



**Climatologias da Temperatura do Ar e da
Precipitação na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Região Sudeste do Brasil**
Air Temperature and Precipitation Climatologies over Paraíba do Sul River Basin, Southeast Brazil

Camila Silva Brasiliense¹; Claudine Pereira Dereczynski¹;
Prakki Satyamurty²; Sin Chan Chou² & Renata Novaes Calado²

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Instituto de Geociências, Departamento de Meteorologia, Avenida Athos da Silveira Ramos 274, Bloco G, Cidade Universitária, 21941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos,

Rodovia Presidente Dutra km 39, 12630-000, Cachoeira Paulista, São Paulo, Brasil

E-mails: camilabrasiliense@gmail.com; claudine@acd.ufrj.br;

saty.prakki@gmail.com; chou.sinchan@gmail.com; renatacalado@gmail.com

Recebido em: 12/08/2019 Aprovado em: 01/11/2019

DOI: http://dx.doi.org/10.11137/2020_1_355_365

Resumo

Este trabalho analisa as climatologias da temperatura do ar e da precipitação da Bacia do rio Paraíba do Sul (BRPS), localizada na Região Sudeste do Brasil. A precipitação anual varia entre 1000 mm no norte do estado do Rio de Janeiro e 2000 mm sobre a Serra da Mantiqueira. Aproximadamente 80% da precipitação da bacia concentra-se nos meses de outubro a março, sugerindo um regime monçônico na região. A média anual da temperatura média diária varia entre 16°C no extremo sudoeste e 22°C no extremo norte da BRPS. Essa grande variação se deve a localização da BRPS na região de transição entre latitudes médias e tropicais. O efeito da passagem de frentes frias sobre a temperatura e o efeito da atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul sobre a precipitação podem ser observados na distribuição espacial e temporal das variáveis estudadas.

Palavras-chave: monção; variabilidade sazonal; BRPS

Abstract

This work analyzes the characteristics of the temperature and precipitation climatologies over the Paraíba do Sul River Basin (PSRB). The annual precipitation varies from 1000 mm over the northern part of the Rio de Janeiro state and 2000 mm over the Mantiqueira mountains. About 80% of the rainfall occurs in the months of October through March, suggesting a monsoon-like regime. The annual mean daily temperature varies from 16°C in the extreme southwest to over 22°C in the northeast of the basin. This large temperature gradient is due to the location of the BRPS between the tropics and middle latitudes. The effects of the passage of cold fronts on the temperature of the region and the effects of the South Atlantic Convergence Zone on the precipitation distribution are well observed.

Keywords: monsoon; seasonal variability; PSRB

1 Introdução

As variações da precipitação e da temperatura do ar em relação aos seus valores climatológicos podem ter sérias consequências econômicas e sociais. Dessa forma, o conhecimento da climatologia de uma região, especialmente sobre as bacias hidrográficas, fornece importantes subsídios principalmente à gestão dos recursos hídricos. Uma má distribuição espacial e temporal da chuva pode causar transtornos no fornecimento de água para o sistema hídrico. Já a temperatura do ar exerce influência sobre as taxas de aquecimento e evapotranspiração, indicando a disponibilidade de energia do ambiente e, consequentemente, a demanda hídrica ambiental (Ferreira & Silva, 2012). Para saber se uma dada distribuição espacial de temperatura do ar e/ou precipitação em um determinado ano ou em uma certa estação está ou não dentro da normalidade, é preciso conhecer a distribuição esperada, ou seja, sua climatologia.

A Bacia do rio Paraíba do Sul (BRPS - Figura 1), área de estudo deste trabalho, abrange áreas de grande desenvolvimento do Brasil: o Vale do Paraíba Paulista (no Estado de São Paulo), a Zona da Mata Mineira (no Estado de Minas Gerais) e metade do Estado do Rio de Janeiro. Em sua rede de drenagem, que ocupa uma área de aproximadamente 55.500 km², localizam-se importantes reservatórios de usinas hidrelétricas, como Paraibuna, Santa Branca e Funil. Além disso, a bacia tem importante papel na geração de energia e abastecimento para cerca de 15 milhões de pessoas (87% das quais residentes em regiões metropolitanas). Através de um intrincado e complexo conjunto de estruturas hidráulicas, ocorre um desvio das águas do rio Paraíba do Sul para a bacia hidrográfica do rio Guandu, com a finalidade de geração de energia e abastecimento de cerca de nove milhões de pessoas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (CEIVAP, 2001). Marengo & Alves (2005) afirmam que as vazões do Rio Paraíba do Sul, exibem tendências negativas durante os últimos 50 anos que não parecem estar associadas às variações de chuva na bacia. Tais tendências sugerem um possível impacto da influência humana (na forma de gerenciamento dos recursos hídricos, geração de energia, esgotos lançados no rio, irrigação e crescimento populacional) e não uma mudança climática do regime de chuva na bacia.

Nota-se a partir da Figura 1 que a BRPS tem forma alongada, com comprimento cerca de três vezes maior que a largura máxima, e distribui-se no sentido oeste-leste. No seu curso natural, o rio Paraíba do Sul, em território paulista, é ladeado pelas Seras do Mar e da Mantiqueira e se forma pela união dos rios Paraitinga e Paraibuna, passando por todo o Vale do Paraíba e adentrando nos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, onde deságua no Oceano Atlântico, na cidade de São João da Barra (RJ), depois de ter percorrido 1.180 km.

De acordo com CEIVAP (2001) os reservatórios de cabeceira (Paraitinga, Paraibuna e Jaguari) no Estado de São Paulo, juntamente com o reservatório de Funil no Estado do Rio de Janeiro, proporcionam controle bastante satisfatório no que se refere a enchentes de caráter regional nos dois terços superiores do rio. Neles, na maioria das vezes, as inundações urbanas são de âmbito municipal, provocadas pelo transbordamento dos cursos d'água afluentes do Paraíba do Sul, que promovem a drenagem dos núcleos urbanos. Já no terço inferior, afluentes importantes como o rio Muriaé, que ao longo de seu curso atravessa áreas urbanas de diversos municípios, contribuem para recorrentes inundações de caráter regional na bacia, afetando no trecho fluminense, principalmente os municípios de Campos dos Goytacazes, Cardoso Moreira, Italva, Itaperuna, Natividade e Laje do Muriaé e, no trecho mineiro, os municípios de Patrocínio do Muriaé e Carangola. A cheia de janeiro de 1997 chegou a cobrir mais de 95% da área urbana do município de Cardoso Moreira, deixando quase 9 mil desabrigados.

