

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
CURSO DE MESTRADO EM METEOROLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS
SOBRE A INCIDÊNCIA DO DENGUE, MENINGITE
E PNEUMONIA EM CAMPINA GRANDE E JOÃO
PESSOA**

NADJA MARIA NASCIMENTO SOUSA

Campina Grande - PB

- 2003-

Nadja Maria Nascimento Sousa

**Influência de Variáveis Meteorológicas sobre a Incidência do
Dengue, Meningite e Pneumonia em Campina Grande e João
Pessoa**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Meteorologia da
Universidade Federal de Campina
Grande, em cumprimento às exigências
para obtenção do grau de Mestre em
Meteorologia.

Área de Concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escala

Sub-área: Climatologia

Orientador: Prof.: Dr. Renilson Targino Dantas

Campina Grande - PB

-2003-



S725i **Sousa, Nadja Maria Nascimento**
Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em Campina Grande e João Pessoa/Nadja Maria Nascimento Sousa. – Campina Grande: UFCG, 2003. 65p. : il.

**Dissertação (Mestrado). UFCG/CCT
Inclui Bibliografia**

1. Biometeorologia 2. Clima e Saúde 3. Influências Climáticas na Saúde 4. Doenças Infecciosas - Influências Climáticas I - Título

CDU : 551.586

NADJA MARIA NASCIMENTO SOUSA

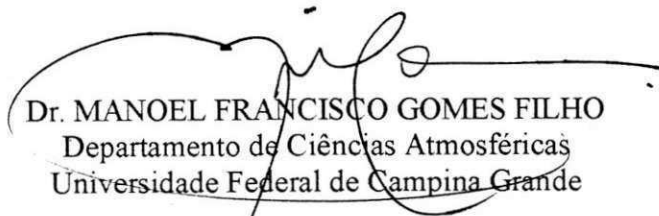
INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS SOBRE A INCIDÊNCIA DO
DENGUE, MENINGITE e PNEUMONIA EM CAMPINA GRANDE e JOÃO PESSOA

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/3/2003

BANCA EXAMINADORA



Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Departamento de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Dr. MANOEL FRANCISCO GOMES FILHO
Departamento de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA
Departamento de Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Alagoas

DEDICATÓRIA

*Aos professores **Luis Mendes de Albuquerque Neto & José Hamurabi Nóbrega de Medeiros** pelo crédito de confiança depositada em minha capacidade e poder de realizações.*

HOMENAGEM

Aos meus pais, Antônio & Francisca, pela bravura, dedicação, determinação e sacrifícios na busca de nos dar a oportunidade de termos uma vida digna e honrada, e por terem me ensinado que o mais importante em tudo que fazemos é vencer nossas próprias limitações.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter sido minha fortaleza e ter me guiado no caminho certo.

A Universidade Federal da Paraíba e a de Campina Grande pela estrutura didático-científico.

Ao curso de Mestrado em Meteorologia.

Aos meus queridos pais e irmãos, que sempre estivemos juntos em todos os momentos de nossas vidas, agradeço tudo que sou.

A CAPES e CNPq pela concessão da bolsa de estudo.

As Secretarias Municipais de Saúde de Campina Grande e João Pessoa, ao Sistema Único de Saúde de Campina Grande, a EMBRAPA - Campina Grande, e ao Instituto Nacional de Meteorologia-Recife/PE pela concessão dos dados para a realização desta pesquisa.

A Dr. Celso Augusto de França Melo, André Luiz Bonifácio e Maria do Socorro Pequeno, pela concessão de dados.

Ao professor Renilson Targino Dantas, pela orientação.

Ao Prof. Manuel pelo carinho, atenção e amizade.

A amiga Divanete C. Rocha Farias pelo apoio e incentivo.

A Péricles e Petrônio, amigos para sempre.

As amigas Mirna, Glaciene, Josicleda, Viviane, Eyres que sempre estiveram presentes e a todos aqueles que mesmo distantes compartilharam deste ideal.

