

**Condições atmosféricas e as patologias do aparelho respiratório: o caso de Piracicaba-SP- Brasil.**

**Sandra Elisa Contri Pitton.<sup>1</sup>**

**Thais Maria Sperandio.<sup>2</sup>**

**Introdução.**

Não resta dúvida que assuntos ligados à Climatologia têm interessado cada vez mais um setor amplo de investigadores, posto que o tempo e o clima constituem um dos fundamentos mais gerais de nossas vidas. O clima exerce sobre os seres humanos uma ação que se reflete tanto direta como indiretamente.

Desde a antiguidade o homem sabe que uma má alimentação, vestuários insuficientes ou habitações mal concebidas constituem fatores que atestam contra a saúde. O mesmo ocorre com a associação entre o bem estar e a saúde e as condições atmosféricas.

Registros sistemáticos sobre os efeitos do ambiente sobre a saúde podem ser verificados desde o séc.V a.C., no célebre livro Hipócrates *Airs, Waters and Places*. Desde então e, principalmente, durante o final do séc. XIX e início do séc. XX as relações entre clima e saúde foram estudadas por diversos pesquisadores (médicos, meteorologistas, geógrafos, etc) europeus. Estas investigações tiveram a atenção direcionada para a medicina do meio ambiente e a Climatologia Médica. Nesta última os interesses sobrecaíram ora na averiguação das correlações pertencentes ao clima propriamente dito ora relacionando doenças que se desenvolvem e se agravam em um determinado tipo de tempo.

Nos anos cinquenta a conotação negativa dada a Teoria do Determinismo Climático e os recursos da medicina moderna concorreram para colocar os fatores naturais e, por conseguinte a Climatologia Médica em plano secundário (SERRA, 1974).

Nas últimas décadas, a relação CLIMA/SAÚDE vem sendo retomada, porém a produção científica além de insuficiente tem sido realizada fundamentalmente por equipes médicas. Paradoxalmente a revisão da literatura aponta os efeitos prejudiciais de certos fatores climáticos sobre doenças respiratórias, reumáticas, câncer de pele, desordens cardiovasculares, etc.

Doenças respiratórias são as formas mais comuns de enfermidades ligadas as condições atmosféricas. A asma, particularmente, tem recebido atenção considerável. Investigações têm demonstrado uma relação entre variações sazonais e anuais de casos de asma, em diversas cidades da Europa e Austrália e atestam que o número de pessoas atendidas nos hospitais aumentam no início do inverno e ou quando as temperaturas são inferiores a 21°C. Outras

---

<sup>1</sup> Profª Assistente Doutora do Departamento de Geografia- UNESP- Rio Claro-SP. Brasil. [scpitton@rc.unesp.br](mailto:scpitton@rc.unesp.br)

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Graduação em Geografia – UNESP- Rio Claro- São Paulo, Brasil. [thaisperandio@bol.com.br](mailto:thaisperandio@bol.com.br).

investigações mostram que esta enfermidade está associada com o decréscimo das temperaturas médias e mínimas, da umidade relativa e precipitação, mas com o aumento do número de horas de brilho solar. (HOBBS, 1980, p.75).

As condições meteorológicas, também como se sabe, tem um papel decisivo na ocorrência de gripes e resfriados. A epidemia de gripe se forma nas fases de anticlones estacionários, com calma, ar seco e estabilidade, sobretudo no inverno e se propaga mediante atividades das depressões barométricas (SERRA, 1974, p.93). Estas condições meteorológicas induzem a maior morbidade e ou mortalidade em complicações pneumáticas.

Estudos realizados no final da década de 70 e início da década de 80, em São Paulo, indicaram que infecções das vias respiratórias e bronquite asmáticas eram mais freqüentes em áreas de maior poluição e nas condições meteorológicas de calma, devido esta situação estar relacionada às inversões térmicas de superfície e o aumento de material particulado do ar.

Convém ressaltar que as investigações sobre a temática devem levar em consideração as modificações que se processam no território e a suscetibilidade e ou resistência às doenças. Segundo SORRE (1984) quanto mais recurso dispõe a população ou a sociedade maior será a sua capacidade de resistência as agressões do meio. Neste sentido é importante considerar que as enfermidades estão ligadas a outras variáveis, tais como comportamentais e sócio-econômicas.

As pesquisas relacionando doenças respiratórias, condições meteorológicas e poluição concentram-se, principalmente nas regiões metropolitanas. Assim sendo, o universo de análise selecionado para desenvolver a presente investigação é a cidade de Piracicaba – SP – BR, cuja categoria dimensional pode ser classificada como sendo uma cidade de médio porte. De acordo com SANTOS (1994) as cidades com mais de 100.000 habitantes podem ser consideradas como tal.

### **O LOCUS.**

O locus de análise está localizado à 22°42'30" Sul e a 47°38'00" Oeste e situada no centro-oeste do estado de São Paulo e se insere na Depressão Periférica Paulista (figura 1).

Formada por sedimentos paleozóicos, a Depressão Periférica Paulista constitui uma das unidades geomorfológicas do estado e se caracteriza por ser uma zona deprimida que se alonga no sentido norte-sul do estado, situada entre o Planalto Cristalino à leste, com altitude ao redor de 850m a 1.200m e o Planalto Ocidental a oeste, com cotas altimétricas de 800m a 1.000m, com largura variável de aproximadamente 50km a 120km, apresentando-se mais estreita ao norte e mais larga na porção central.

Esta unidade geomorfológica apresenta, genericamente, topografia pouco acidentada, com colinas tabuliformes e vertentes suavizadas entre 500m a 700m; dominando-a, no entanto, há

ressaltos topográficos significativos decorrentes de outras superfícies descontínuas de corpos intrusivos magmáticos.

A cidade de Piracicaba encontra-se próxima à área de transição entre a zona do médio Tietê e as cuestas basálticas, onde o relevo é basicamente sustentado por rochas da formação Botucatu e lavas basálticas. Conforme TAVARES e LASTÓRIA (1992, P-65) o sítio urbano da cidade de Piracicaba, “abarca as duas margens de um meandro que descreve o Rio Piracicaba. A cidade ocupa baixos terraços e colinas esculpidas em terrenos paleozóicos da Formação Irati e Corumbataí, que, localmente se acham perturbados pela presença de um sill de diabásio, responsável pelas corredeiras e pela sustentação do salto encontrado no trecho urbano percorrido pelo rio. Das margens do Piracicaba aos topos dos principais interflúvios da área urbana central, as altitudes variam entre 475 e 590 metros”.