Apesar da BRPS ser uma área estratégica para o país, são poucos os trabalhos que se dedicam a descrever sua climatologia. Um mapa de isoietas anuais da bacia elaborado pelo Serviço Geológico do Brasil, conhecido como Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), encontra-se em CEIVAP (2001), contudo de difícil visualização.

Marengo & Alves (2005), analisando tendências nas séries históricas de vazões do Rio Paraíba do Sul, dedicam uma breve seção ao clima da região. Os autores destacam que as chuvas na BRPS se concentram no período de outubro a março, represen-

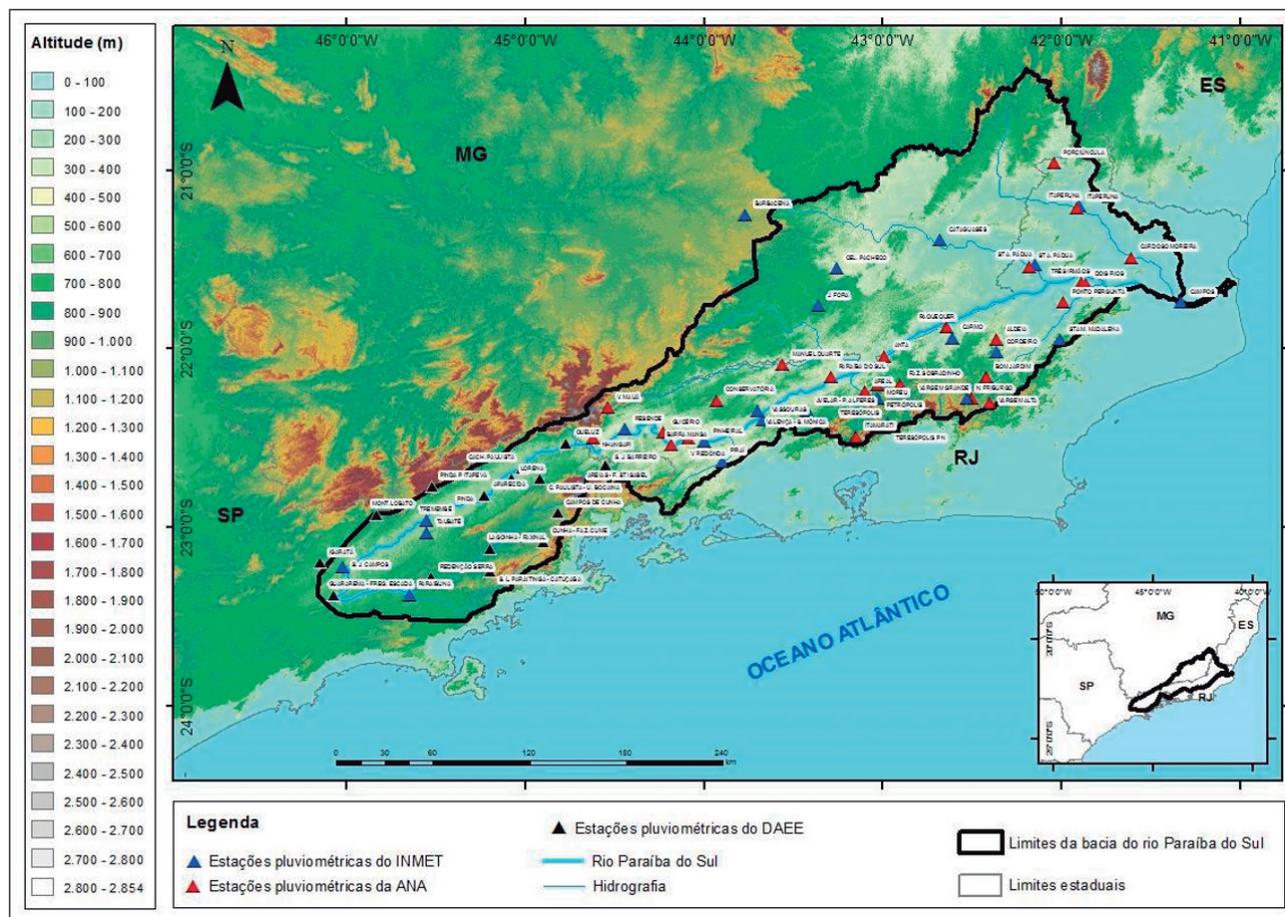


Figura 1 Topografia (m) da Bacia do Rio Paraíba do Sul na Região Sudeste do Brasil e localização das estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Agência Nacional de Águas (ANA) e Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE).

tando aproximadamente 80% do total pluviométrico anual da bacia e que os maiores totais pluviométricos ocorrem nas cabeceiras mineiras da bacia e nos pontos mais altos das Serras do Mar e Mantiqueira, chegando a valores de 2.250 mm/ano. No período do verão a precipitação acumulada oscila entre 200 e 250 mm/mês e no inverno é inferior a 50 mm/mês. Com relação à temperatura do ar os pesquisadores ressaltam que o clima da bacia é caracterizado como subtropical quente, com temperatura média oscilando entre 18 e 24°C.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar as climatologias da precipitação e da temperatura do ar na BRPS, a fim de contribuir para estudos ambientais na região. Na Seção 2 encontram-se a metodologia e os dados utilizados para elaboração da climatologia da região. Nas Seções 3 e 4 estão, respectivamente, os resultados das clima-

tologias da precipitação e da temperatura do ar e finalmente na Seção 5 são apresentadas as conclusões.

2 Metodologia e Dados

O levantamento da climatologia da chuva da BRPS é realizado através de totais pluviométricos mensais do período 1961-1990, coletados de um total de 74 estações pertencentes a três instituições: Agência Nacional das Águas (ANA), Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) do Estado de São Paulo e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), conforme apresentado na Figura 1 e Tabela 1.

