

DISPERSÃO DE POLUENTES NA CIDADE DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS.

William Ferreira Carvalho
João Luís Berardo
José Pereira de Assis
Curso Técnico de Meteorologia- UNIVAP
labmet@univap.br
Roberto Lage Guedes
CTA-ACA-IAE
roberto@aca.iae.cta.br
Nelson Arai
INPE-DMS
arai@met.inpe.br

ABSTRACT

The rapid development of São José dos Campos city and its localization inside one valley made necessary pollution dispersion studies. This paper discusses the relationships between qualitative dispersion aspects and predominant meteorological conditions, by using meteorological data observed in the airport of São José dos Campos and emission data from several sources in the city. The results show a map of the region directly affected by emission and also the most favorable and unfavorable periods for dispersion during the year.

1- INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos 50 anos, a cidade de São José dos Campos (SP) vem sofrendo um processo intenso de desenvolvimento industrial, com evidente crescimento de sua área urbana. Segundo dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Fundação SEADE), em 1980 a densidade demográfica da cidade era de 251,76 hab./Km²; já em 1996 estima-se em 424,70 hab./Km². No caso das indústrias, em 1994 estavam instaladas no município 807 indústrias. Com isto, a cidade vem também experimentando um aumento dos efeitos que este tipo de crescimento pode gerar, tanto em relação ao uso do solo, das águas, da aglomeração humana, quanto especialmente, em relação ao aumento da poluição atmosférica. Devido a esses fatores de crescimento e por São José dos Campos estar dentro de um vale, estudos de dispersão de poluentes sob diferentes condições atmosféricas baseados em dados climatológicos e de emissão de fontes, são extremamente importantes tanto para análise das condições atuais de poluição atmosférica, quanto para o planejamento de implantação de novos parques industriais e, ainda, no controle e monitoramento das fontes existentes. São várias as condições que determinam uma maior ou menor dispersão. Essas condições podem ser tanto meteorológicas quanto físicas. As condições que determinam a dispersão são: Perfis de direção e velocidade do vento; condições de estabilidade da atmosfera; inversões no perfil de temperatura; características topográficas da região e número de fontes existentes na região, (Dias, 1997).

Os perfis de direção e velocidade do vento são fundamentais, pois em situações de calmaria a poluição tende a potencializar seus efeitos, pois a ausência de vento impossibilita a dispersão dos poluentes.

As inversões de temperatura também tendem a agravar eventos de poluição. Estas, quando ocorrem próximas da superfície, impedem a dispersão dos poluentes para níveis mais elevados da atmosfera, provocando, assim, altos níveis de poluição em baixos níveis da atmosfera. Isso acontece porque em condições normais, existe um gradiente de diminuição de temperatura do ar com o aumento da altitude (o ar é mais frio em lugares mais altos). Ao longo do dia, o ar frio tende a descer (por que é mais denso) e o ar quente tende a subir (pois é menos denso), criando correntes de convecção que renovam o ar junto ao solo. Em algumas ocasiões e locais (especialmente junto a encostas de montanhas ou em vales) ocorre outro tipo de inversão: uma camada de ar frio se interpõe entre duas camadas de ar quente, evitando que as

correntes de convecção se formem. Dessa forma, o ar junto ao solo fica estagnado e não sofre renovação. Se houver uma cidade nessa região, haverá acúmulo de poluentes no ar, em concentrações que podem levar a efeitos danosos à vida animal e vegetal (Dias, 1997).

As características topográficas da região definem a maioria dos sistemas de circulação locais, como é o caso dos ventos chamados anabáticos e catabáticos nas interfaces vale/montanha; além dos sistemas de brisas oceano - continente, e de ventos canalizados ao longo de vales.

Segundo Medeiros (1996), nos vales e nas bacias comprimidas entre montanhas, como é o caso de São José dos Campos, a qualidade do ar fica comprometida pela dificuldade da dispersão dos poluentes, não sendo áreas propícias à implantação de indústrias com grande potencial poluidor.