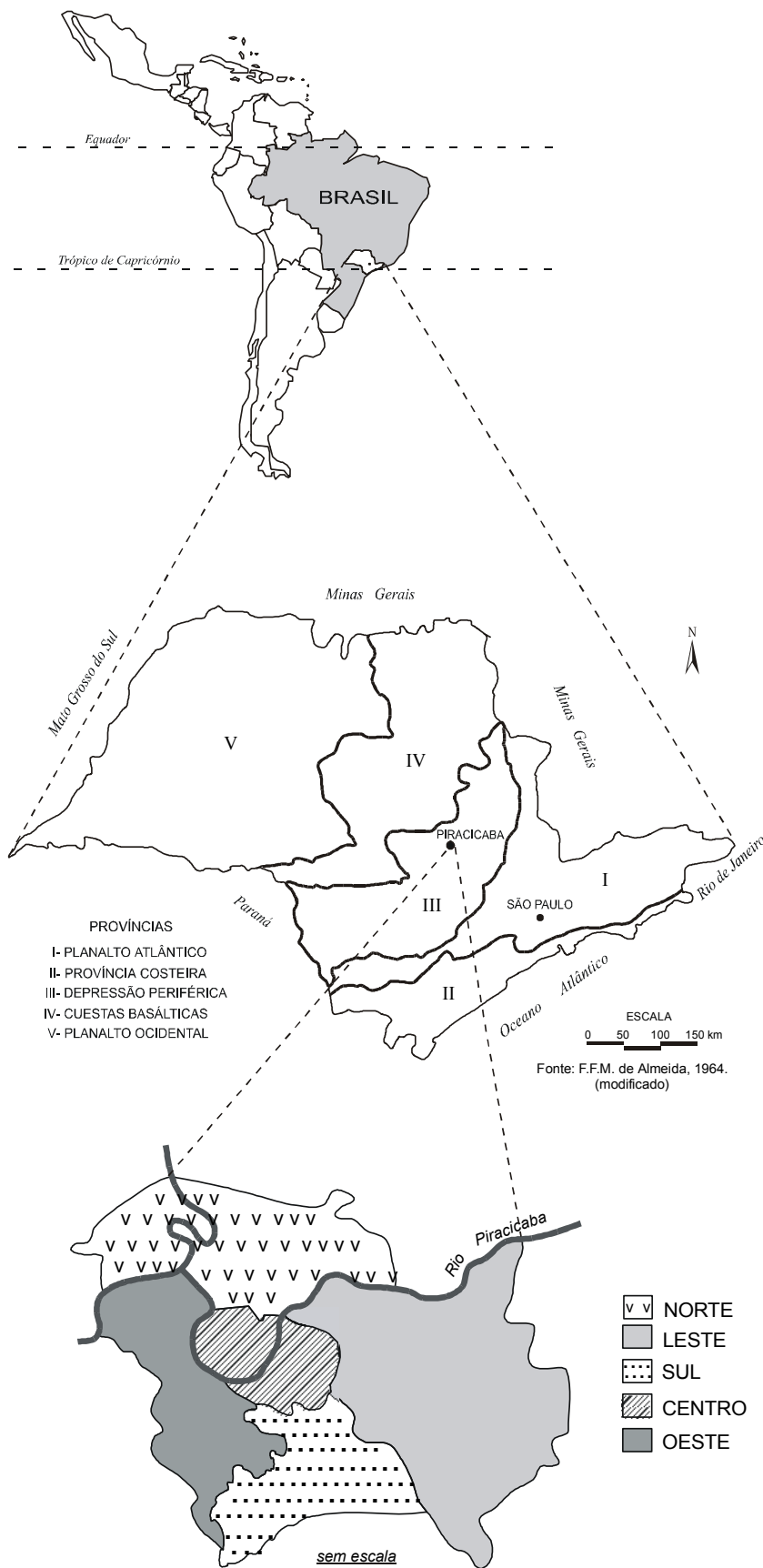
O estado de São Paulo, devido à sua localização (20° a 25°S e 44° a 53°W) combinada a fatores geográficos, encontra-se numa posição de conflito entre sistemas atmosféricos extra e intertropicais, o que lhe garante um caráter transicional entre climas tropicais e subtropicais.

A participação espacial diferenciada das correntes perturbadas de sul (frente e anticlones polares), correntes tropicais marítimas (anticlone subtropical Atlântico) e correntes de oeste a noroeste (depressão do Chaco e anticlone Equatorial) definem mecanismos de circulação atmosférica regional e apresentam uma diferenciação climática do espaço paulista. Assim, temos áreas com características básicas do Brasil Meridional – amplitudes térmicas acentuadas pelo jogo de sistemas meteorológicos contrastantes e pluviosidade bem distribuídas durante o ano – e áreas com caracteres do centro-oeste e sudeste, onde se define um período seco. Têm-se então no território paulista: “climas controlados por massas intertropicais continentais e marítimas e perturbados pelos deslocamentos da frente polar, apresentando como caráter fundamental à existência de dois períodos nítidos, um chuvoso no verão e outro seco no inverno e climas controlados por massas tropicais e polares com participação bem mais efetiva da massa polar, assumindo feição de controle que é dividida principalmente com a massa tropical Atlântica e participação mais restrita da Equatorial Continental, com pluviosidades elevadas e bem distribuídas durante o ano todo.”(MONTEIRO apud PENTEADO, 1968).

A participação mais efetiva de sistemas extratropicais na porção meridional e fachada oriental do estado, associada às maiores cotas altimétricas (Serra do Mar e Mantiqueira), lhe confere um caráter subtropical e onde se registram os maiores índices pluviométricos e temperaturas mais amenas, com valores médios inferiores a 18°C.

A partir daí, em direção ao oeste e ao norte, é definido um período seco chegando a alcançar índices pluviais mensais inferiores à 60mm e um aumento das temperaturas, com valores máximos no oeste (25°C). Este comportamento térmico-pluviométrico é resultante da convergência dos sistemas atmosféricos e a compartimentação geomorfológica, ou seja, em

FIG.1 - LOCALIZAÇÃO DA CIDADE DE PIRACICABA (SP) BRASIL



direção ao oeste e ao norte as cotas altimétricas são menores e é menor a participação de correntes perturbadas ao sul. Aliados a isso, os sistemas tropicais, embora tenham participação inferior, são suficientes para gerar precipitações e temperaturas elevadas no verão. (MONTEIRO, 1976).

A Depressão Periférica Paulista, onde está inserida a cidade tem no seu relevo, mais deprimido especialmente em relação ao Planalto Ocidental e nas suas posições, condicionantes necessárias que permitem a penetração e atuação de sistemas atmosféricos inter e extratropicais de acordo com a época do ano: “a média Depressão Periférica é uma zona de intersecção das três grandes correntes da circulação regional ONDAS DE NOROESTE ligadas a Massa Equatorial e Tropical Continental mais freqüentemente no verão, respondendo pelo aumento de calor, da umidade e precipitação; CORRENTES DE LESTE E NORDESTE relacionadas a atuação da Tropical Atlântica com efeitos variados segundo a época do ano, geralmente tempos chuvosos provocados pelo aquecimento basal, no verão, e tempo seco no outono e inverno graças as condições de estabilidade por resfriamento basal, finalmente as CORRENTES DE SUL responsáveis pelas ondas de frios e mecanismos frontais associados do choque das massas intertropicais e polares (FRENTE POLAR), responsável pela maior parte das precipitações especialmente no inverno e das estações intermediárias “(PENTEADO, 1966)

Do jogo destes sistemas atmosféricos, a região climática onde esta situada a cidade de Piracicaba, é individualizada por ter como característica fundamental a existência de um período seco e um período chuvoso e pode ser enquadrada num clima tropical ou, como o denominou MONTEIRO (1973) um Clima Tropical Alternadamente seco e úmido (A2).

### **OBTENÇÃO DOS DADOS.**

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram coletados dados climáticos (temperatura do ar, Umidade relativa, direção e velocidade dos Ventos e Insolação), junto à estação Meteorológica da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – Universidade de São Paulo (ESALQ – USP), localizada no município de Piracicaba, durante os meses de janeiro e julho de 1996 e 2001.

De posse dos dados foram elaborados gráficos de análise rítmica, que mostram os diferentes tipos de tempo que ocorreram durante os dois segmentos temporais selecionados. Nestes gráficos estão, também, representadas as ocorrências diárias das enfermidades respiratórias, na cidade de Piracicaba.