A climatologia da temperatura do ar é feita considerando os dados das normais climatológicas de temperatura máxima, mínima e média compensada,

Climatologias da Temperatura do Ar e da Precipitação na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Região Sudeste do Brasil
Camila Silva Brasileira; Claudine Pereira Dereczynski; Prakki Satyamurty; Sin Chan Chou & Renata Novaes Calado

Órgão	Nome da Estação	Estado	Latitude (grau)	Longitude (grau)	Altitude (m)
ANA	Aldeia	RJ	-21,95	-42,36	376
ANA	Anta	RJ	-22,04	-42,99	230
ANA	Areal	RJ	-22,24	-43,1	450
INMET	Avelar - Paty do Alferes	RJ	-22,35	-43,42	507
ANA	Barra Mansa	RJ	-22,54	-44,18	376
ANA	Bom Jardim	RJ	-22,16	-42,42	530
INMET	Campos dos Goytacazes	RJ	-21,75	-41,33	11
ANA	Cardoso Moreira	RJ	-21,49	-41,61	20
INMET	Carmo	RJ	-21,93	-42,62	344
ANA	Conservatória	RJ	-22,29	-43,93	550
INMET	Cordeiro	RJ	-22,02	-42,35	506
ANA	Dois Rios	RJ	-21,64	-41,86	50
ANA	Fazenda Sobradinho	RJ	-22,2	-42,9	650
ANA	Glicério	RJ	-22,47	-44,23	390
ANA	Itamarati	RJ	-22,49	-43,15	1085
INMET	Itaperuna	RJ	-21,2	-41,91	124
ANA	Itaperuna	RJ	-21,21	-41,91	110
ANA	Manuel Duarte	RJ	-22,09	-43,56	396
ANA	Moreli	RJ	-22,2	-43,03	600
INMET	Nova Friburgo	RJ	-22,28	-42,53	857
ANA	Nhangapi	RJ	-22,5	-44,62	440
ANA	Paquequer	RJ	-21,88	-42,64	150
ANA	Paraíba do Sul	RJ	-22,16	-43,29	300
INMET	Petrópolis	RJ	-22,28	-43,03	980
INMET	Pinheiral	RJ	-22,52	-44	385
INMET	Pirai	RJ	-22,63	-43,88	545
ANA	Ponto de Pergunta	RJ	-21,74	-41,99	61
ANA	Porciúncula	RJ	-20,96	-42,04	188
INMET	Resende	RJ	-22,45	-44,44	440
INMET	Santa Maria Madalena	RJ	-21,95	-42,02	620
INMET	Santo Antônio de Pádua	RJ	-21,54	-42,15	96
ANA	Santo Antônio de Pádua	RJ	-21,54	-42,18	70
INMET	São Fidélis ^T	RJ	-21,62	-41,77	74
INMET	Teresópolis	RJ	-22,42	-42,97	874
INMET	Teresópolis – Parque Nacional ^T	RJ	-22,45	-42,93	959
ANA	Três Irmãos	RJ	-21,63	-41,89	42
ANA	Visconde de Mauá	RJ	-22,33	-44,54	1030
ANA	Volta Redonda	RJ	-22,5	-44,09	360
INMET	Valença (Santa Mônica)	RJ	-22,35	-43,7	367

ANA	Vargem Alta	RJ	-22,3	-42,4	1100
ANA	Vargem Grande	RJ	-22,28	-42,5	680
INMET	Vassouras	RJ	-22,4	-43,67	437
DAEE	Aparecida	SP	-22,82	-45,23	520
DAEE	Areias – Fazenda de Santa Isabel	SP	-22,77	-44,7	1580
DAEE	Bananal	SP	-22,68	-44,32	460
DAEE	Cachoeira Paulista	SP	-22,67	-45,02	520
DAEE	Cachoeira Paulista - Usina Bocaina	SP	-22,73	-44,92	560
DAEE	Campos de Cunha	SP	-22,92	-44,82	1020
DAEE	Cruzeiro	SP	-22,58	-44,98	540
DAEE	Cruzeiro - Túnel	SP	-22,5	-45,02	1040
DAEE	Cunha - Fazenda Cume	SP	-23,08	-44,9	900
DAEE	Guararema - Freguesia Escada	SP	-23,38	-46,07	580
DAEE	Igaratá	SP	-23,2	-46,15	780
DAEE	Lagoinha - Faxinal	SP	-23,12	-45,2	840
DAEE	Lorena	SP	-22,73	-45,08	540
INMET	Mogi das Cruzes ^T	SP	-23,55	-46,22	775
DAEE	Mont. Lobato	SP	-22,93	-45,83	680
DAEE	Natividade Serra	SP	-23,38	-45,45	720
INMET	Paraibuna	SP	-23,38	-45,65	649
DAEE	Pindamonhangaba	SP	-22,9	-45,43	528
DAEE	Pindamonhangaba – Pico do Itapeva	SP	-22,77	-45,52	1840
DAEE	Piquete - Represa	SP	-22,6	-45,22	860
DAEE	Queluz	SP	-22,53	-44,77	500
DAEE	Redenção Serra	SP	-23,28	-45,53	740
DAEE	São José do Barreiro	SP	-22,65	-44,55	530
INMET	São José dos Campos	SP	-23,23	-45,83	643
DAEE	São Luís do Paraitinga - Catuçaba	SP	-23,25	-45,2	830
DAEE	Silveiras	SP	-22,67	-44,85	620
INMET	Taubaté	SP	-23,02	-45,55	577
INMET	Tremembé	SP	-22,97	-45,55	546
INMET	Barbacena	MG	-21,25	-43,77	1171
INMET	Cataguases	MG	-21,38	-42,68	168
INMET	Coronel Pacheco	MG	-21,57	-43,25	435
INMET	Juiz de Fora	MG	-21,77	-43,35	940

Tabela 1 Informações sobre as 74 estações do INMET, ANA e DAEE utilizadas neste trabalho. As 20 estações destacadas em negrito possuem dados de temperatura do ar e precipitação e as 3 estações marcadas com a letra “T” possuem apenas dados de temperatura do ar. As demais estações apresentam apenas dados de precipitação.

no período de 1961-1990, para 23 estações meteorológicas do INMET obtidas em INMET (2009): 20 estações com dados de temperatura do ar destacadas em negrito e as 3 marcadas com a letra “T” na Tabela 1.

Ressalta-se que apesar das estações Barbacena e Mogi das Cruzes localizarem-se fora dos limites da bacia, seus municípios fazem parte da BRPS. Dentre as 23 estações, apenas a estação de Avelar - Paty do Alferes (RJ) não possui a normal climatológica no período de 1961 a 1990 por ser uma estação mais recente do que as demais. Dessa forma, foi elaborada uma climatologia para essa estação a partir dos dados mensais disponíveis entre os anos de 1985 e 2015 (31 anos).

O cálculo da temperatura média compensada (TM_c) é realizado a partir da Equação 1:

$$TM_c = \frac{T_{max} + T_{min} + T_{12Z} + 2T_{24Z}}{5} \quad (1)$$

Os mapas de distribuição espacial das variáveis são construídos para todo o ano e também sazonalmente. Considera-se para a estação do verão o trimestre dezembro-janeiro-fevereiro, para o outono março-abril-maio, para o inverno junho-julho-agosto e para primavera o trimestre setembro-outubro-novembro.

