monthly Weather Review**, v. 127, p. 1761-1776, 1999.
- MARENGO, J. Interannual variability of deep convection over the tropical South American sector as deduced from ISCCP C2 data. **International Journal of Climatology**, v. 15, p. 995-1010, 1995.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Supren/IBGE, 1979.
- KINTER, J.; DEWITT, D.; DIRMEYER, P.; FENNESSY, M.; KIRTMAN, B.; MARX, L.; SCHNEIDER, E.; SHUKLA, J.; STRAUS, D. The COLA atmosphere – biosphere general circulation model. Volume 1: Formulation. **COLA Technical Report**, n. 51, 1997.
- VIRJI, H. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. **Monthly Weather Review**, v. 109, n. 6, p. 596-610, 1981.

Received on June 16, 2008.

Accepted on August 5, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.