Os dados sobre a morbidade respiratória foram obtidos diretamente dos prontuários ou fichas de atendimento dos pacientes, em Unidades Básicas de Saúde (UBS) de três bairros da cidade de Piracicaba. Considera-se estas unidades amostrais significativas, pois são todas antigas em termos de atendimento e distribuídas em áreas distintas do espaço urbano.

Devido ao grande número de prontuários adotou-se uma amostra de 5%. Dessa forma, segundo Gerardi e Silva (1981 p. 18) “conhecendo-se o número total de elementos da população (N) e o número de elementos que desejamos retirar na amostra (n) podemos estabelecer um intervalo constante para a seleção das unidades amostrais através de:  $K = N/n$ , onde: K é o intervalo, N é a população e n é a amostra, assim, se em uma Unidade Básica de Saúde tiver um total de 8000 prontuários, o tamanho da amostra é de 400 prontuários, ou seja, 5% do total.

Para a coleta do material particulado, aqui considerado como toda poeira em suspensão advinda das atividades industriais, rurais, ruas e solos, foram selecionados diferentes pontos amostrais de acordo com o uso da terra. A metodologia utilizada baseou-se na proposta de TROPMAIR (1988 p-189), ou seja, foram utilizadas placas adesivas transparentes que ficaram expostas ao ar livre, durante 31 dias do mês de Julho de 2002. Após o tempo determinado, foram estabelecidos valores 1, 5, e 10, de acordo com a quantidade de partículas sólidas depositadas. Posteriormente através do programa SURFER 6.0 foi elaborado um mapa que permitiu a análise da distribuição temporo-espacial do material particulado. Figura 2.

#### **Variação Espacial do Material Particulado.**

Analisando a quantidade do material particulado depositado nas placas “colantes adesivas” durante o período de 2 de julho a 4 de agosto de 2002, observa-se na figura 2 que a “poluição” variou entre 1 a 10, tendo em vista que as condições meteorológicas predominantes de baixa umidade relativa do ar, pouca precipitação e inversões térmicas foram propícias ao acúmulo de poeira na camada atmosférica intra-urbana.

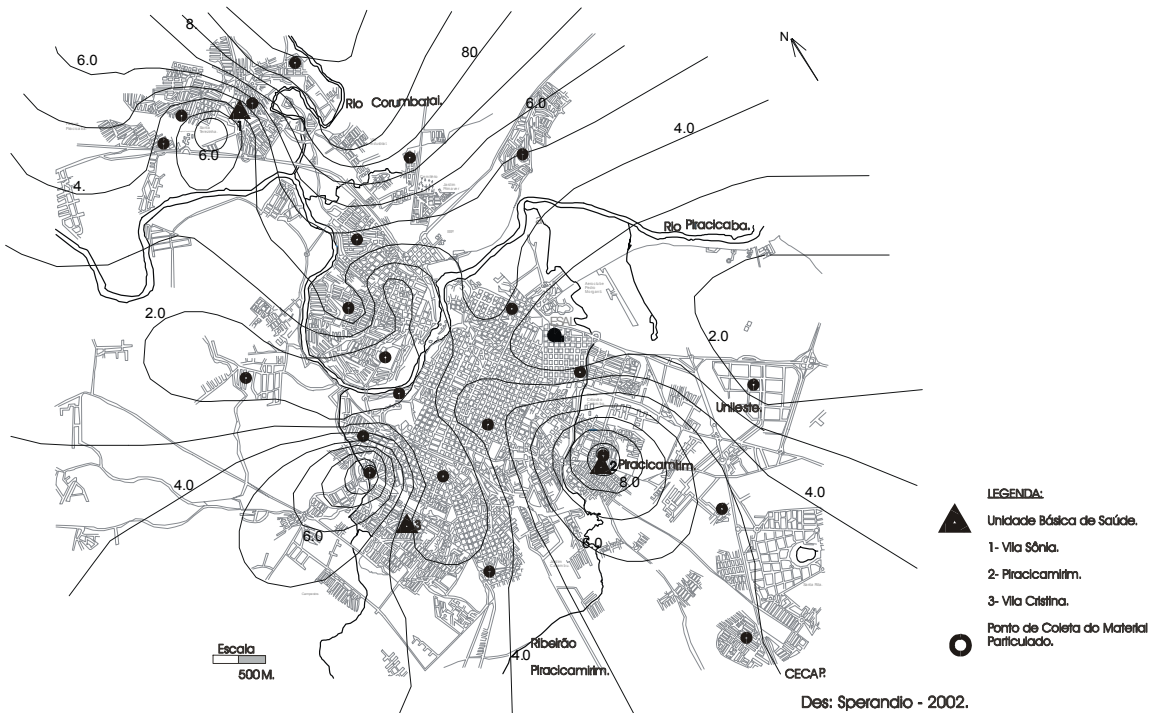
Aliado a isso, no espaço urbano a oscilação na quantidade de material particulado, devem-se às características geourbanas e geoecológicas. Os bairros localizados ao sul apresentaram uma elevada concentração de partículas sólidas. Para isso contribui a proximidade dessas áreas à zona rural, onde estão presentes as plantações de cana-de-açúcar e é no inverno que há a queimada para colheita deste cultivo. Ao contrário do esperado, as áreas ao norte, que situadas em cotas altimétricas mais elevadas, apresentou maior concentração de material particulado em relação ao fundo do vale central, que apresentou menor concentração de sujeira. Isso porque no vale do Rio Piracicaba se concentra o verde urbano, que absorvem parte da poluição, à medida que se caminha para a periferia, as áreas verdes urbanas vão se tornando cada vez mais escassas, se reduzindo a pequenas praças cuidadas pelos moradores.

#### **Análise Espaço-Temporal.**

No ano de 1996, foram diagnosticados 243 casos de Doenças Respiratórias no município de Piracicaba (valores absolutos). A maior quantidade de casos foi encontrada de acordo com a tabela 1, na Unidade Básica de Saúde do Piracicamirim. Um número similar das ocorrências foi

encontrado no ano de 2001, e os maiores índices também foram registrados na UBS do Piracicamirim, e em seguida pela UBS da Vila Cristina.

Figura 2- Distribuição do material particulado em Piracicaba-SP- Brasil. Julho de 2002.



Os altos valores encontrados nas UBS do Piracicamirim e da Vila Cristina são atribuídos a fatores, dentre outros, a baixa renda da população, ao adensamento urbano e populacional, as péssimas condições de moradia, e a falta de áreas verdes.

Conforme figura 3, as enfermidades das vias respiratórias no ano de 1996 seguem, grosso modo, um padrão sazonal com valores de ocorrências de Doenças Respiratórias mais baixo no semestre Novembro – Março, e os maiores no semestre Abril – setembro, exceto na UBS da Vila Cristina, onde os maiores valores absolutos foram registrados no início do ano. Os maiores picos ocorreram em julho, sendo, 15 no Piracicamirim, 11 na Vila Cristina e 5 em Santa Terezinha. Isto porque, no verão, ou seja, em janeiro, encontramos os maiores índices pluviométricos e de umidade relativa do ar. Os dias são mais ensolarados e quentes e as amplitudes térmicas diárias menores em relação a julho. A atuação de sistemas ciclônicos e de frentes é mais intensa. Em julho, devido às condições atmosféricas mais secas, o predomínio da atuação de sistemas anti-ciclônicos, poucas horas de insolação e a maior frequência de inversões térmicas, é que as Doenças Respiratórias se agravam, aumentando o número de ocorrências de asma e de outras Infecções das Vias Aéreas Superiores. No ano de 2001, de acordo com a figura 4 os registros da vias respiratórias seguiram o mesmo padrão de 1996, inclusive na Vila Cristina.

