

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Graziela Balda Scofield
Instituto Tecnológico Aeronáutico - ITA
Praça Mal. Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias, São José dos Campos-SP, 12228-900
e-mail: graziela@infra.ita.cta.br

Cláudia Cristina dos Santos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE / MARSP
Av. dos Astronautas, 1758, Jd. da Granja, São José dos Campos-SP, 12.227-010
e-mail: claudiac@met.inpe.br

Nelson Jesus Ferreira e Maria Paulete Pereira Martins Jorge
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE / MARSP
Av. dos Astronautas, 1758, Jd. da Granja, São José dos Campos-SP, 12.227-010
e-mail: nelson@ltd.inpe.br, paulete@met.inpe.br

ABSTRACT

This work analyses the climatological features of air temperature, specific humidity and rainfall totals from the meteorological station located in São José dos Campos Airport, SP, using the 1974 to 1998 data period. The results show that according to the Köppen classification, São José dos Campos has an A_w climate type. Thus, the winter is relatively dry with mean monthly rainfall totals less than 50 mm and rainy summer with monthly rainfall totals above 148 mm. It is shown that in average rains 120 days per year, 19 days in January, 17 days in December, 16 days in February, 15 days in March and only 6 days in July. Analysis of the year-to-year variability of rainfall shows that during El Niño and La Niña years, the rainfall is above than normal year values. Analysis of air temperature shows that maximum values vary between 23,3 °C in July and 30,2 °C in February. On the other hand, the minimum temperatures range between 11,7 °C in June and 19,8 °C in February. During some El Niño and La Niña events (e.g. 1977, 1994), the annual mean air temperature is above than average values. On the other hand, the analysis of specific humidity shows that typically the highest values occurs during summer time and the smallest ones during the winter period. This variable shows small interannual variability.

1 – Introdução

Nas últimas décadas, devido às evidências das mudanças globais, tem havido uma preocupação crescente com o clima de nosso Planeta. Nesse sentido, um número significativo de trabalhos tem abordado essa temática. No Brasil, a nível regional, ainda há uma carência de estudos para caracterização climática. A disponibilidade dessas informações é importante principalmente para o planejamento urbano, agrícola e industrial.

A cidade de São José dos Campos, situada no Vale do Paraíba, constitui-se num dos mais importantes pólos industriais do Estado de São Paulo. Esta região engloba trinta e seis cidades somando mais de um milhão e seiscentos mil habitantes e possui características geográficas particulares que requerem um desenvolvimento sustentável baseado no uso e gerenciamento adequados de seus recursos ambientais. Como importante exemplo está o Rio Paraíba que é utilizado para irrigação, pesca, lazer, extração de areia e principalmente como fonte de captação de água e destino dos resíduos da sociedade que o margeia. Neste contexto, a caracterização climática da região é importante para orientar os responsáveis pelos setores produtivos, de defesa civil, transportes rodoviário e aéreo, departamentos, secretarias de serviços gerais e meio ambiente, bombeiros, e a população em geral.

No passado foram realizados alguns estudos sobre o clima de São José dos Campos. Setzer e Pereira Jr. (1988), apresentaram tabelas sobre médias meteorológicas do Vale do Paraíba e proximidades. Com o intuito de apresentar uma climatologia estendida e contribuir para o aprimoramento do conhecimento do clima da região. Perella e outros, (1998) analisaram a distribuição da intensidade das chuvas em São José dos Campos, durante a

estação chuvosa, particularmente para o período de Outubro de 1995 a Março de 1996, identificando os locais da cidade mais vulneráveis à ocorrência de episódios de chuvas intensas. Uma análise sobre as características climatológicas de nevoeiro em São José dos Campos foi documentada por Perella e Sakuragi (1998). O presente trabalho analisa a temperatura, a umidade específica do ar e a precipitação medidas pela estação meteorológica do Aeroporto de São José dos Campos. O período analisado estende-se de 1974 a 1998 e enfoca o comportamento anual e inter-anual das médias mensais das variáveis mencionadas.

2- Dados e Metodologia

Neste trabalho utilizaram-se os dados da estação meteorológica do Aeroporto de São José dos Campos, pertencente ao Instituto de Atividades Aeroespaciais Espacial do Centro Tecnológico de Aeronáutica (IAE/CTA). A Tab. 1 mostra a sua localização, assim como o período de tempo dos dados.

Tabela 1: Localização e período de tempo de dados das estações meteorológicas analisadas neste estudo

Município	Latitude	Longitude	Altitude	Período
São José dos Campos	23°45'S	45°51'W	630 m	1974/1998

A partir destes dados foram calculadas as médias mensais e anuais da precipitação; as médias das mínimas e as médias das máximas mensais e anuais da temperatura do ar e da umidade e a frequência de dias de chuva.