Segundo Molion (1980), a circulação de ar no Vale do Paraíba durante os dias claros aquece as encostas com radiação solar. O ar aquecido sobe, forçando um movimento descendente sobre o centro do Vale. Ao entardecer, as encostas se resfriam mais rapidamente que o fundo do vale, e a circulação se inverte, pois os ventos descem as encostas onde o ar resfriado próximo a superfície torna-se mais denso.

O ar mais frio no fundo do vale pode agravar as condições de dispersão, propiciando altas concentrações de poluentes. Isto ocorre porque o ar mais quente, que desce a encosta, coloca-se sobre o ar do vale, resultando num aumento da estabilidade, causando assim uma inversão com base na superfície, ou reforçando a inversão de radiação já existente. Desta forma, a dispersão dos poluentes liberados próximos ao chão, é seriamente prejudicada.

Assim, é importante estudar a circulação média na região da cidade de São José dos Campos em conjunto com sua topografia, com a estimativa da evolução diária e sazonal da altura das inversões de temperatura através do cálculo do NCL e a localização das fontes poluidoras. Dessa maneira, é possível obter uma estimativa da dispersão dos poluentes, bem como as áreas da cidade potencialmente sujeitas à poluição atmosférica, e ainda as épocas do ano menos favoráveis à dispersão de poluentes.

2-DADOS

Neste trabalho foram utilizados dados de superfície do aeroporto da cidade de São José dos Campos no estado de São Paulo, coletados no período de 1973 à 1989. Esses dados são o resultado de observações meteorológicas de superfície com cerca de 18 parâmetros obtidos hora a hora, por um período de 16 anos, sendo que no período de 1973 à 1982 a estação era classificada como EMS-3 operando das 5:00 às 19:00 horas (hora local), e no período de 1982 à 1989 a estação passou a ser classificada como EMS-2 passando assim a operar 24 horas por dia. Esses dados estão armazenados em meio magnético e codificados conforme padrão preestabelecido pelo banco de dados da Divisão de Ciências Atmosféricas (CTA-IAE-ACA). Sua decodificação é feita com o auxílio das publicações internas desta Divisão que mostram como extrair grupos de parâmetros desses dados, Castro (1978).

Para se localizar as fontes de emissão dentro da cidade, foi feito um mapeamento dessas fontes com informações da Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente. Também foram levantadas informações de fontes de emissão no Distrito Industrial das Chácaras Reunidas, localizadas em São José dos Campos. O mapeamento das principais fontes de emissão pode ser visto na figura 1.

3- METODOLOGIA

Com os dados meteorológicos do aeroporto de São José dos Campos, foram obtidos alguns gráficos que serão apresentados em seguida. De posse dos gráficos foram feitas algumas análises dos dados de direção e intensidade do vento, Altura do NCL, Ocorrências de Calmaria, Precipitação Média Mensal.

Um fator importante na concentração de poluentes é a altura da camada de inversão. Essa altura é estimada em função do cálculo do nível de convecção livre (NCL), tanto mensal quanto em função do ciclo diurno. O NCL é obtido através de uma equação empírica que é dada por:

NCL = 110 * (T - T_d), onde: **T** = Temperatura do ar; **T_d** = temperatura do ponto de orvalho.

O NCL será utilizado para estimar a altura da camada de mistura (ACM) entre a superfície e a base da inversão. Existem alguns trabalhos que mostram como calcular o topo da camada de mistura, utilizando

o perfil de temperatura e umidade obtidos pela radiossondagem. Entretanto, como em São José dos Campos não tem radiossondagem, utilizou-se o NCL como aproximação da ACM.

Para caracterizar as fontes emissoras e sua localização dentro do município, foi feito um mapeamento das fontes emissoras da cidade de São José dos Campos. Com estes parâmetros e com a climatologia acima descrita, foi possível avaliar a dispersão dos poluentes sobre a cidade, bem como averiguar quais áreas da cidade poderão ser mais prejudicadas, em função das condições meteorológicas predominantes.