Nos dois anos analisados, a maior incidência das doenças respiratórias esteve associada à atuação do Sistema Polar Atlântico.

Analisando a Tabela 2, e os gráficos de variação temporal dos Parâmetros climáticos e enfermidade respiratória (Figura 5- a, b, c, d), Verifica-se que há uma relação inversa entre o número diário de ocorrência das enfermidades respiratórias com os elementos climáticos Temperatura, Umidade Relativa, Precipitação e velocidade média do vento, Dessa forma, quando os elementos climáticos aumentam as enfermidades diminuem.

Constatou-se também que quando há calma, ou os ventos são fracos, o número de atendimentos se eleva, pois a poluição tende a se concentrar na camada atmosférica intra-urbana. E quando os ventos são mais fortes, e há precipitação, a poluição se dissipa.

Tabela 1- registro mensal do número de casos de Doenças Respiratórias.

Meses.	<i>Piracicamirim.</i>		<i>Vila Cristina.</i>		<i>Santa Terezinha.</i>	
	1996	2001	1996	2001	1996	2001
Janeiro.	5	7	5	2	8	7
Fevereiro.	6	7	2	2	11	4
Março.	2	9	5	2	10	5
Abril.	9	7	5	2	10	6
Maió.	9	14	4	5	13	10
Junho.	15	14	2	2	9	3
Julho.	12	19	5	7	7	9
Agosto.	13	8	1	6	11	7
Setembro.	12	11	1	6	6	2
Outubro.	7	16	6	6	3	9
Novembro.	2	10	3	2	4	5
Dezembro.	5	8	3	2	2	5
Total.	97	130	42	44	94	72

Figura 3- Variação Mensal das Doenças Respiratórias em Piracicaba-SP. 1996.

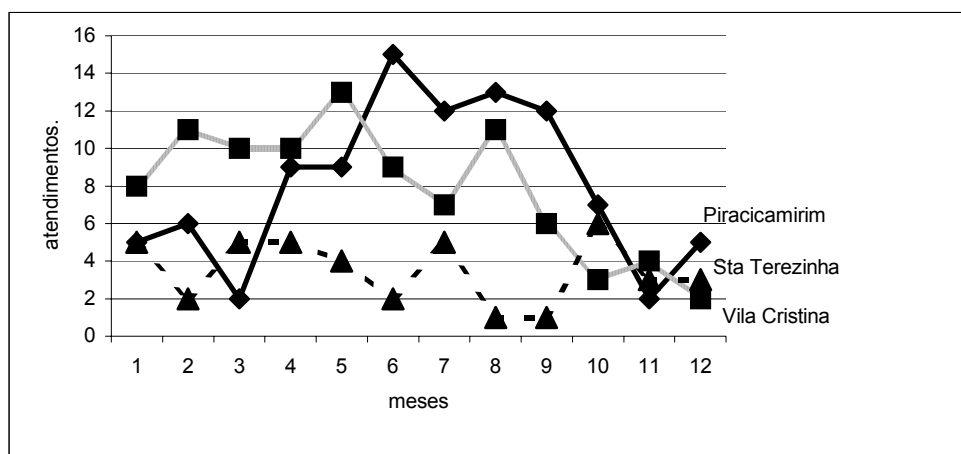




Figura 4 - Variação Mensal das Doenças Respiratórias em Piracicaba-SP. 2001.

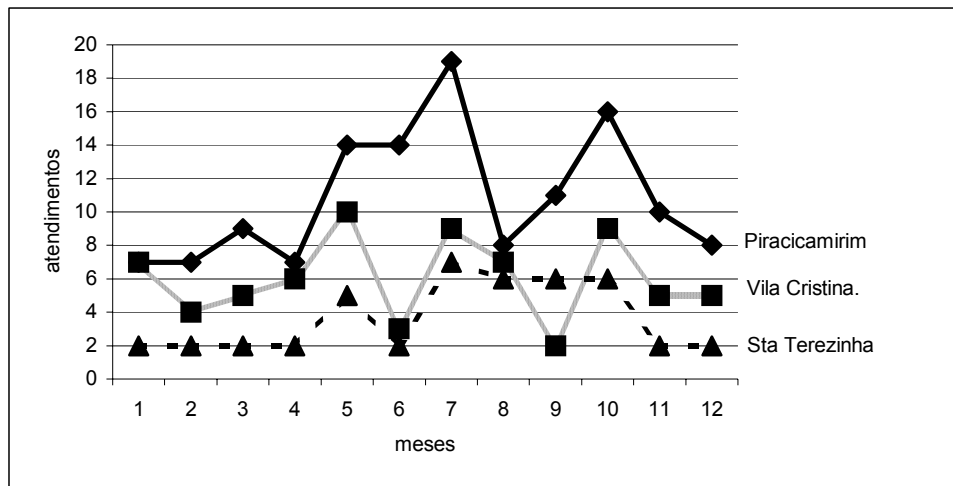
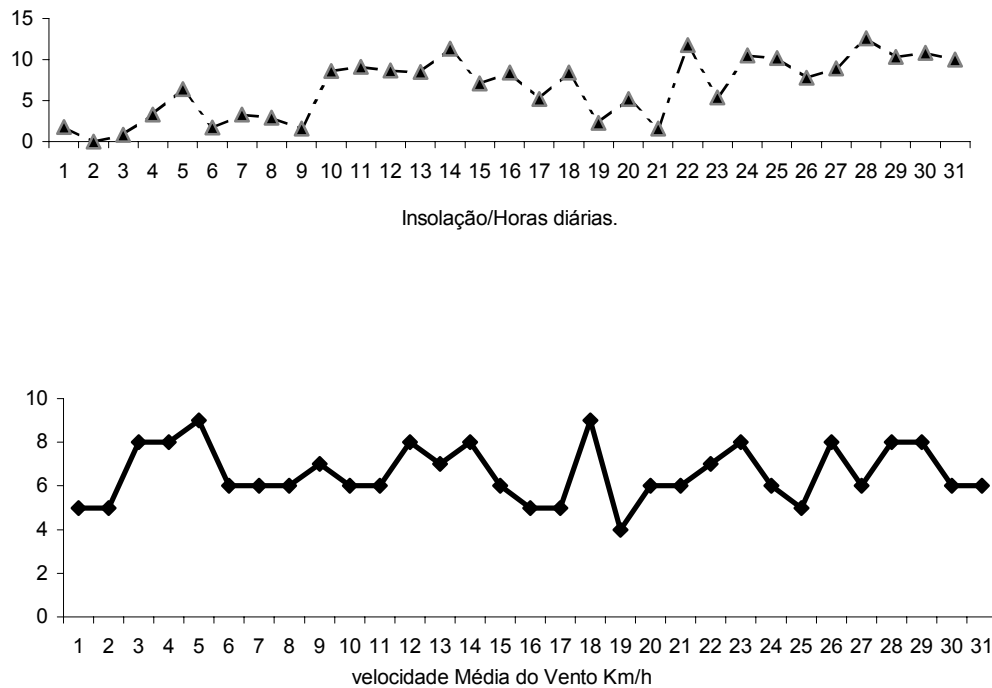


Fig. 5a- Variação Temporal dos Parâmetros climáticos e morbidade Respiratória -Janeiro de 1996.