Aos amigos Ewerton, Spachson e Alberto, que me incentivaram a vencer todos os obstáculos durante a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares e amigos pelo apoio e incentivo.

SUMÁRIO

	Pág.
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Clima E Saúde	5
2.2. Dengue	8
2.3. Meningite	10
2.4. Pneumonia	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. Características Locais	13
3.2. Descrição dos Dados.....	15
3.3. Métodos	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
4.1. Dengue	21
4.1.1. Incidência Mensal do Dengue	21
4.1.2. Incidência do Dengue por Estação do Ano	26
4.1.3. Análise do Período	28
4.2. Meningite	32
4.2.1. Incidência Mensal da Meningite.....	32
4.2.2. Incidência de Meningite por Estação do Ano	37
4.2.3. Análise do Período	38
4.3. Pneumonia	43
4.3.1. Incidência Mensal da Pneumonia	43
4.3.2. Incidência de Pneumonia por Estação do Ano	48
4.3.3. Análise do Período	49
5. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APENDICE	62

Utilizou-se dados de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, referentes ao período de 1992 a 2000, de Campina Grande (07°13'S; 35°52'W; 508m) e João Pessoa (07°07'S; 034°53'W; 05m), com o objetivo de identificar a influência destes elementos meteorológicos sobre a incidência de Dengue, Meningite e Pneumonia nestes locais. Inicialmente, determinou-se os coeficientes de incidência mensal por 10.000 habitantes, para cada doença, os quais foram relacionados com os elementos meteorológicos: temperatura média do ar (T), temperatura máxima (Tx), temperatura mínima (Tn) e umidade relativa do ar (UR) e precipitação (P), do período estudado. Utilizou-se a precipitação, Dengue, Meningite e Pneumonia em totais mensais, e as temperaturas (mínima, média e máxima) e umidade relativa do ar foram utilizados em médias mensais. Foram observadas as variações climáticas intra-anuais (mensal e por estações do ano) e de todo o período estudado. Fez-se uso da análise de regressão simples para verificar a função de melhor ajuste e, em seguida, a regressão linear múltipla com todos os elementos meteorológicos contidos no modelo, com a finalidade de saber, o máximo que estes explicam sobre a incidência de cada patologia estudada. Por fim, fez-se uso do método de regressão múltipla, denominado "stepwise", para manter no modelo apenas os elementos meteorológicos que mais contribuam sobre a incidência das doenças consideradas. A adequacidade dos coeficientes de correlação foi verificada pelo teste de hipóteses, F, para o nível de significância de 5%. Os resultados mostraram que houve influência dos elementos meteorológicos na incidência de Meningite e Pneumonia em Campina Grande, com R^2 de 0,12 e 0,18, respectivamente e de Dengue, Meningite e Pneumonia em João Pessoa com R^2 de 0,34, 0,25 e 0,23, nesta mesma ordem. Quanto aos elementos meteorológicos que podem ser considerados preditores para a incidência das doenças em estudo, verificou-se que, para a Meningite e Pneumonia, em Campina Grande é a temperatura mínima e em João Pessoa temperatura média; para incidência de Dengue observou-se sendo temperatura máxima e precipitação em João Pessoa, enquanto em Campina Grande, nenhum elemento foi considerado estatisticamente significativo. Contudo, sugere-se que as condições atmosféricas da localidade de Campina Grande, restringem a ação do mosquito vetor do Dengue; principalmente quando a temperatura mínima diminui sensivelmente, ao passo que, em João Pessoa, o favorecimento das condições atmosféricas, parece ser melhor para que o mosquito possa se proliferar mais rapidamente e adquirir poder de infecção. Notou-se que a influência mensal e sazonal da temperatura do ar, foi mais significativa sobre a incidência destas patologias, em ambos os locais. Os elementos meteorológicos, considerados neste trabalho, de modo geral, contribuíram sobre a incidência de Dengue, Meningite e Pneumonia, em Campina Grande e João Pessoa, na faixa de 12% a 34%, justificando que, além das condições meteorológicas, existem outras, causadas por condições nutricionais, sociais, e do sistema imunológico do organismo humano.