4- RESULTADOS

Observando-se a figura 2, verifica-se que São José dos Campos, tem predomínio de ventos com intensidade variando de fracas a moderadas das direções nordeste e leste. Já os ventos de intensidade forte são de sul. Assim, a poluição gerada à leste da cidade tende a ser levada para o Centro e os bairros Jardim Satélite, Bosque dos Eucaliptos, Jardim Morumbi, Parque Industrial, e outros. Potencializando assim, ainda mais, a poluição gerada no Centro da cidade e nestes bairros, onde estão localizados os maiores aglomerados urbanos da cidade. Essa poluição pode aumentar ainda mais quando ocorrem algumas condições meteorológicas não favoráveis à dispersão.

Observando-se a distribuição mensal de calmaria, verifica-se que o mês com maior ocorrência de situações de calmaria é junho (figura 3), e que também neste período, a intensidade do vento varia de fracos a moderados. O mês com menor número de ocorrência de situações de calmaria é outubro (figura 3), onde foi observado um forte predomínio de ventos variando de fortes a moderados, propícios a boas condições de dispersão.

A precipitação também é um fator muito importante no problema da poluição, pois ela retira da atmosfera toda poluição suspensa. Dessa maneira, deixa a atmosfera livre de partículas de poluição. Observando-se a figura 4, tem-se que o período mais favorável é o de verão, onde encontra-se o maior valor da precipitação média com 177 mm em janeiro (figura 4). Já o período menos favorável, é o inverno onde os valores médios de precipitação são os menores registrados, sendo julho com 27,6 mm o de menor precipitação.

Observando-se a figura 5 tem-se que o mês com ACM mais baixa é maio, e de ACM mais alta é agosto, apesar de agosto estar dentro do período de inverno, quando se sentem mais as condições adversas da poluição. Isso se deve ao fato de que neste período, no início do dia, a ACM é muito baixa, e durante o dia ela aumenta consideravelmente; dessa maneira a poluição no início do dia é maior.

5-CONCLUSÃO

Foi possível observar que São José dos Campos tem forte predomínio de situações de calmaria pois, cerca de 40% das observações realizadas são de calmaria. Por este motivo e por São José Campos estar localizada dentro de um vale (em geral menos favorável a dispersão de poluentes), a cidade não é propícia à instalação de empresas com alto potencial poluidor.

A poluição gerada pelas empresas localizadas a leste da cidade tende a ser levada para o centro e para os bairros Jardim Satélite, Bosque dos Eucaliptos, Jardim Morumbi, Parque Industrial, e outros dessa região, onde estão localizadas as principais áreas urbanizadas da cidade. Isso potencializaria a poluição nestas regiões.

Com as análises realizadas, pôde-se concluir que o mês mais favorável à dispersão de poluentes é outubro, quando então temos a ACM não muito baixa, a menor ocorrência de situações de calmaria e um valor próximo à média anual de precipitações, que retiram da atmosfera grande parte da poluição suspensa.

Dos meses analisados, pôde-se concluir que o mês menos favorável à dispersão é o mês de junho pois tem-se uma grande ocorrência de calmos, pouca precipitação e uma ACM baixa, o que potencializa ainda mais a poluição.

6. BIBLIOGRAFIA

CASTRO, L. C., (1978): “Características dos Arquivos em Cartão e Fita Magnética para os Dados Meteorológicos de Superfície do Ministério da Aeronáutica”. Relatório Técnico ECA - 01/78, CTA, São José dos Campos, SP.