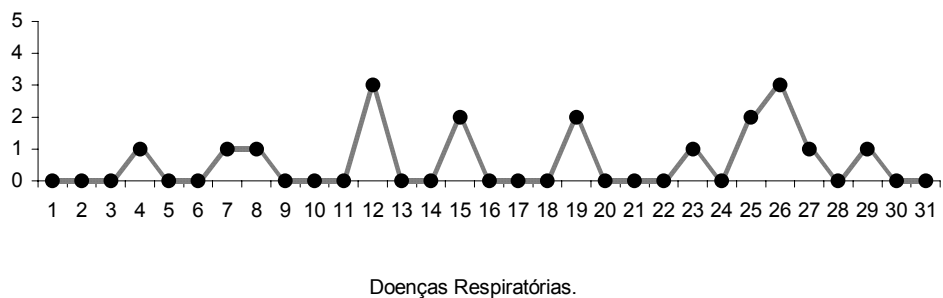
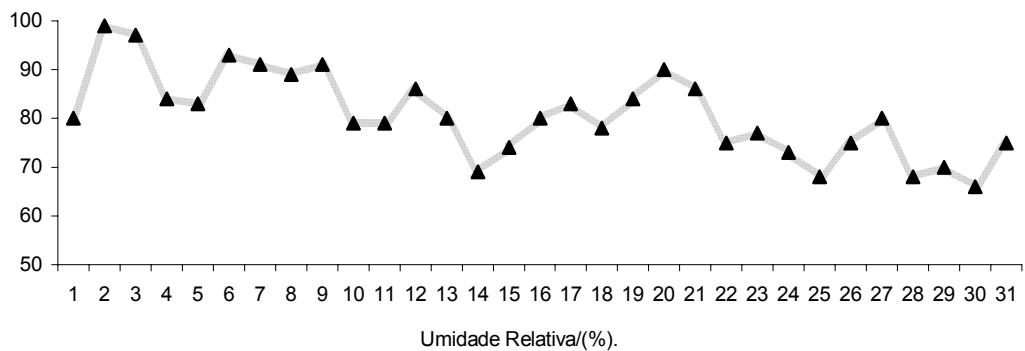
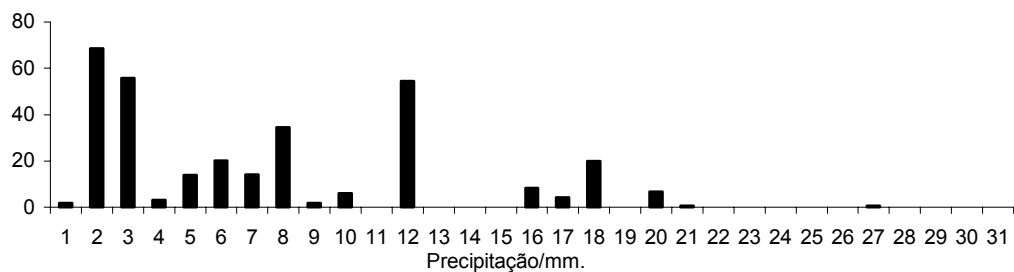
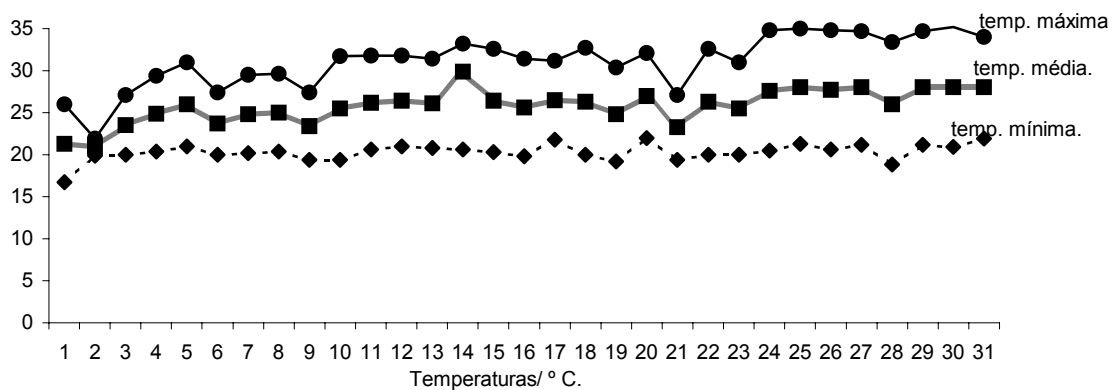
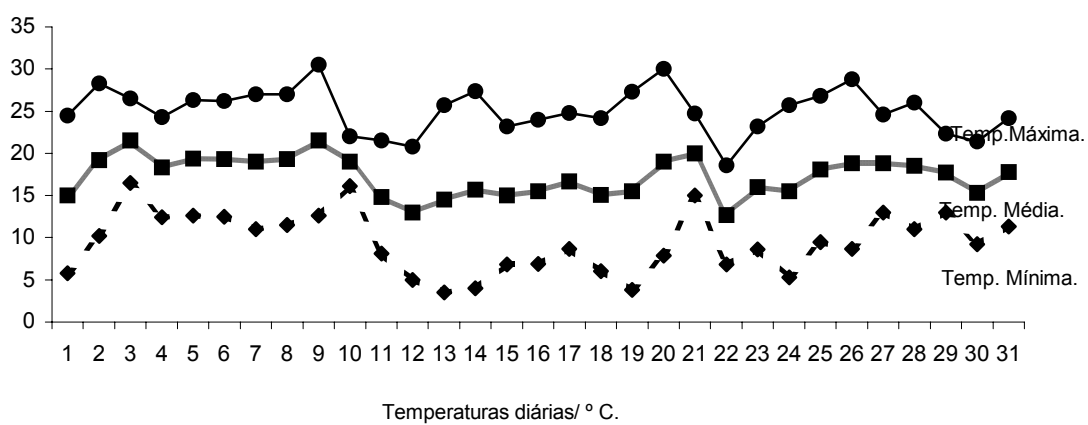
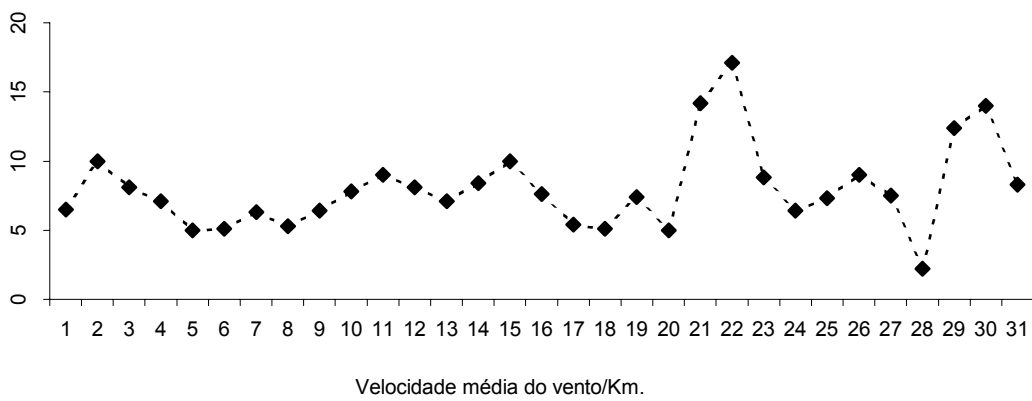
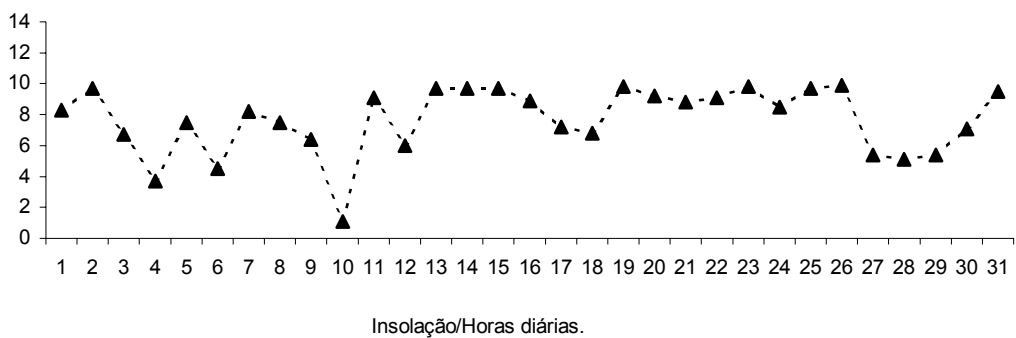


Fig. 5b-Variação Temporal dos Parâmetros climáticos e Morbidade Respiratória. Julho 1996.