Data of temperature, relative humidity of the air and precipitation during the period of 1992 to 2000 in Campina Grande (07°13'S; 35°52'W; 508m) and João Pessoa (07°07'S; 034°53'W; 05m) were used with the objective of identifying the influence of these meteorological elements on the incidence of Dengue Fever, Meningitis and Pneumonia in these places. Initially, coefficients of monthly incidence per 10,000 inhabitants for each disease were determined, which were related to the meteorological elements: average air temperature (T), maximum temperature (Tx), minimum temperature (Tn), relative air humidity (UR) and precipitation (P) of the studied period. Precipitation, Dengue Fever, Meningitis and Pneumonia were used in monthly totals, and the temperatures (minimum, average and maximum) and the relative air humidity were used in monthly averages. Intra-annual climatic variations (monthly, and by seasons of the year) were observed for all of the period studied. Simple regression analyses were used to verify the function of better adjustment, and then multiple linear regressions with all the meteorological elements contained in the model, with the objective of knowing the maximum in which these apply on each disease studied. Finally, the "stepwise" multiple regression method was used to maintain only the meteorological elements which contributed most to the incidence of the studied diseases in the model. The adequacy of the coefficients of correlation was verified by the hypothesis test, F, for the significance level of 5%. The results showed that there was influence of the meteorological elements in the incidence of Meningitis and Pneumonia, with R^2 0,12 and 0,18 respectively, and of Dengue Fever, Meningitis and Pneumonia in João Pessoa with R^2 0,34, 0,25 and 0,23 in this same order. As to the meteorological elements that may be considered predictions of the incidence of the studied diseases, it was verified that for Meningitis and Pneumonia in Campina Grande it is minimum temperature and João Pessoa average air temperature; for the incidence of the Dengue Fever, it was maximum temperature and Precipitation in João Pessoa, while in Campina Grande no element was considered statistically significant. However, atmospheric conditions in the locality of Campina Grande suggest a restriction on the action of the mosquito, which transmits the Dengue Fever, especially when the minimum temperature diminishes considerably, while in João Pessoa the atmospheric conditions seem to favor a more rapid spreading of the mosquito and its obtaining the ability to infect. It was noticed that the influence of monthly and seasonal air temperature was more significant on the incidence of these diseases in both places. The meteorological elements considered in this paper, in general contributed to the incidence of Dengue Fever, Meningitis, and Pneumonia in Campina Grande and João Pessoa at about 12% to 34%, justifying that aside from meteorological conditions, there are others caused by nutritional, social and the immunological defense conditions of the human organism.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PE.	Pernambuco
PB.	Paraíba
SUS	Sistema Único de Saúde

LISTA DE SÍMBOLOS

$C.I_t$	coeficiente de incidência mensal para cada doença	16
n	expoente que determina o tamanho da amostra	16
$C.I.méd_t$	coeficiente de incidência médio esperado para um referido mês	16
\bar{Y}_t	média aritmética dos coeficientes de incidência calculados para todos os meses equivalentes, no período estudado	16
t	é um mês do ano	16
$C.I.máx_t$	coeficiente de incidência máximo esperado para um referido mês	16
z	número de desvios padrões que uma variável aleatória está afastada da média	16
S_t	desvio padrão	16
X	variável independente (representa um dado meteorológico)	16
Y	variável dependente (representa uma doença)	16
\bar{Y}	média aritmética de uma doença	16
β_i	coeficientes de regressão	18
R^2	coeficiente de determinação	19
F	estatística F	19
n	tamanho da amostra	19
p	número de parâmetros do modelo	19
T	temperatura média do ar	20
T_x	temperatura máxima do ar	20
T_n	temperatura mínima do ar	20
UR	umidade relativa do ar	20