3 – Climatologia de São José dos Campos

3.1- Análise da Precipitação

A Fig. 1 mostra a distribuição média mensal da precipitação para o período de 1974 a 1998 para São José dos Campos. Nota-se que a estação do ano mais seca ocorre nos meses de Junho à Agosto, com totais mensais inferiores a 50 mm. Junho e Julho são os meses que tipicamente ocorrem os menores índices de precipitação. Como esperado, a estação chuvosa ocorre no verão sendo Janeiro o mês mais chuvoso (210,7 mm), seguido por Dezembro (175,3 mm), Fevereiro (172,8 mm) e Março (148,4 mm).

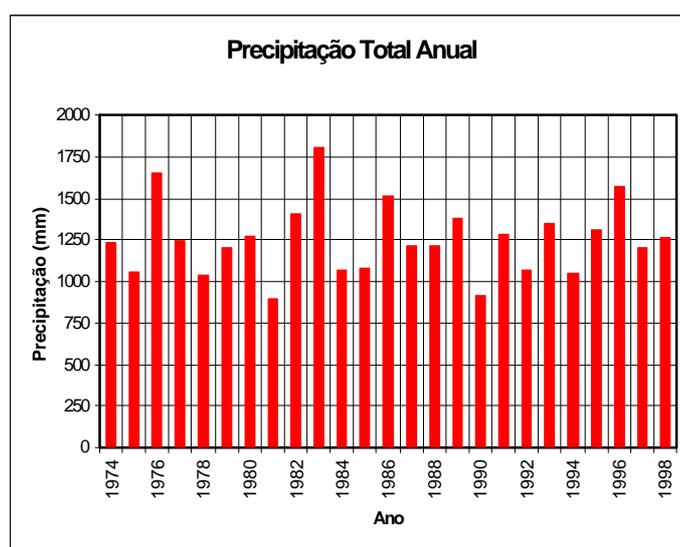
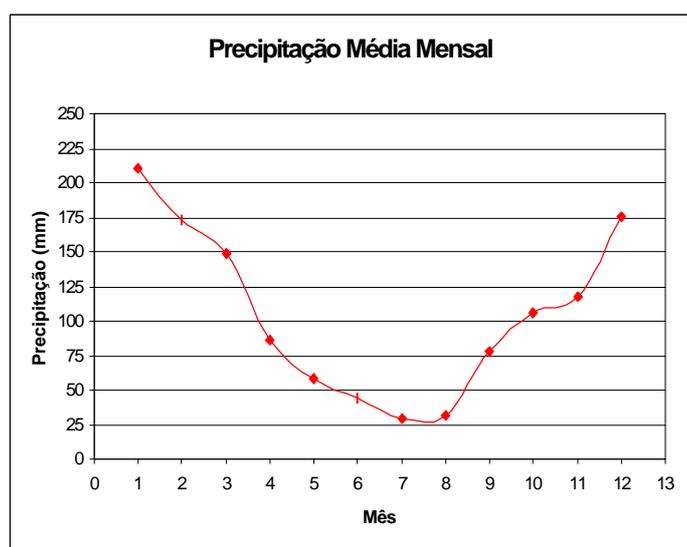


Figura 1: Precipitação média mensal para o período de 1974 a 1998. Figura 2: Precipitação total anual para o período de 1974 a 1998.

Na Fig. 2 encontra-se a distribuição do total anual de precipitação durante o período considerado. Observa-se que os valores variam de 891 a 1809 mm, sendo que a média anual para este período é de 1252 mm. No que se refere a variabilidade inter-anual, a Tab. 2 mostra o comportamento dessa variável durante os anos de anomalias

climáticas conhecidas. Em média observa-se que em anos de El Niño e La Niña chove mais do que nos "anos normais". Não há uma diferença significativa entre os totais anuais de precipitação nos anos de El Niño e La Niña, ou seja, ocorrem valores elevados nas duas situações. Outra característica observada é a ocorrência de grande variabilidade anual do total de precipitação nos diversos eventos de El Niño.

Tabela 2: Anos de ocorrência de El Niño, La Niña e “anos normais”, com seus respectivos valores de precipitação total anual.