3 Climatologia da Precipitação

A distribuição espacial da climatologia da precipitação anual na BRPS é apresentada na Figura 2. Observa-se que os maiores totais pluviométricos anuais ocorrem nas regiões montanhosas da Serra da Mantiqueira, como em Visconde de Mauá (2296 mm), no Pico do Itapeva (1951 mm) e em Cruzeiro - Túnel (1766 mm), estações localizadas acima dos 1000 m de altitude.

Na região da Serra da Bocaina, entre os estados de Rio de Janeiro e São Paulo, também são encontrados elevados totais pluviométricos anuais, como por exemplo, na estação de Areias – Fazenda de Santa Isabel (1670 mm) que está localizada a 1580 m de altitude. A região do Vale do Paraíba, entre as Serras da Bocaina e da Mantiqueira, também apresenta totais pluviométricos anuais relevantes

mesmo nas estações com altitudes inferiores aos 900 m, como pode ser observado nas estações de Monteiro Lobato (1741 mm) a 680 m, Cachoeira Paulista – Usina Bocaina (1725 mm) a 560 m, São José do Barreiro (1616 mm) a 530 m, Piquete – Represa (1604 mm) a 860 m e Silveiras (1577 mm) a 620 m.

No estado do Rio de Janeiro, na região da Serra do Mar (Região Serrana do Rio de Janeiro - RSRJ), também são encontrados valores elevados de total pluviométrico anual, com valores que atingem 1664 mm em Teresópolis e 1586 mm em Vargem Alta. Em Minas Gerais, nas estações de Juiz de Fora e Coronel Pacheco, os totais pluviométricos anuais são altos, superiores a 1500 mm, 1597 mm e 1540 mm, respectivamente.

A precipitação é reduzida em direção à depressão do rio Paraíba do Sul e também em direção ao norte e noroeste fluminense. Nessas regiões algumas estações apresentam total pluviométrico anual inferior a 1000 mm, por exemplo, nas estações Cardoso Moreira (908 mm) e Três Irmãos (997 mm), localizadas no norte e noroeste fluminense respectivamente. Em Campos dos Goytacazes e Itaperuna os totais pluviométricos anuais também são relativamente baixos, respectivamente 1031 e 1135 mm. Nos estados de São Paulo e Minas Gerais, as estações de Paraibuna e Cataguases também apresentam totais pluviométricos anuais baixos, inferiores a 1200 mm. Maiores precipitações nas estações elevadas indicam que obstruções aos ventos úmidos na baixa troposfera forçam a convergência de umidade, na escala das ondulações orográficas, e aumentam a atividade convectiva. E, descidas de correntes de ar nos vales ou depressões inibem ou reduzem a formação de convecção e por sua vez a precipitação.

Em relação à distribuição sazonal da precipitação climatológica (Figura 3), observa-se que durante as estações da primavera e do verão ocorrem os maiores volumes de chuva na região da BRPS, correspondendo em média a 73% do total de chuva anual da região. Dentre as 71 estações pluviométricas utilizadas neste estudo as porcentagens variam entre 68 e 81. Considerando apenas a estação do verão, nota-se que a mesma representa, em média, 48% do total de chuva anual que incide sobre a bacia, com

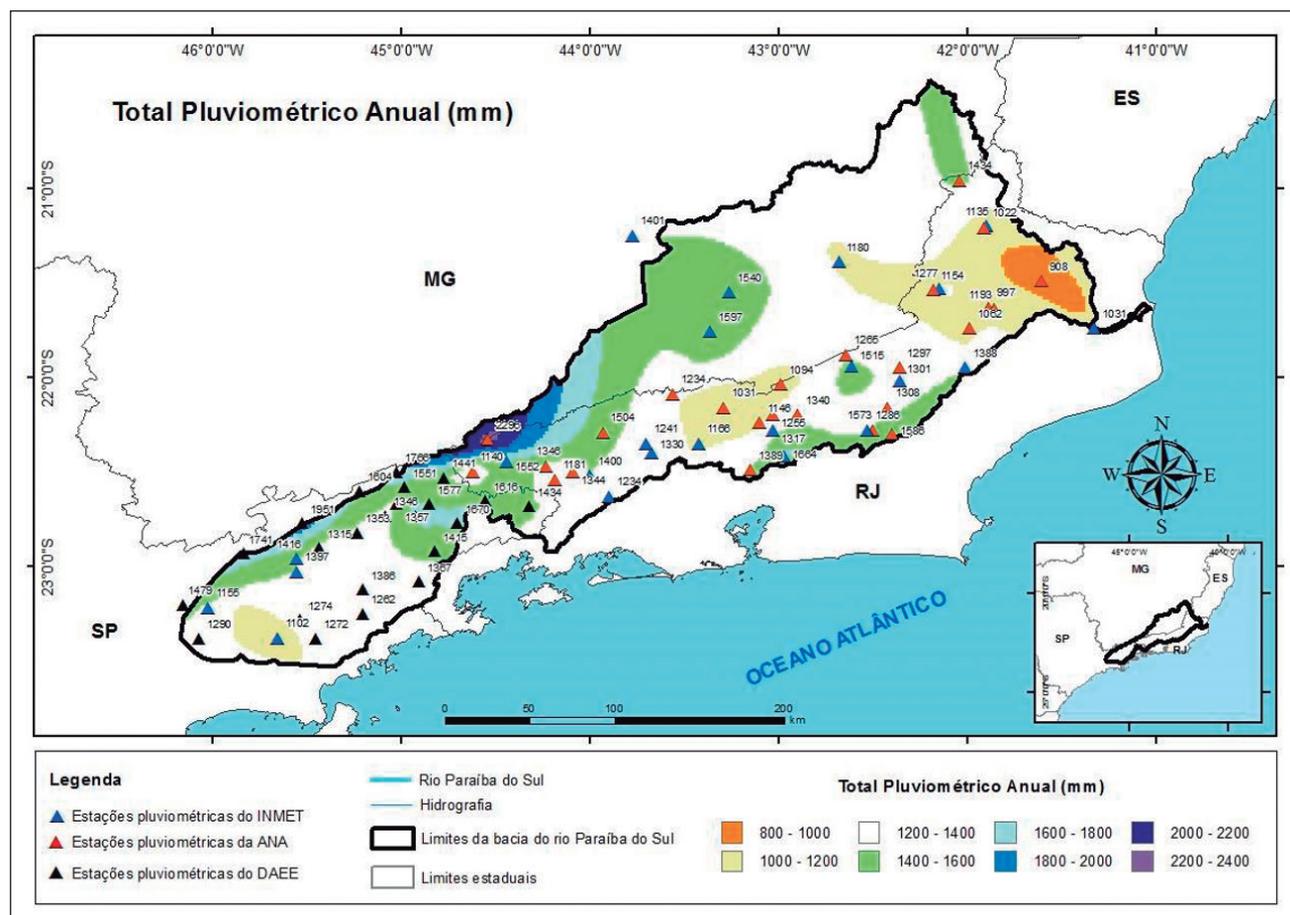


Figura 2 Climatologia da precipitação anual (mm/ano) do período 1961-1990 na BRPS elaborada a partir das estações do INMET, ANA e DAEE listadas na Tabela 1.