LISTA DE FIGURAS

- Figura 4.1- Variação anual média no período estudado (1996-00) do dengue (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa do ar (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande. 22
- Figura 4.2- Incidência normal e incidência normal máxima esperada no período de 1996-00, do dengue na localidade de Campina Grande. 23
- Figura 4.3- Variação anual média no período estudado (1996-00) do dengue(a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa do ar (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa. 24
- Figura 4.4- Incidência normal e incidência normal máxima esperada no período de 1996-00, do dengue na localidade de João Pessoa. 25
- Figura 4.5- Coeficientes mensais de incidência do dengue em Campina Grande e João Pessoa, 1996-00. 26
- Figura 4.6- Variação da incidência do dengue em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1996-00). 29
- Figura 4.7- Variação da incidência do dengue em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1996-00). 30
- Figura 4.8- Coeficientes anuais de incidência do dengue em Campina Grande e João Pessoa, 1996-00. 32
- Figura 4.9- Variação anual média no período estudado (1992-00) de meningite (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande. 33

- Figura 4.10- Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de meningite na localidade de Campina Grande. 34
- Figura 4.11- Variação anual média no período estudado (1992-00) de meningite (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa. 35
- Figura 4.12- Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de meningite na localidade de João Pessoa. 36
- Figura 4.13- Coeficientes mensais de incidência de meningite em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00. 37
- Figura 4.14- Variação da incidência de meningite em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%), e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1992-00). 40
- Figura 4.15- Variação da incidência de meningite em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1992-00). 41
- Figura 4.16- Coeficientes anuais de incidência de meningite em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00. 43
- Figura 4.17- Variação anual média no período estudado (1992-2000) da pneumonia (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande. 44
- Figura 4.18- Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de Pneumonia na localidade de Campina Grande. 45
- Figura 4.19- Variação anual média no período estudado (1992-00) da pneumonia (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa. 46

- Figura 4.20- Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de pneumonia na localidade de João Pessoa. 47
- Figura 4.21- Coeficientes mensais de Incidência de pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00. 48
- Figura 4.22- Variação da incidência de pneumonia em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1992-00). 51
- Figura 4.23- Variação da incidência de pneumonia em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima, (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1992-00). 52
- Figura 4.24- Coeficientes anuais de incidência de pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00. 54

LISTA DE TABELAS

xv

Pág.

Tabela 3.1 - Normais climatológicas de Campina Grande e João Pessoa do período, 1961-90	14
Tabela 3.2 - Crescimento populacional de Campina Grande e João Pessoa (1992-00).	15
Tabela 3.3 - Valores críticos de temperatura e umidade relativa do ar , utilizando como referência as normais climatológicas dos últimos 30 anos, das duas localidades (1961-90).....	20
Tabela 4.1 - Incidência do dengue, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1996-00), em valor médio mensal por 10.000 habitantes.....	27
Tabela 4.2 - Equações de regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa.....	31
Tabela 4.3 - Incidência de meningite, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1996-00), em valor médio mensal por 10.000 habitantes.....	38
Tabela 4.4 - Equações de regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa.....	42
Tabela 4.5 - Incidência de pneumonia, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1996-00), em valor médio mensal por 10.000 habitantes.....	49
Tabela 4.6 - Equações de regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa.....	53

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, país tropical, onde a maioria da população é desnutrida e vive em condições sanitárias precárias, o aparecimento de doenças do trato respiratório e endêmica, ocorrem freqüentemente. Estes fatores associados às mudanças climáticas contribuem para o aumento de algumas destas patologias.

Doenças transmitidas por vetores (como dengue) e por outros micro-organismos patogênicos que causam infecções respiratórias e nas meníngeas (pneumonia e meningite), são um grave problema no processo saúde-doença.