El Niño		La Niña		"Anos Normais"	
Ano	Total (mm)	Ano	Total (mm)	Ano	Total (mm)
1976	1650.3	1974	1230.7	1979	1205.8
1977	1244.7	1975	1063.1	1980	1269.5
1978	1036.2	1976	1650.3	1981	891.4
1982	1411.2	1988	1213.1	1984	1071.9
1983	1809.7	1989	1378.7	1985	1082.0
1986	1511.9	1995	1309.9	1990	917.2
1987	1217.9	1996	1576.0		
1991	1279.8				
1992	1064.3				
1993	1350.1				
1994	1051.2				
1995	1309.9				
1997	1205.3				
1998	1259.5				
média	1314.4		1346.0		1073.0

No que se refere ao número de dias de chuvas num dado mês (Fig. 3), como esperado, os menores valores foram encontrados nos períodos de inverno, ou seja, os meses de Junho, Julho e Agosto. Por outro lado, no verão a frequência de chuvas é expressiva, chove em média 19 dias em Janeiro, 17 em Dezembro, 16 em Fevereiro e 15 em Março. Em média chove 120 dias/ano em São José dos Campos, como mostrado na Fig. 4. No ano de 1983 (El Niño) ocorreram 181 dias de chuva.

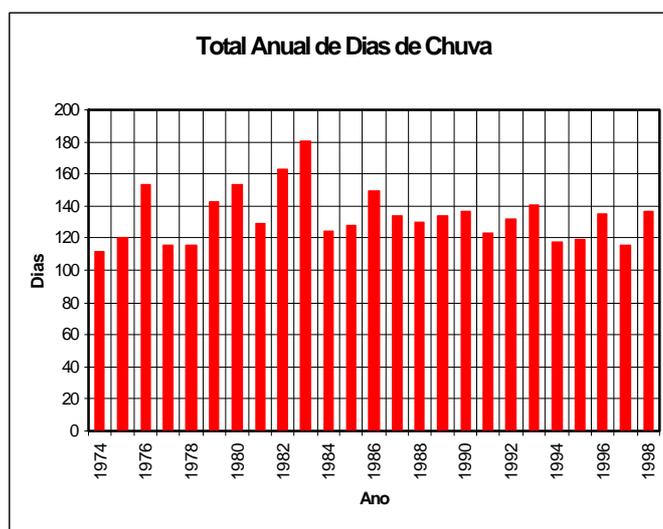
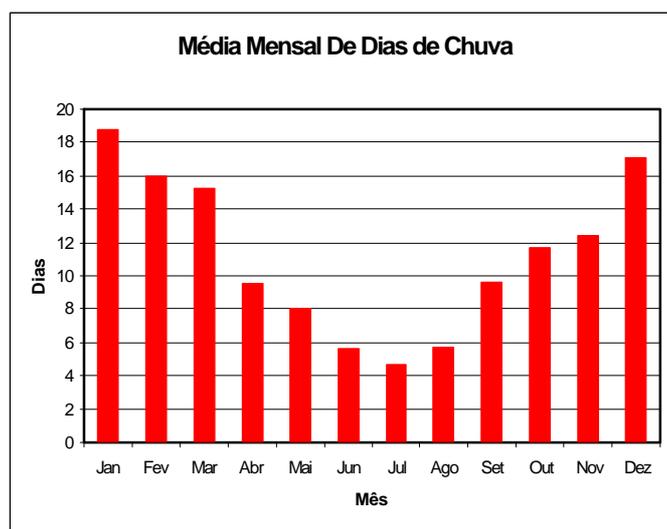


Figura 3: Número médio mensal de dias de chuva para o período de 1974 a 1998.

Figura 4: Número total de dias de chuva para os anos no período de 1974 a 1998.

3.2 - Análise da Temperatura

A Fig 5.mostra a variação das médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima ao longo do ano em São José dos Campos, durante o período de 1974 a 1998. Observa-se que a temperatura máxima varia em média entre 23,3 °C em Junho a 30,2 °C em Fevereiro. Por outro lado, a temperatura mínima varia de 11,7 °C em Junho a 19,8 °C em Fevereiro. A Fig. 6 também sugere que alguns eventos de El Niño, por exemplo 1977 e 1994, tendem a aumentar a temperatura média anual.