algumas estações atingindo até 55% do total pluviométrico anual, como em Glicério, Vargem Grande e Aldeia, todas no Rio de Janeiro. Como esperado, o inverno é a estação onde ocorrem os menores índices pluviométricos, acumulando em média apenas 6% do total de chuva anual da BRPS. Nas estações de transição, outono e primavera, o acumulado médio é de, respectivamente, 20 e 26%, sendo a primavera mais úmida do que o outono.

Uma estação chuvosa bem definida é característica das regiões monçônicas (Veiga *et al.*, 2002). O cavado monçônico sobre a América do Sul corresponde a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sazonal (Reboita *et al.*, 2010) que se forma no final da primavera e permanece durante o verão e, muitas vezes, dura até o início do outono. A ZCAS é uma faixa de atividade convectiva alongada desde o

sul da Amazônia até o Sudeste brasileiro e o oceano Atlântico Sul adjacente (Kodama, 1992). A região do estudo, BRPS, está localizada na faixa de formação de ZCAS.

A Figura 4 apresenta os ciclos anuais dos totais pluviométricos mensais climatológicos em 6 estações selecionadas na BRPS, dentre as 71 apresentadas na Tabela 1. As estações foram selecionadas a fim de apresentar a grande variabilidade espacial da precipitação dentro da bacia. Duas estações mais chuvosas, Pindamonhangaba – Pico do Itapeva e Visconde de Mauá, localizadas na Serra da Mantiqueira; duas estações localizadas ao norte da BRPS, Cardoso Moreira e Santo Antônio de Pádua, representando a região mais seca da bacia; e duas estações localizadas na parte sul da BRPS, Cruzeiro e São José dos Campos. Como esperado, as chuvas são

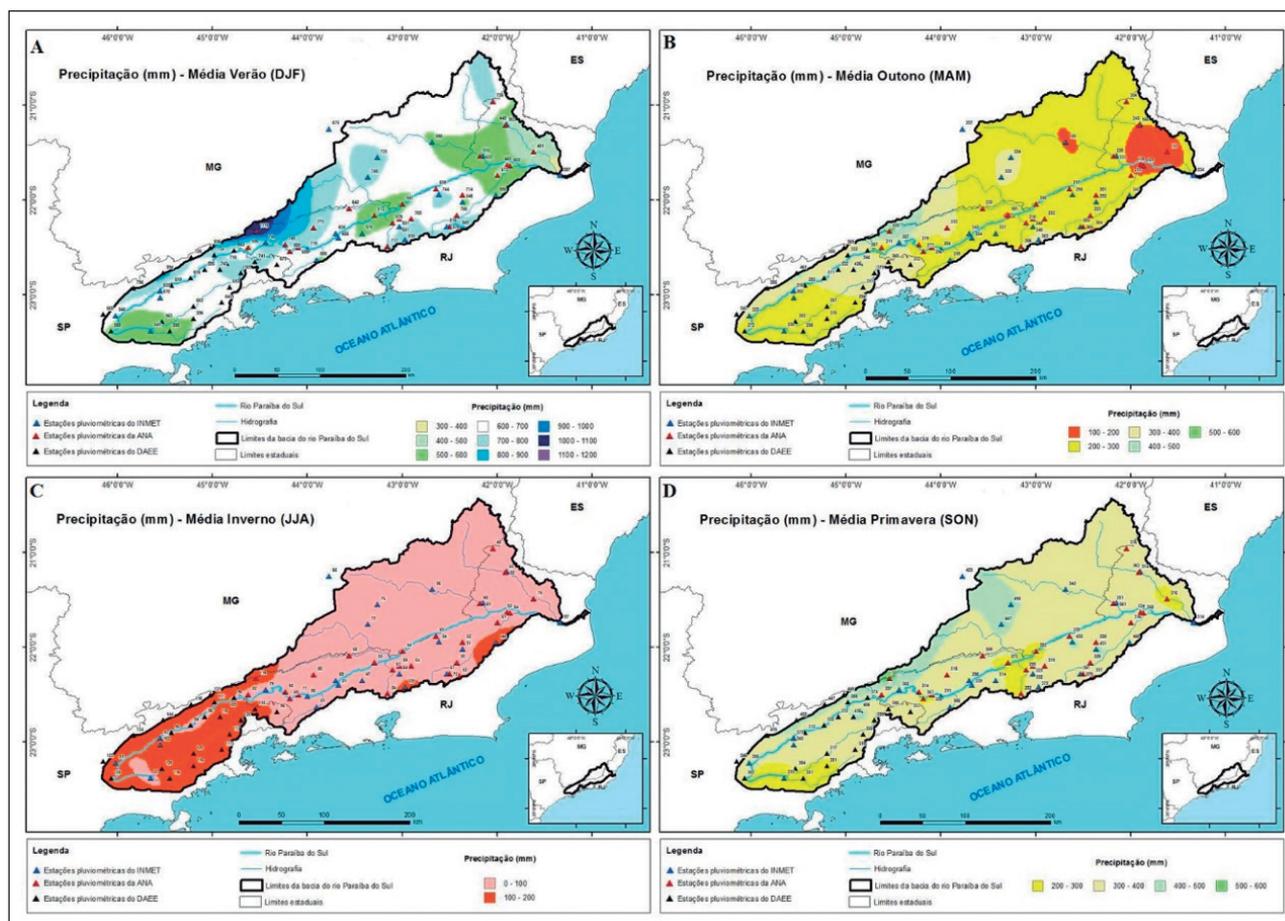


Figura 3 Distribuição espacial da climatologia sazonal (1961-1990) da precipitação (mm/mês) para as seguintes estações: A. verão; B. outono; C. inverno; D. primavera.

mais elevadas nos meses da segunda metade da primavera até a primeira metade do outono, isto é, entre os meses de outubro e março (79% do total pluviométrico anual). Em geral entre abril e setembro as chuvas são mais fracas, sendo apenas 21% do total anual, atingindo um mínimo no mês de julho, com apenas 18 mm em Santo Antônio de Pádua (RJ). Nos meses secos as chuvas são causadas principalmente pela passagem de sistemas frontais (Dereczynski *et al.*, 2009). Observa-se que as maiores diferenças nos acumulados de chuva mensal entre tais estações ocorrem no período chuvoso, principalmente nas estações com altitudes elevadas. Outra observação interessante é a reduzida variabilidade espacial das médias mensais nos meses de inverno, enquanto que no verão a variabilidade é grande entre as estações meteorológicas. Essa grande variabilidade espacial no verão é refletida nos totais anuais.