Dengue, é uma patologia causada por um vírus que aparece nos trópicos, transmitida por mosquitos da espécie *Aedes aegypti*. A reemergência dessa infecção sob a forma de Dengue Clássico, Febre Hemorrágica do Dengue e Síndrome de Choque do Dengue coloca essa virose como um dos mais graves problemas de Saúde Pública do continente. No Brasil, a primeira epidemia ocorreu em 1982, em Boa Vista, Roraima. Somente a partir de 1986, se iniciou, como epidemias explosivas, que foram se expandindo para todas as regiões brasileiras. Nesse momento, o Brasil alcançou um elevado índice epidêmico, em virtude da rápida dispersão do vetor em grande extensão territorial, o que propiciou a circulação viral em maior número de estados e municípios, expondo, paulatinamente, novas populações às infecções.

Meningite, é uma infecção do Sistema Nervoso Central (SNC), com acometimento das meninges, causada por múltiplas etiologias e caracterizada por febre, cefaléia intensa, vômitos, sinais de irritação meníngea e alteração do Líquido Cefálo-Raquidiano (LCR).

Quanto ao modo de transmissão, variam de acordo com o agente infeccioso, podendo ser de pessoa para pessoa, através das gotículas de secreções da nasofaringe (meningite por *Haemophilus influenzae*), por via aérea (meningite tuberculosa) e de acordo com o agente etiológico (meningites virais).

Pneumonia, refere-se a Infecção do Trato Respiratório Inferior (ITRI), primariamente envolve o pulmão. As ITRI's constituem a principal causa infecciosa de atendimento médico e são responsáveis pelo maior percentual de receitas de antibióticos. No Brasil, as pneumonias são a primeira causa de morte entre as doenças respiratórias. Estima-se que, por ano, teríamos cerca de 1.920.000 casos.

É de grande relevância para a Biometeorologia, fazer-se estudos relacionando clima e saúde. Esta é uma área de crescente preocupação internacional por parte de médicos e climatologistas, à medida que aparecem mais evidências, de que um aquecimento global do planeta, possa aumentar as possibilidades, de que vetores ampliem suas áreas de influência ao propagarem vírus e outros microorganismos. Além do mais, anos com ocorrência de eventos extremos, como o El-Niño, por exemplo, aparecem relacionados com a eclosão de doenças transmitidas, principalmente, por vetores como dengue e também ocorre um aumento considerável de doenças respiratórias. Justifica-se, dessa forma, a importância de fazer-se um estudo a respeito de doenças endêmicas e respiratórias, oportunizando a comunidade acadêmica e a sociedade, informações de como a mudança de tempo influencia sobre as mesmas.

Nesta perspectiva, este trabalho tem como objetivo, conduzir tecnicamente um estudo sobre a influência dos elementos meteorológicos sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia em Campina Grande e João Pessoa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CLIMA E SAÚDE

De acordo com Rouquayrol (1994), no campo epidemiológico, o clima é o aspecto do ambiente físico que tem até agora concentrado maior atenção para estudos epidemiológicos. O clima, é a resultante de toda variedade de fenômenos meteorológicos específicos, que caracterizam a situação média da atmosfera, em uma região delimitada da superfície terrestre. Estudam-se os fatores climáticos, para que, através deles, possam ser inferidas hipóteses de causalidade quanto a agentes infecciosos, a transmissores e a reservatórios, e mesmo, possivelmente, quanto a algum fator de risco cuja variação na natureza dependa da variação de algum fator climático.

Segundo a mesma autora, os aspectos do clima que mais de perto influenciam as biocenoses e, portanto, os seres vivos implicados no processo de transmissão de doença são a temperatura, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica.