DIAS, F. B., (1997): Poluição do Ar . Universidade Federal do Espírito Santo - Centro de Estudos Gerais Departamento de Ecologia e Recursos Naturais, 31/06/97. <http://www.angelfire.com/nh/bertholi/>

MEDEIROS, J.S., (1996): Mapeamento da Poluição em São José dos Campos: uma abordagem metodológica utilizando técnicas de geoprocessamento. Trabalho de graduação, UNIVAP 54p

MOLION, L. C. B., (1980): Considerações sobre a dispersão de poluentes atmosféricos no médio Vale do Paraíba com ênfase à Caçapava. São José dos Campos, INPE

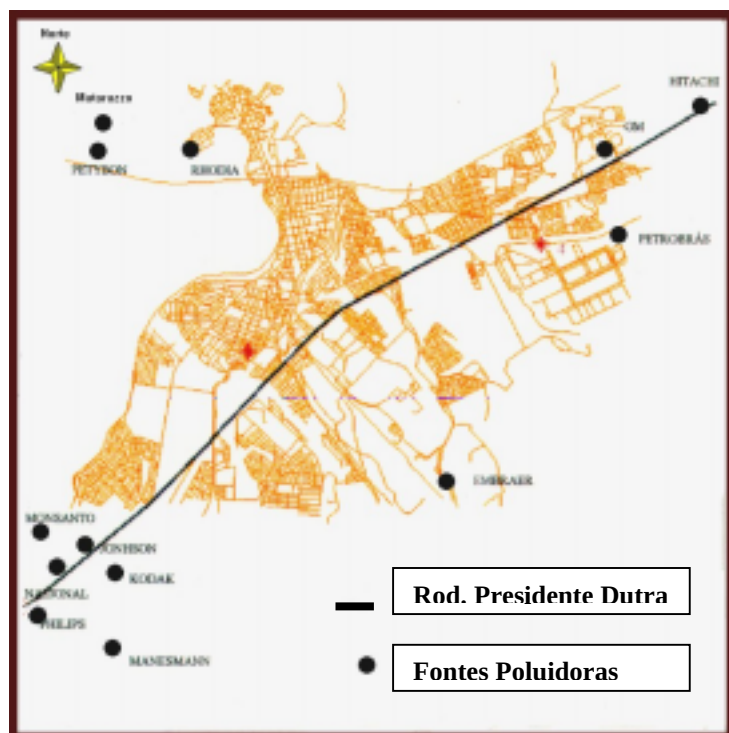


Figura 1- Mapa das principais fontes de poluição em São José dos Campos

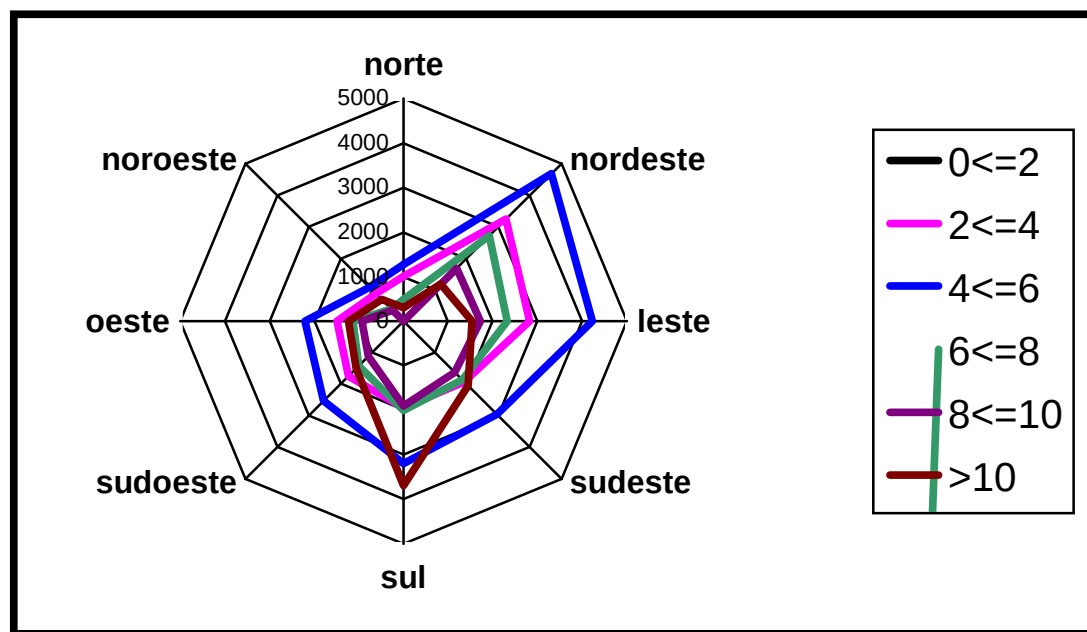


Figura 2- Direção predominante do vento em São José dos Campos

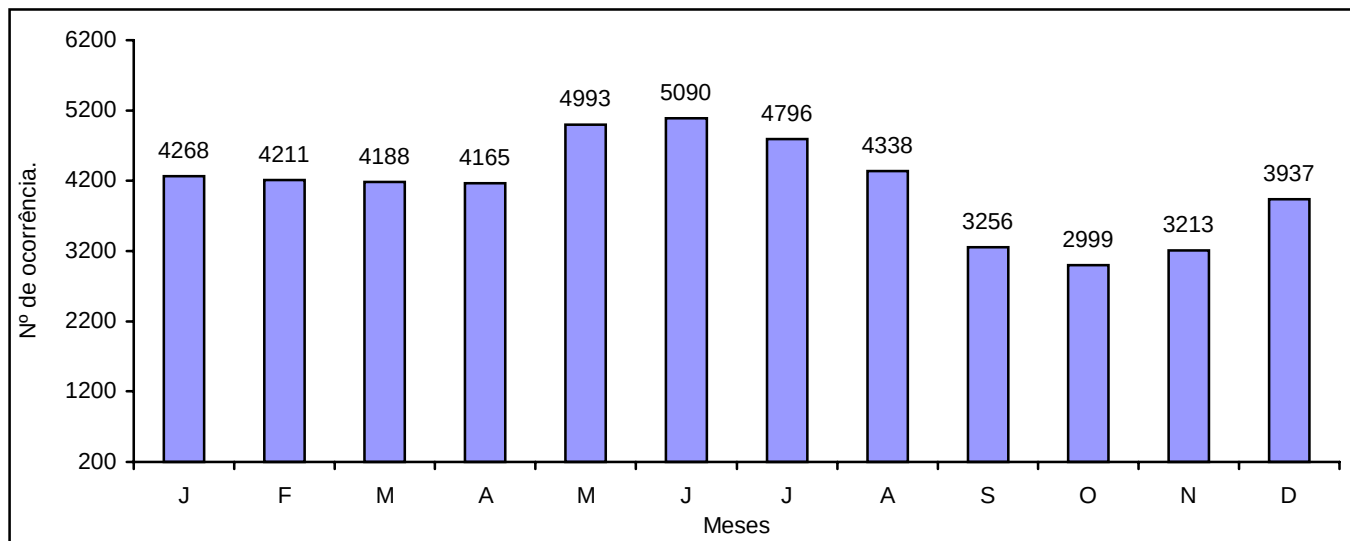


Figura 3- Ocorrências de Calmaria em São José dos Campos.