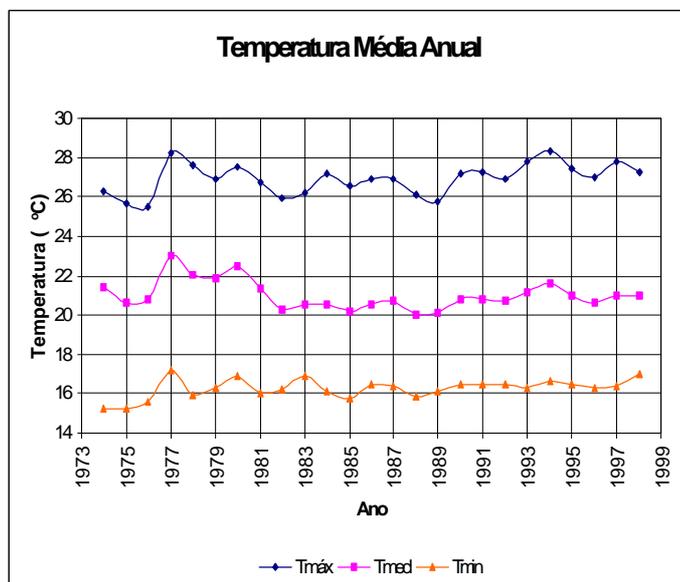
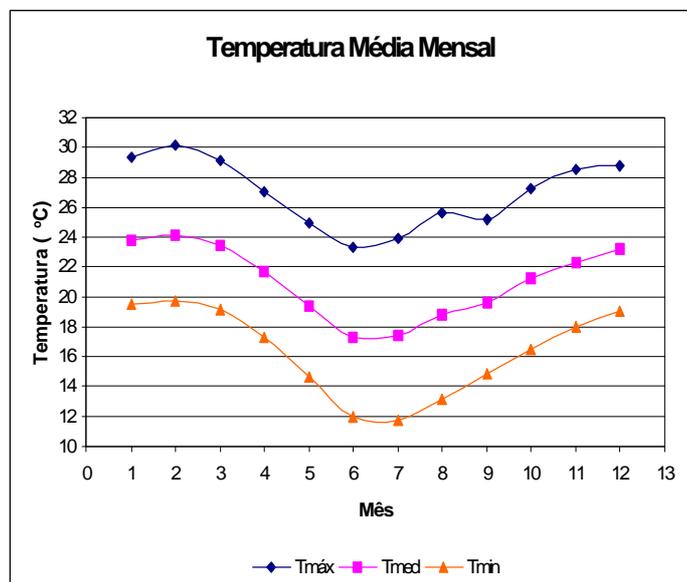


Figura 5: Temperatura mínima, média e máxima média mensal para o período de 1974 a 1998

Figura 6: Temperatura mínima, média e máxima média anual para o período de 1974 a 1998

Observando-se a Tab. 3, nota-se que as temperaturas mais baixas do período analisado ocorreram em 01/06/1979 e 19/07/1975 quando as temperaturas mínimas atingiram -0,5 °C e 0,5 °C, respectivamente. Por outro lado, o extremo de temperaturas máximas, que são mostrados na Tab. 4, foi 37,2 °C em 09 /02/1992 (ano de El Niño). Deve-se destacar que não se observa temperaturas abaixo de 5 °C em São José dos Campos desde 1984.

Tabela 3 : Temperaturas Extremas Mínimas encontradas no período de 1974-1998.

Data	Extrema Mínima (°C)
10/01/1979	12.8
06/02/1982	14.9
13/03/1997	13
27/04/1976	10.5
18/05/1990	5
01/06/1979	-0.5
19/07/1975	0.5
27/08/1984	4.3
11/09/1984	6.8
07/10/1976	7.6
02/11/1989	10.8
30/12/1990	13.0

Tabela 4 : Temperaturas Extremas Máximas encontradas no período de 1974-1998.

Data	Extrema Máxima (°C)
26/01/1976	36.5
09/02/1978	37.2
01/03/1977	35.3
03/04/1985 e 05/04/1990	34.0
01/05/1995	32.0
20/06/199, 06/06/1992 e 23/06/1997	31.0
10/07/1983	31.4
30/08/1993	36.0
23/09/1994	37.0
02/10/1994	37.0
11/11/1997	37.0
23/12/1997	36.0

3.3 - Análise da Umidade

A análise da umidade foi feita com base no comportamento da variável umidade específica. Esta variável é definida como sendo a relação entre a massa de vapor de água e a massa total de ar (ar úmido mais ar seco) de um certo volume de ar. Ela é calculada utilizando-se a temperatura e pressão atmosférica (Stull, 2000). Em outras palavras, ela é uma medida do conteúdo de umidade de uma certa parcela de ar. A Fig. 7 mostra que o período mais seco do ano ocorre no mês de Julho, quando a umidade específica chega a 9,1 g/Kg, enquanto que Fevereiro é o mês mais úmido do verão com 14,3 g/Kg. De certa forma, o comportamento da umidade está associado com a temperatura e a precipitação da região. A variabilidade inter-anual da média anual da umidade específica em São José dos Campos (não mostrada) é muito pequena.