Já no século V a.C., Hipócrates, considerado o pai da medicina, sugeriu que o desenvolvimento de doenças no ser humano, poderia estar relacionado a fatores externos ao indivíduo. Ele considerou aspectos ambientais, como as estações do ano, os ventos, a temperatura e a presença de pântanos ou montanhas, se eram comuns a todos os lugares ou próprios de determinado lugar. Ele percebeu que a variação sazonal, é importante no

controle e vigilância de várias doenças, em especial daquelas que dependem de vetores, cuja população, varia de acordo com as condições climáticas relacionadas às estações do ano. E que, as variações cíclicas, de caráter meteorológico, são variações irregulares que independem da estação do ano e interferem, abruptamente, nas condições climáticas, favorecendo ou dificultando, a manutenção do tamanho da população. A chuva, por exemplo, pode favorecer a natalidade de uma população (espécie) e dificultar a de outra. As variações cíclicas compreendem mudanças ocorridas em intervalos maiores que um ano e não se relacionam com as estações. Por exemplo, desde a antiguidade são registradas periodicamente (mais ou menos a cada 40 anos) ocorrências de imensas populações de gafanhotos, que se transformam em pragas para as plantações (Bellusci, 1995).

Segundo Cowell & Patz (1998), a variabilidade climática (p. ex., El-Niño – Oscilação Sul) e mudanças no clima em longo prazo, desempenham um papel relevante, na modificação de ocorrências e transmissão de doenças infecciosas, através de múltiplos efeitos, diretos e indiretos em microorganismos patogênicos, vetores, reservatórios e hospedeiros.

De acordo com Obasi (1999), o ser humano reage fisiologicamente às condições atmosféricas, principalmente, a temperatura e umidade relativa do ar, vento, radiação solar e poluição do ar. Alguns humanos têm maior capacidade de adaptar-se às variações climáticas e ambientais, sendo mais vulneráveis quando envolve mudanças meteorológicas consideráveis. Por exemplo, expor-se a temperaturas extremas pode levar a insolação ou a depressão, provocada pelo frio. Em vários países, pessoas podem viver confortavelmente com temperatura de 17 a 31°C. Entretanto, quando a temperatura do ar se eleva e, a temperatura interna do corpo está acima de 40°C, pode resultar em morte por excesso de calor. Cientistas também têm achado que muito mais pessoas têm ataque cardíaco devido tais causas durante ondas de calor – apesar de menos grave do que em períodos frios. Além disso, o ser humano responde ao tempo, como se observou, do ponto de vista do “conforto” geral dependendo da temperatura, como também da umidade relativa do ar e do vento.

Em todos os estudos epidemiológicos, é difícil estimar o papel desempenhado pelo clima, assim como, as alterações no estado geral da saúde. Para poder realizar-se investigações epidemiológicas, mediante dados obtidos *in situ*, sobre a influência do clima na causa de enfermidades, necessita-se de um volume de informações

que permita discernir, quais dos efeitos percebidos se devem a fatores climáticos e quais, a fatores não climáticos (McMichael, 2000).

2.2. DENGUE

O *Aedes aegypti*, vetor do dengue, é um mosquito urbano, essencialmente doméstico, não se afasta mais de 100 metros das residências e vive de 30 a 60 dias. Sua dispersão a longas distâncias se dá, predominantemente, de forma passiva, através dos meios de transporte. O mosquito adulto é rajado, com manchas brancas no corpo e um desenho prateado característico, em forma de lira, existente na parte dorsal do tórax, que pode ser distinguido a olho nu. As patas são escuras, sendo o fêmur e a tíbia revestido de anéis esbranquiçados.

Taylor & Mutambu (1986), estudando a influência da altitude na incidência e prevalência da malária no Zimbábue, observou que a altitude mostrou ser inversamente correlacionada com ambas, prevalência e incidência. Neste estudo, a malária foi encontrada como sendo hiper endêmica, em altitudes abaixo de 600 m, e ausente, onde a altitude foi acima de 1200 m. Mudanças no padrão da precipitação e na temperatura, podem alterar radicalmente, o alastramento de doenças transmitidas por vetores, transferindo-as para latitudes mais elevadas, comenta Izrael (1992).

Os modelos preditivos para a transmissão do dengue, têm enfatizado a importância da temperatura, precipitação, umidade relativa do ar e a radiação solar sobre a distribuição do *Aedes aegypti*, e na ocorrência de surtos do dengue, sendo a temperatura e a precipitação, os dois fatores climáticos considerados mais importantes para esses modelos (Koopman *et al.*, 1991; Hoop & Foley, 2001).