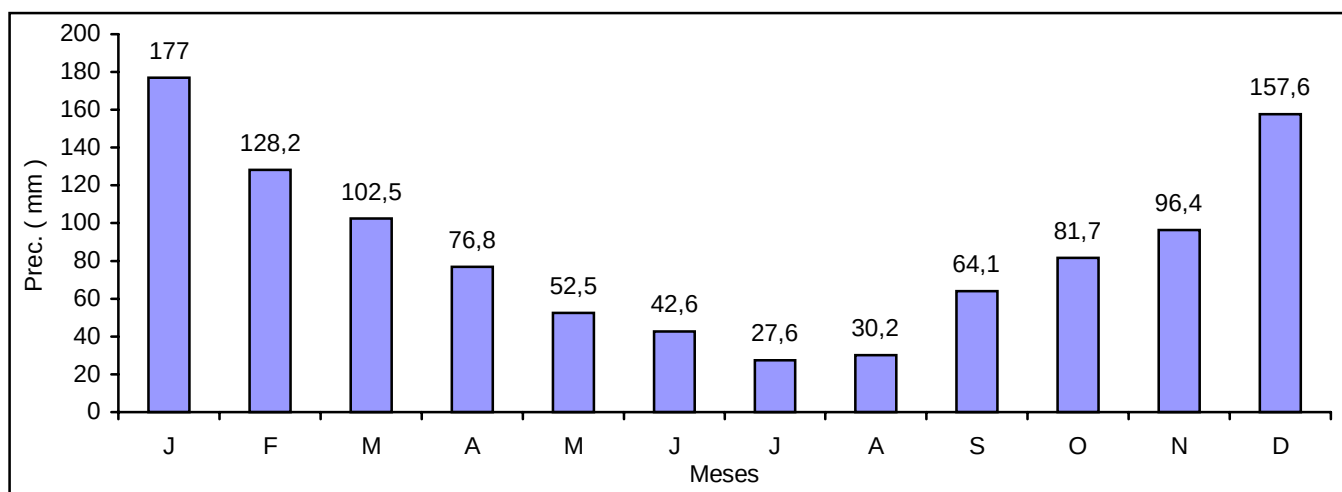


Figura 4- Precipitação média mensal em São José dos Campos.

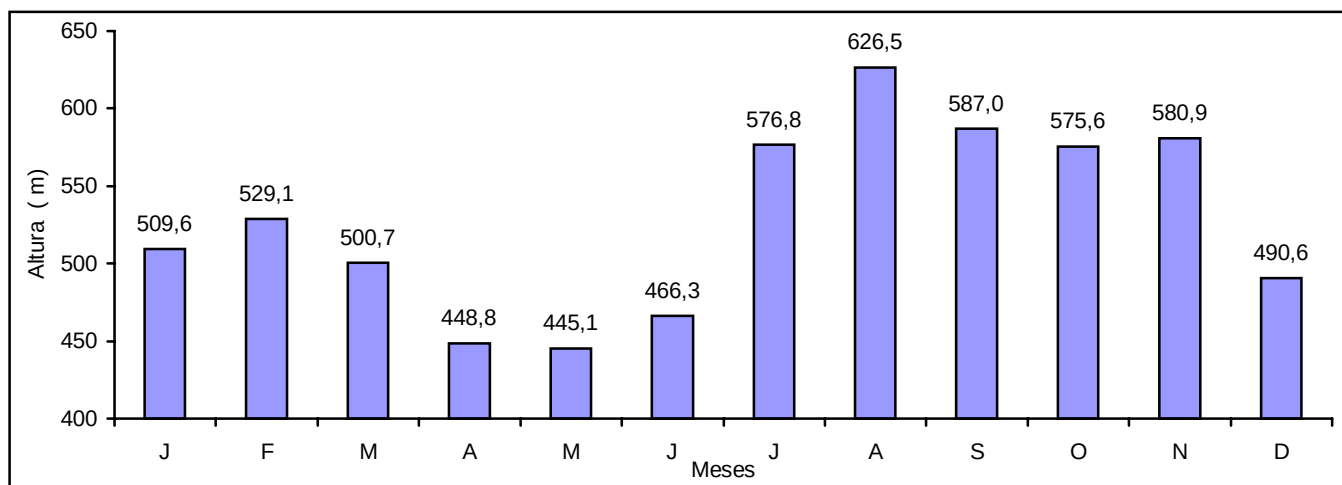


Figura 5- Altura média da Camada de Mistura em São José dos Campos.