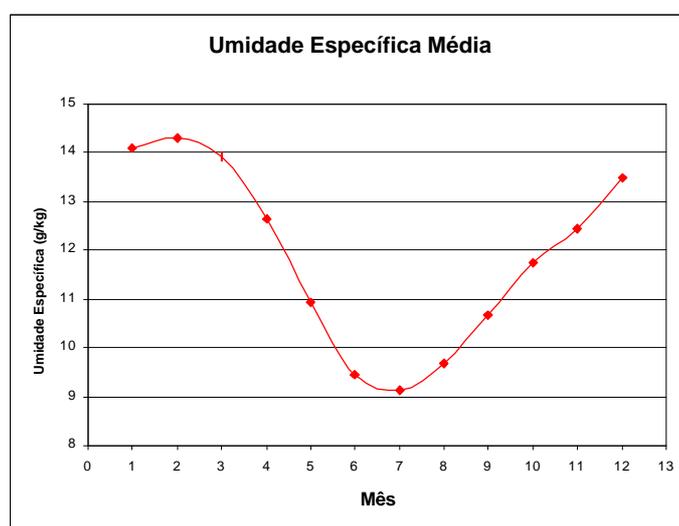


Figura 7: Umidade específica (g/Kg) média mensal do período de 1976 a 1998.

4 – Considerações finais sobre o clima de São José dos Campos

De acordo com o sistema de classificação climática desenvolvido por Köppen (Ahrens, 1994), o clima de São José dos Campos se enquadra no tipo A_w. Esta categoria climática pressupõe a predominância de um clima tropical seco e úmido, ou seja, invernos secos, e as chuvas nos meses mais secos apresentando valores menores que 60 mm e também menores que a relação: $10 - \frac{\text{Precipitação Média Mensal (cm)}}{25}$.

Na realidade, o clima de São José dos Campos apresenta duas estações bem definidas: verão e inverno. No verão, ocorre muita atividade convectiva local e a precipitação está também associada a sistemas de tempo de grande escala (frentes frias, linhas de instabilidade, etc.) que passam pela Vale. Dentre esses sistemas, destaca-se a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que nos meses de verão muitas vezes estaciona-se sobre a região provocando chuvas por diversos dias. Em situações desse tipo ocorrem inundações nos locais mais baixos e quedas de barreiras/encostas, prejudicando sensivelmente o transporte rodoviário e as populações carentes. As chuvas locais, chamadas popularmente de chuvas de verão, geralmente ocorrem nos finais de tarde. Como estão associadas a presença de células convectivas é comum a ocorrência de relâmpagos, fortes rajadas de ventos e chuvas intensas nos finais de tarde. As chuvas de verão em São José dos Campos são favorecidas pela orografia e também pela entrada de brisas marítimas. De um modo geral, as temperaturas no verão no Vale são moduladas pela precipitação e umidade do ar.

O inverno não chega a ser rigoroso, pois a temperatura média das mínimas em Julho é de 11,7 °C. Em situações extremas, o desconforto térmico é considerável quando a temperatura mínima atinge valores abaixo de 10 °C. Situações desse tipo geralmente ocorrem associadas a entrada de massas de ar polar devido a passagem de frentes frias pela região. Observa-se também uma grande incidência de nevoeiros no período da manhã a partir de Maio, quando a temperatura começa a diminuir. Esses nevoeiros, classificados como do tipo radiação, ocorrem devido ao resfriamento noturno em situações dominadas por ventos calmos, céu claro e presença de umidade. A ocorrência de nevoeiro é favorecida pelo transporte de grande escala (ventos vindos de leste/nordeste) de umidade vindo do mar e também pela entrada de brisas marítimas.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto de Atividades Aeroespaciais Espacial do Centro Tecnológico de Aeronáutica (IAE/CTA) pelos dados meteorológicos e à FAPESP pelo apoio.

5 – Bibliografia

Ahrens, C.D **Meteorology: Today: An introduction to weather, climate, and environment**. 5 ed., West Publishing, Minneapolis, 1994. 592p

Perella, A.C.F.; Sakuragi, J Estudo de nevoeiro em São José dos Campos. In **:X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. BRASÍLIA/DF, 1998, CD-ROM.**

Perella, A.C.F.; Espirito Santo, C.M.; Silva, T.C.; Vergueiro, T.S. Distribuição de intensidade das chuvas em São José dos Campos e suas conseqüências, In **:X CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. BRASÍLIA/DF, 1998, CD-ROM.**

Setzer, A.W.; Pereira Jr, A .C. **Algumas médias meteorológicas do Vale do Paraíba e proximidades**. INPE-4661-RPE/573, São José dos Campos, SP, 1988.

Stull, R.B. **Meteorology for scientists and engineers**. 2 ed., Brooks/Cole, California, 2000. 502p