De acordo com Medronho (1995), INSTITUTO EUROPEU DE MEDICINA (2000), e o POVO (2002), têm-se observado que as epidemias em áreas urbanas, freqüentemente começam durante as estações chuvosas, quando o vetor existe em maior quantidade. Nos países de clima tropical, o acúmulo de água em reservatórios

durante as chuvas, associado à ocorrência de temperaturas elevadas, torna favorável a reprodução do vetor.

De acordo com Figueiredo & Fonseca (1996), Pinheiro & Travassos (1996), Nogueira (2000), dengue é uma doença febril aguda, cujo agente etiológico é um vírus do gênero Flavivírus. São conhecidos atualmente quatro sorotipos, antigenicamente distintos: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. Clinicamente, as manifestações variam de uma síndrome viral, inespecífica e benigna, até um quadro grave e fatal de doença hemorrágica com choque. São fatores de risco para casos graves: a cepa do soro, tipo do vírus infectante, o estado imunitário do paciente, a concomitância com outras doenças e a infecção prévia por outro sorotipo viral da doença.

A fêmea do *Aedes aegypti* se alimenta de sangue humano, necessário à maturação dos ovos, os quais ao receberem umidade e temperatura ideais, eclodem em dois dias. Esses ovos têm uma extraordinária resistência à dessecação, podendo permanecer viáveis por mais de 450 dias. O ciclo total de maturação, do ovo a fase adulta, dura de 9 a 13 dias. Nas Américas, o vírus do dengue persiste na natureza mediante o ciclo de transmissão homem → *Aedes aegypti* → homem. Esse período de transmissibilidade da doença compreende dois ciclos: um ciclo intrínseco, no homem, que ocorre enquanto houver a presença do vírus no organismo - um dia antes do aparecimento da febre até o sexto dia após o início dos sintomas - e um ciclo extrínseco, que ocorre no vetor - tempo decorrido entre a infecção do *Aedes* e o momento no qual ele é capaz de infectar pessoas a partir da picada. Este ciclo é de 8 a 12 dias (Morais *et al.*, 1996; Patz *et al.*, 1996). O ciclo de maturação dentro do *Plasmodium falciparum*, leva normalmente, 26 dias, com temperatura a 20°C, mas apenas 13 dias se for a 25°C (Epstein, 2000).

Bouma *et al* (1997), Epstein (2000), em estudo sobre a interação de fatores climáticos e a incidência de doenças transmitidas por vetores, considerando-se a influência das variáveis climáticas nos diferentes períodos do ciclo de vida do vetor e do patógeno, observaram, que as doenças infecciosas, transmitidas por vetores, principalmente insetos e roedores, são muito sensíveis às condições de temperatura e umidade relativa do ar, precipitação e vento. Os patógenos responsáveis pelas doenças transmitidas por vetores, tal como *Plasmodium falciparum* (um dos patógenos causadores da malária) são também, sensíveis ao clima. É necessário, segundo Kovats (2000), compreender-se a ecologia das espécies de vetores locais, para poder descrever a epidemiologia das enfermidades e o papel desempenhado pela variabilidade climática.

A temperatura mais alta, associada a maior umidade, aumenta muito o número de animais que transmitem os microorganismos que causam doenças. A temperatura mais elevada também parece favorecer uma reprodução mais rápida dos microorganismos. Por exemplo, o *Plasmodium vivax*, causador da malária, diminui o seu ciclo esporogônico em mais de 10 dias, se a temperatura aumentar apenas 2°C, (Sabbatini, 1997).

Segundo Cowell & Patz (1998) e Epstein (2000), doenças transportadas pela água, tal como cólera e, doenças transportadas por vetores tais como febres da malária e dengue, são as doenças infecciosas mais susceptíveis as condições meteorológicas e conseqüentemente têm suas taxas de distribuição e transmissão sazonais, afetadas pelas flutuações dos fatores climáticos.