4 Climatologia da Temperatura do Ar

Acredita-se que as menores temperaturas na BRPS ocorram no Pico das Agulhas Negras (RJ), localizado a uma altitude de 2787 m, porém os dados nas proximidades dessa região só estão disponíveis para a estação do INMET no Alto do Itatiaia, onde são divulgados apenas os extremos de temperatura do ar e precipitação do período 1914-1942 (INMET, 2010). De acordo com essa publicação do INMET, a menor temperatura mínima foi de $-6,0^{\circ}\text{C}$ no Alto do Itatiaia, observada no dia 11/07/1918, sendo também o menor valor registrado em todo o estado do Rio de Janeiro no período. O maior valor de temperatura máxima de $23,1^{\circ}\text{C}$ nesse local foi registrado em 27/09/1916.

A Figura 5 apresenta a distribuição espacial das climatologias anuais das temperaturas máxima,

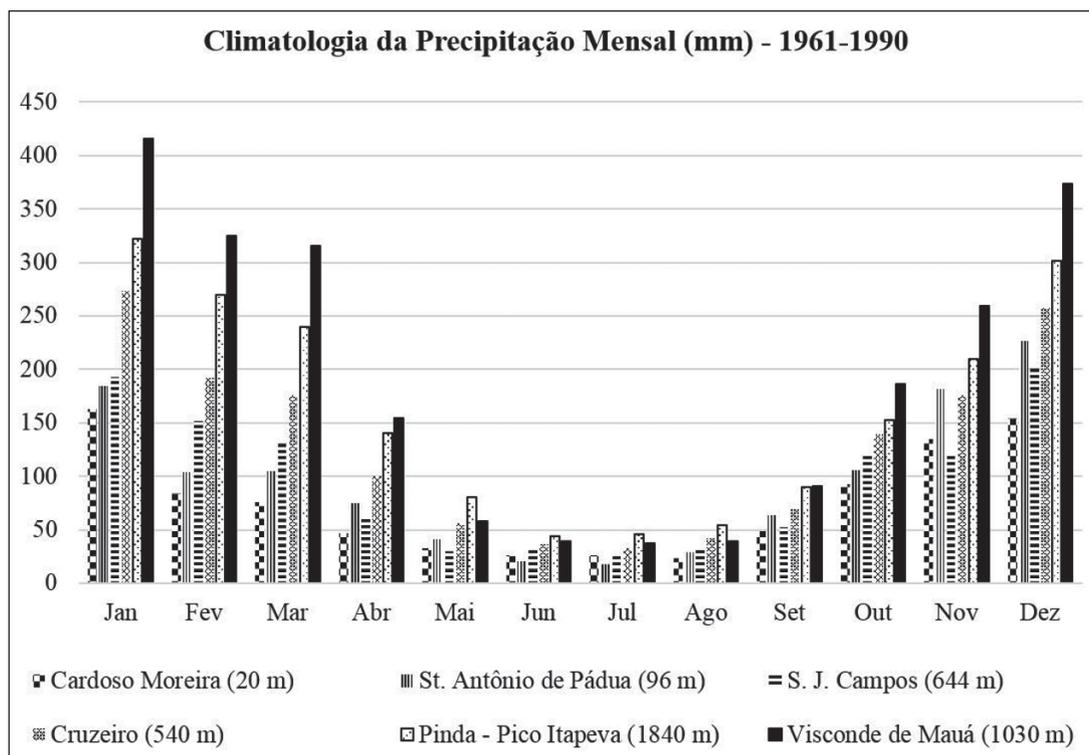


Figura 4 Ciclo anual da precipitação mensal (mm/mês) climatológica no período 1961-1990 para as estações Cardoso Moreira (RJ), Santo Antônio de Pádua (RJ), São José dos Campos (SP), Cruzeiro (SP), Pindamonhangaba – Pico do Itapeva (SP) e Visconde de Mauá (RJ), com suas respectivas altitudes (m).

média compensada e mínima diárias sobre a BRPS. Nota-se que a temperatura do ar é mais elevada nas Regiões Norte e Noroeste Fluminense e mais baixa na RSRJ (estações Teresópolis e Nova Friburgo) e também no sul da BRPS em São José dos Campos, Paraibuna e Mogi das Cruzes e ainda em Barbacena localizada no estado de Minas Gerais. No norte/noroeste do Rio de Janeiro a média anual das temperaturas máximas diárias atinge 31°C em São Fidélis e 30°C em Itaperuna e Cataguases, Santo Antônio de Pádua e Carmo, enquanto a média anual das temperaturas mínimas diárias atinge 20°C em Campos dos Goytacazes e 19°C em Itaperuna e Cataguases e Santo Antônio de Pádua. Observa-se, portanto, uma amplitude térmica média anual de aproximadamente 12°C na região. Na RSRJ a amplitude térmica é de aproximadamente 10°C, com máxima de 24°C e mínima de 14°C. A maior amplitude térmica na BRPS ocorre em São José dos Campos, com mínima de 13°C e máxima de 27°C, portanto uma amplitude de 14°C. Com relação à temperatura média compensada observam-se na BRPS maiores valores no norte (aproximadamente 24°C) e menores valores na RSRJ (18°C) e São José dos Campos (19°C) e valores entre 20 e 23°C nas demais áreas da bacia. No-

ta-se, portanto a forte influência da topografia sobre a temperatura, com áreas mais frias nas regiões mais elevadas conforme esperado. Além disso, percebe-se que mesmo a pequena variação latitudinal (entre 21°S e 24°S) afeta a variação espacial das temperaturas na região, devido a bacia estar localizada entre latitudes média e tropicais.