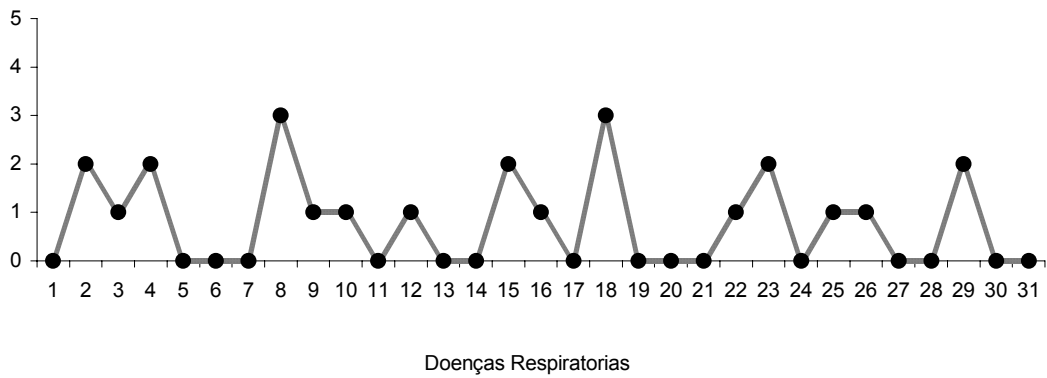
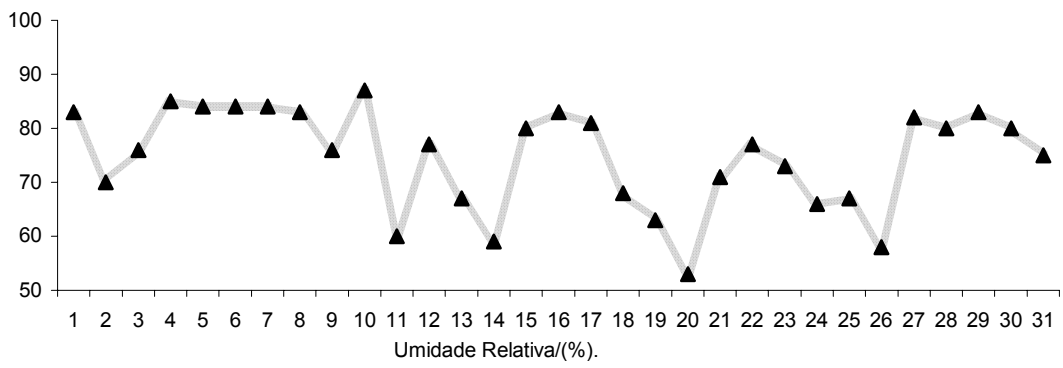
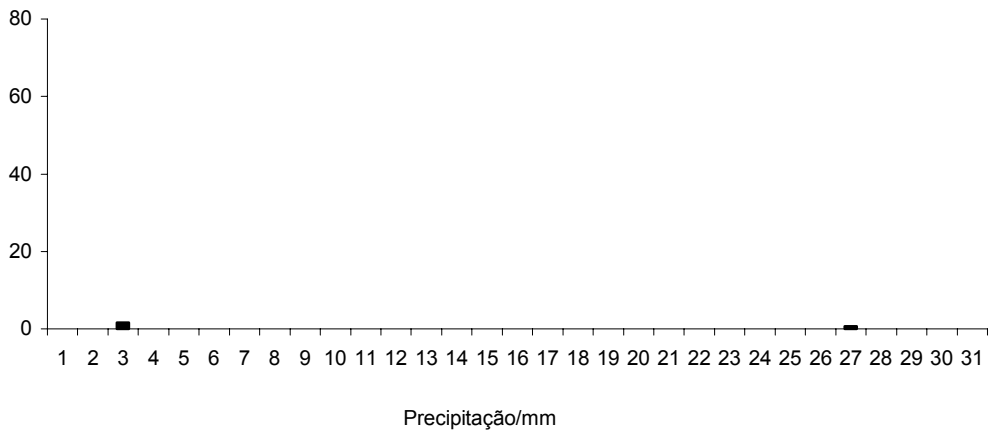
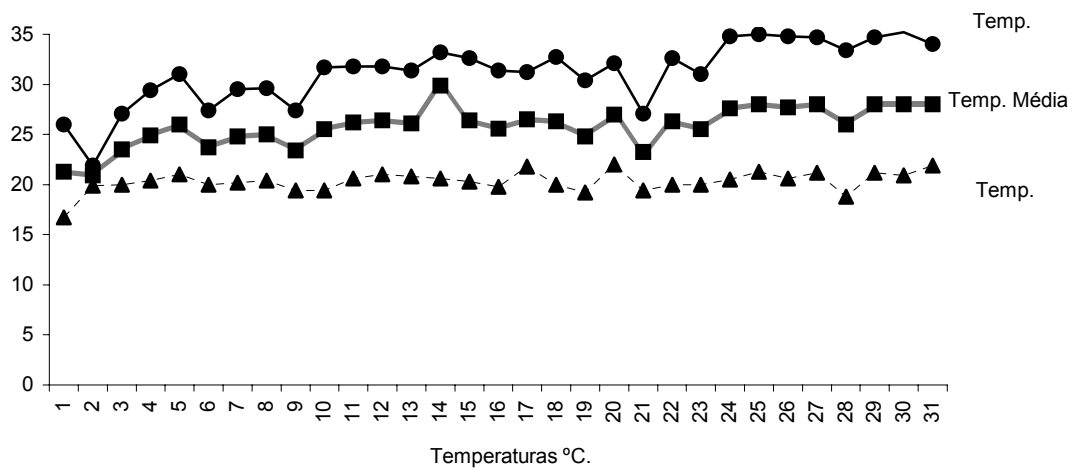
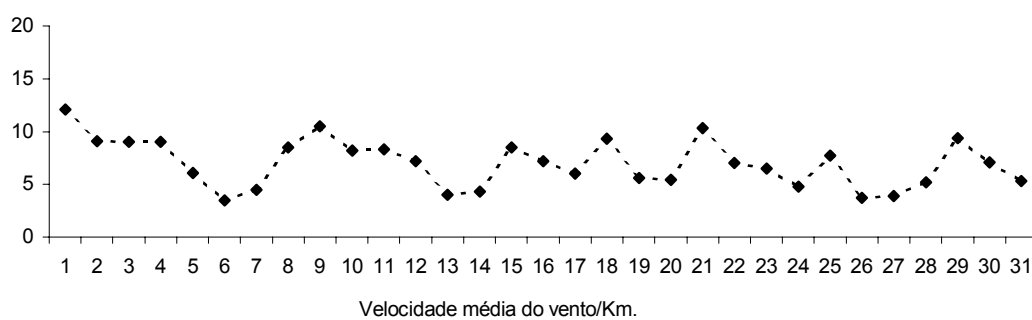
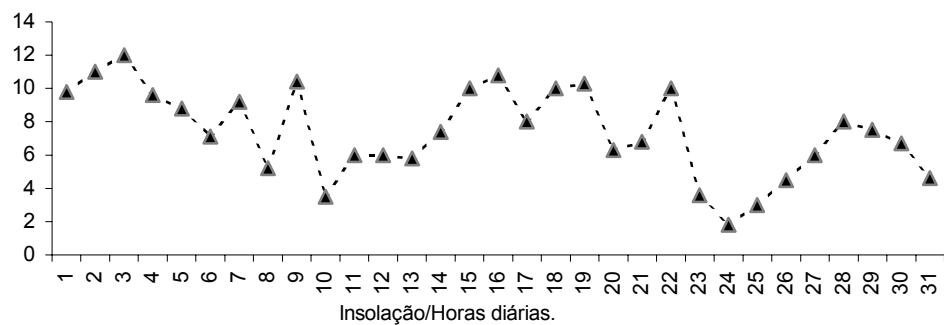


Fig.5c-Variação Temporal dos Parâmetros Climáticos e Morbidade Respiratória. Janeiro 2001.



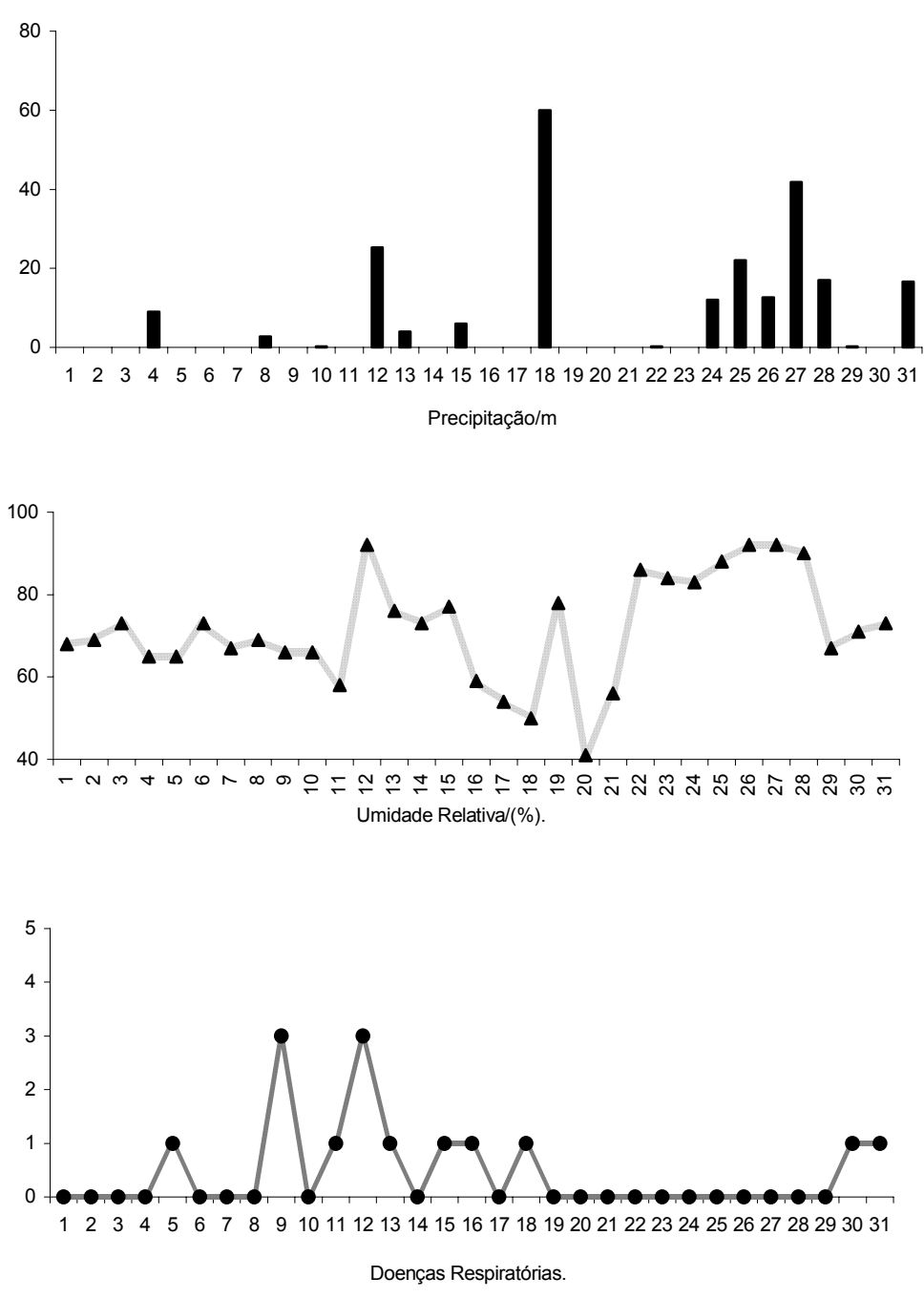
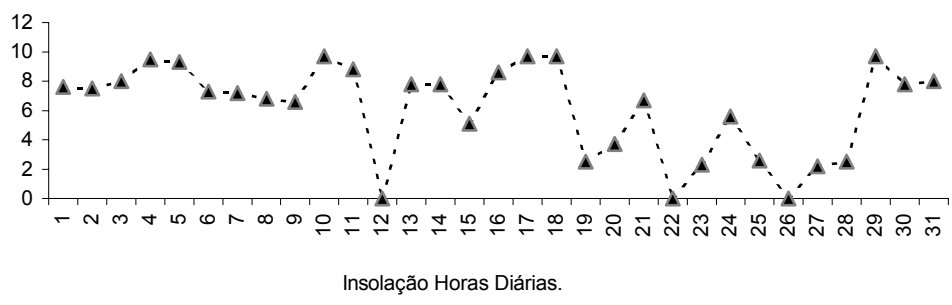
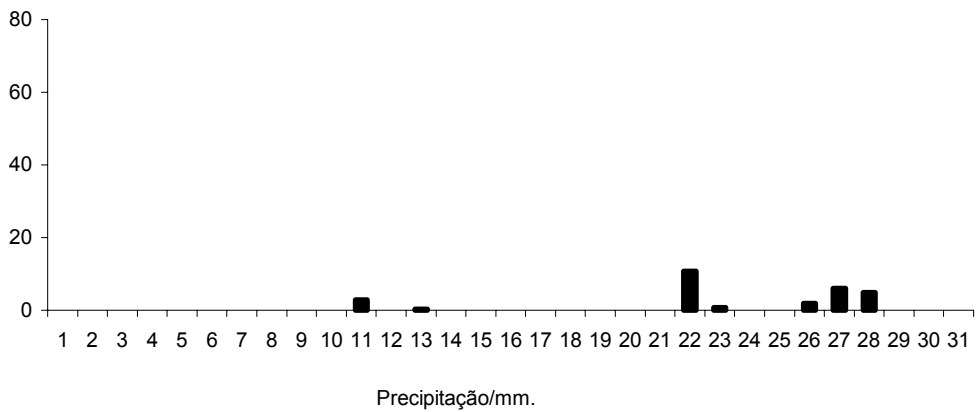
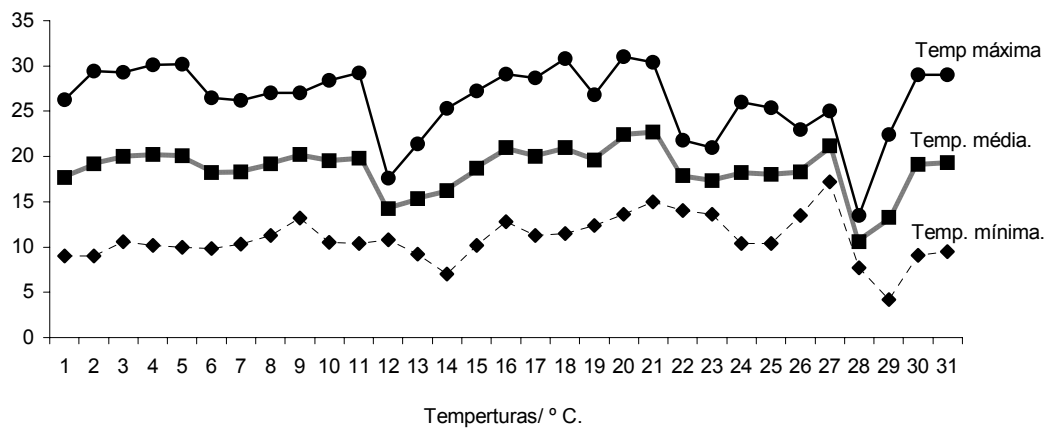
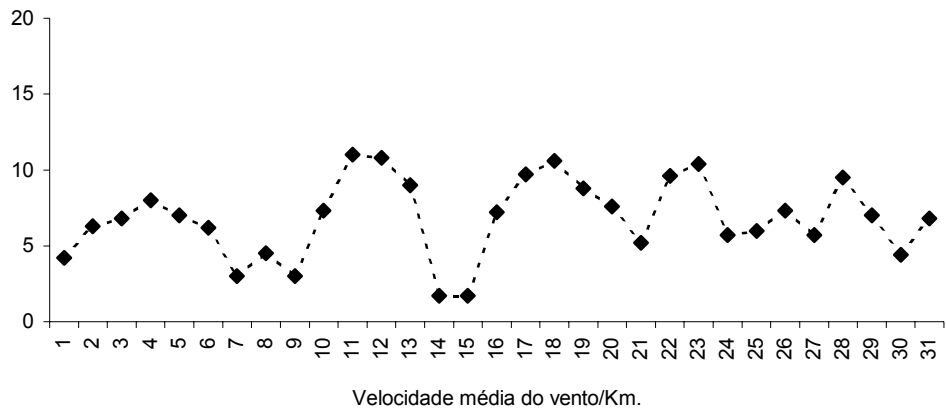