Os ciclos anuais da temperatura do ar em duas estações selecionadas do INMET localizadas na BRPS são apresentados na Figura 6. As estações Campos e Teresópolis – Parque Nacional foram selecionadas para representar, respectivamente, as regiões mais quente e mais fria na BRPS. Observa-se que os ciclos anuais das temperaturas máxima, média compensada e mínima exibem padrão semelhante, máximos ocorrendo no verão e mínimos no inverno. Maiores diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas são observadas durante o inverno, em razão da maior estabilidade, baixa umidade do ar e reduzida nebulosidade nessa época do ano, promovendo uma maior variação da temperatura ao longo do dia. No norte/noroeste fluminense os ciclos anuais nas estações Santo Antônio de Pádua e Campos dos

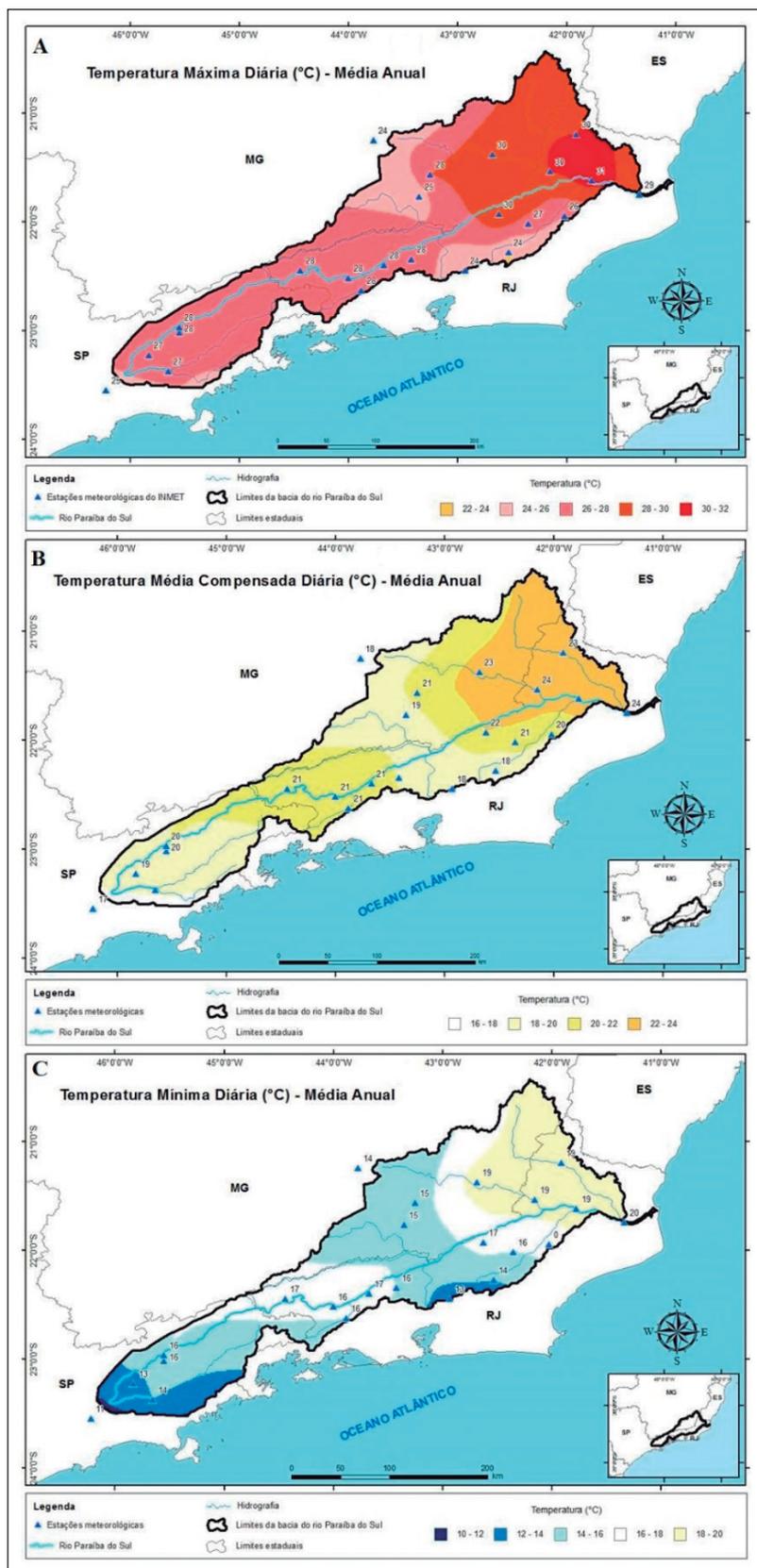


Figura 5 Climatologias (1961-1990) das temperaturas médias anuais (°C) do ar: A. Temperatura máxima diária; B. Temperatura média compensada; C. Temperatura mínima diária.

Goytacazes exibem comportamento bastante semelhante, no entanto as temperaturas mínimas em Santo Antônio de Pádua são inferiores nos meses mais frios (maio a agosto) e as temperaturas máximas são levemente mais elevadas. Como a cidade de Campos dos Goytacazes está mais próxima do litoral do que Santo Antônio de Pádua, provavelmente suas temperaturas mínimas não diminuem muito no inverno e nem as máximas são muito elevadas durante o ano. Nessas estações a temperatura máxima atinge em média 33°C de janeiro a março e a temperatura mínima varia entre 14 e 17°C em julho. As estações localizadas na RSRJ, Teresópolis e Nova Friburgo, exibem ciclo anual bastante semelhante, com temperaturas máximas em torno de 27°C em janeiro e fevereiro e temperaturas mínimas próximas a 10°C em julho.

A distribuição espacial das temperaturas máxima e mínima para as quatro estações do ano também foram construídas para a BRPS (figura não apresentada). A partir da análise sazonal percebe-se que as temperaturas de outono na bacia são ligeira-

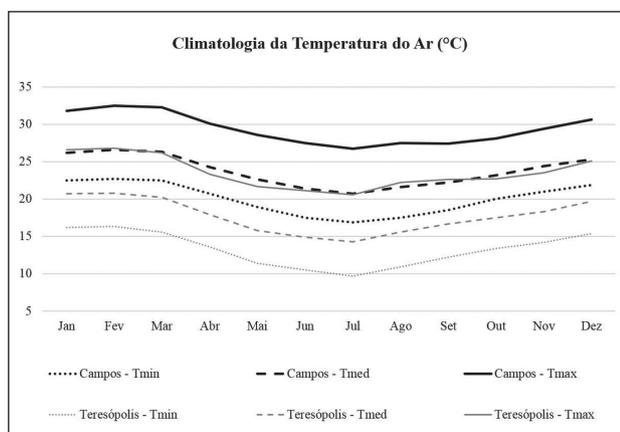


Figura 6 Ciclos anuais das temperaturas (°C) máxima, média compensada e mínima para o período 1961-1990 nas estações de Campos e Teresópolis (Parque Nacional), ambas localizadas no Rio de Janeiro.

mente mais elevadas do que as temperaturas na primavera (aproximadamente 1°C). Essa observação indica uma característica interessante: o decaimento sazonal da temperatura de verão para o inverno é mais lento do que a elevação da temperatura de inverno para o verão.