Fig. 5d–Variação Temporal dos Parâmetros Climáticos e Morbidade Respiratória – Julho de 2001.





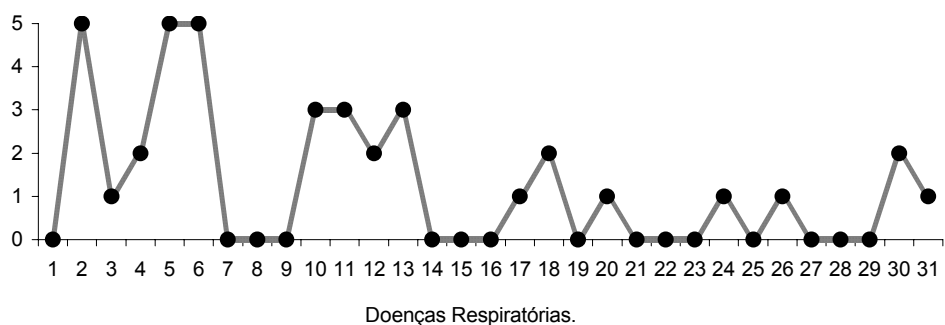
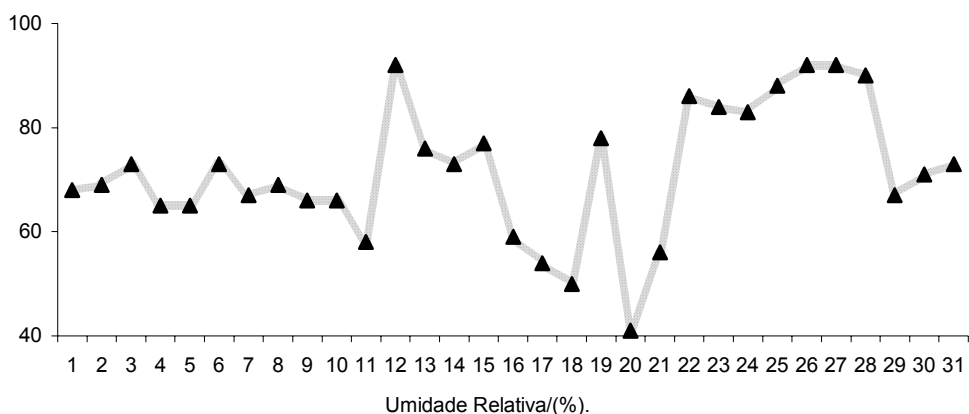


Tabela 2- Relação entre o N° de casos de Doenças Respiratórias e os elementos Meteorológicos.

Parâmetros	Grau.	n° de casos.
Temperatura.	Maior.	Menor
Temperatura.	Menor.	Maior
Umidade Relativa	Maior.	Menor
Umidade Relativa	Menor.	Maior
Precipitação.	Maior.	Menor
Precipitação.	Menor.	Maior
Velocidade do vento.	Maior.	Menor
Velocidade do vento	Menor.	Maior

#### Considerações Finais.

Do exposto, pode-se constatar que há certa relação entre a concentração de material particulado e das enfermidades respiratórias, pois os bairros que concentram maior quantidade de material particulado teve maiores índices de ocorrências respiratórias.

Há relação entre a precipitação e a umidade relativa com as enfermidades, pois quando esses parâmetros declinam verifica-se um aumento no numero de atendimento.



As Doenças Respiratórias apresentou variação sazonal, pois se verificou aumento das patologias no inverno e declínio no verão.

De modo geral os resultados da presente pesquisa são condizentes com os obtidos em pesquisas realizadas em outras cidades das baixas e médias latitudes do globo.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

CASTRO, A.W.S. **Clima urbano e saúde: as patologias do aparelho respiratório associadas aos tipos de tempo no inverno, em Rio Claro – SP.** 2000.210p.Tese (Doutorado – organização do espaço) IGCE – UNESP – Rio Claro-SP.

HOBBS, J.E. **Applied climatology.** Australia. Dawson Westview Press.1980. 248p.

LOMBARDO, M. A . **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo. Editora Hucitec, 1985. 238-p.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira.** 2º edição. São Paulo. Editora Hucitec,1994. 194-p.

TAVARES, A.C. e LASTORIA, A.C. **Comparações entre temperaturas extremas obtidas no centro e na periferia de Piracicaba, SP.** GEOGRAFIA, Rio Claro, nº 19 - v 1: 61-75, Abril 1994.

TROPPEMAIR, H. **Metodologias simples para pesquisar o meio ambiente.** Rio Claro. Impresso Graff Set.1988. 233 p.