A partir dos valores absolutos encontrados nessa climatologia de temperatura máxima e mínima sazonais nota-se que a maior temperatura máxima média foi registrada na estação de Santo Antônio de Pádua, no noroeste fluminense, com 33°C no verão, enquanto que a menor temperatura mínima média foi registrada na estação de São José dos Campos, no Vale do Paraíba Paulista, com apenas 9°C no inverno. Já a menor temperatura máxima média registrada ocorreu na estação de Teresópolis (Parque Nacional), na RSRJ, com apenas 21,3°C durante o inverno, e a maior temperatura mínima média registrada aconteceu em Campos dos Goytacazes, no norte fluminense, com 22,4°C durante o verão. Observa-se que os valores das temperaturas máximas e mínimas médias na BRPS costumam ser menores em regiões de altitude elevadas, como por exemplo, Barbacena, Juiz de Fora, Nova Friburgo e Teresópolis (Parque Nacional), onde todas as estações estão acima dos 850 m de altitude. A exceção ocorre em São José dos Campos, no Vale do Paraíba, onde é observada a menor temperatura mínima média dentro da BRPS, sendo que a mesma se encontra a uma altitude de 644 m. Uma explicação para esse comportamento pode estar associada ao fato que a cidade de São José dos Campos é afetada mais frequentemente pelas passagens de frentes frias, com consequente canalização do ar frio no extremo sudoeste do Vale do Paraíba.

5 Conclusões

O estudo da climatologia da BRPS revela que as temperaturas mais baixas e os maiores totais pluviométricos ocorrem nas estações localizadas nas Serras da Mantiqueira e do Mar. As maiores temperaturas e os menores índices pluviométricos ocorrem no norte/noroeste da bacia. Em Campos dos Goytacazes, no norte fluminense, as médias anuais da máxima, da média compensada e da mínima são respectivamente: 29,4, 23,7 e 20,1°C. Em Teresópolis, localizada na Serra dos Órgãos, trecho carioca da Serra do Mar, esses valores sofrem uma queda de aproximadamente 6°C para as médias anuais da máxima, da média compensada e da mínima, respectivamente de 23,5, 17,7 e 13,3°C. Observam-se baixos valores de temperatura no sul da BRPS, como

em Mogi das Cruzes e São José dos Campos, ambas em São Paulo, e em Barbacena em Minas Gerais. Nota-se a forte influência da topografia e da latitude sobre a temperatura na BRPS, com áreas mais frias nas regiões mais elevadas e em latitudes mais altas, além disso, percebe-se também a influência da proximidade do mar na variação de temperatura.

A passagem dos sistemas frontais influencia diretamente a temperatura do ar, enquanto que a atuação da ZCAS influencia a precipitação, principalmente durante o verão. O efeito orográfico nas estações localizadas nas regiões serranas também é muito evidente na climatologia. Por ser uma região de transição entre os trópicos e as latitudes médias, a variação térmica de sudoeste para nordeste da BRPS é apreciável, sendo de aproximadamente 8°C em apenas 500 km de extensão.

Nota-se que os maiores totais pluviométricos anuais ocorrem nas estações localizadas na Serra da Mantiqueira, com valores que atingem 2296 mm em Visconde de Mauá e 1951 mm no Pico do Itapeva, em Pindamonhangaba. Outros acumulados significativos de precipitação são encontrados também na região da Serra da Bocaina (SP) e da Serra do Mar (RJ), como em Areias – Fazenda de Santa Isabel (1670 mm) e em Teresópolis (1664 mm), respectivamente. A precipitação é reduzida em direção à depressão do Paraíba do Sul e também em direção ao norte e noroeste fluminense. Nessas regiões algumas estações apresentam total pluviométrico anual inferior a 1000 mm, como em Cardoso Moreira (908 mm) e em Três Irmãos (997 mm).

Os resultados obtidos aqui concordam qualitativamente com aqueles apresentados por Marengo e Alves (2005). Todavia, o presente trabalho apresenta maiores detalhes e explicações.

6 Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido como parte da dissertação de mestrado da primeira autora, realiza-

do no Programa de Pós-Graduação em Meteorologia (PPGM) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio através do Projeto CNPq/FN-DCT No. 400071/2014-2 e aos órgãos ANA, DAEE, INMET e INPE pela disponibilização dos dados.

7 Referências

- CEIVAP. 2001. Comitê da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Bacia do rio Paraíba do Sul: Livro da Bacia. Brasília. Agência Nacional de Águas. Brasília, Distrito Federal.
- Dereczynski, C.P.; Oliveira, J.S. & Machado, C.O. 2009. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 24(1): 24-38.
- Ferreira, V.O. & Silva, M.M. 2012. O Clima da Bacia do Rio Jequitinhonha, em Minas Gerais: Subsídios para a Gestão de Recursos Hídricos. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2: 302-319.
- INMET. 2009. Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Fortes. Brasília, DF. 465 p, CD-ROM, 2009. ISBN: 978-85-62817-01-4.
- INMET. 2010. Instituto Nacional de Meteorologia. Valores Extremos Observados a cada Mês nas Estações convencionais do Estado do Rio de Janeiro. CD-ROM, 2010.
- Kodama, Y. 1992. Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zones, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. *Journal of Meteorological Society of Japan*, 70: 813-836.
- Marengo, J.A. & Alves, L.M. 2005. Tendências Hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 20(2): 215-226.
- Reboita, M.S.; Gan, M.A.; da Rocha, R.P. & Ambrizzi, T. 2010. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 25(2): 185-204.
- Veiga, J.A.P.; Marengo, J.A. & Rao, V.B. 2002. A influência das anomalias de TSM dos oceanos Atlântico e Pacífico sobre as chuvas de monção da América do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 17(2): 181-194.