Segundo Veronesi (1999), fatores de ordem social e climático influem para o surgimento dos surtos de dengue. O vírus, quando introduzido em comunidade humana susceptível, idealmente densa e com moradias infestadas pelo mosquito vetor, sob condições de temperatura e umidade elevadas, obtém as condições adequadas para o início de uma epidemia. No calor úmido, como o que ocorre na maior parte do Brasil, especialmente durante o verão, ocorre oviposição acelerada e aumenta a voracidade do mosquito, que necessita sugar vários homens em curto espaço de tempo, facilitando a transmissão viral.

Conforme O MINISTÉRIO DA SAÚDE (1999), no Brasil, o dengue apresenta um padrão sazonal, com maior incidência de casos nos primeiros 5 meses do ano, que correspondem ao período mais quente e úmido, típico dos climas tropicais. Em 1980, apenas 12 municípios brasileiros estavam infestados pelo *Aedes aegypti*, enquanto ao final de 1998, esse número foi de aproximadamente 2.910. Essa dispersão resultou da interação de muitos fatores, dentre os quais se destacam as precárias condições ambientais dos grandes centros urbanos, a umidade e a temperatura do ar brasileiras, que favorecem a proliferação dos mosquitos, e a pouca efetividade da estratégia de combate vetorial que vem sendo implementada.

Souza (1999), em um estudo para identificar fatores associados à ocorrência de formas imaturas do *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, utilizou-se de dados meteorológicos: temperaturas máxima e mínima, pressão e umidade relativa do ar, e mostrou, que o principal fator determinante da ocorrência de fases imaturas de *Aedes aegypti*, é aquele que leva em consideração os fatores meteorológicos. A eliminação e tratamento de criadouros pela Fundação Nacional de Saúde (FNS), apresentam-se como

menos importantes. Mostrou também, que no verão, as maiores proporções de criadouros positivos foram os dos grandes reservatórios de água e a dos criadouros provenientes do lixo doméstico. No inverno, verificou-se maior valor para os pequenos reservatórios de água para uso doméstico. As maiores proporções de criadouros positivas foram observadas após três meses sem atividades da FNS.

Obasi (2001), ressalta que, eventos extremos tais como ciclones e cheias, criam condições favoráveis para a transmissão de várias doenças. As cheias também permitem o desenvolvimento e o surgimento de mosquitos em alta densidade, suficientes para manter a disseminação da malária e outras doenças. O evento El-Niño de 1997/98, causou muita chuva forte no nordeste do Kênia e sul da Somália de outubro de 1997 a janeiro de 1998. Este fenômeno, associado com a explosão da Febre do Valley Rift (FVR), exterminou as criações de gado das regiões afetadas e a epidemia se dispersou pela população local. A Organização Mundial da Saúde (OMS), estimou um total de 200-250 mortes e 89.000 casos no sul da Somália e norte-leste do Kênia. Esta pode ter sido a maior explosão já notificada desta doença, em ambos, humanos e gados, em todos os tempos.

2.3. MENINGITE

A causa do rompimento do equilíbrio entre o meningococo e o ser humano não é totalmente conhecido, parecendo que a inter-ocorrência de outras doenças respiratórias (gripes, resfriados e talvez as provocadas pela poluição do ar), favorece o aparecimento dos casos. A maior freqüência em geral, da Doença Meningocócica (DM), ocorre nos meses frios, nos quais, além de haver melhor condição para o germe no meio ambiente, as pessoas tendem a se aglomerar no interior das habitações; acresce ainda que, nessa época, maiores proporções de pessoas apresentam tosse e espirros, em consequência de doenças respiratórias comuns nos períodos frios. Em geral, essa doença tem maior incidência nos bairros periféricos das cidades, ou onde se concentra a população de menores recursos econômicos, acreditando-se por isso, que fatores como o estado nutritivo e a aglomeração intradomiciliar, sejam de importância para a ocorrência de DM. Outros

fatores condicionantes de relevância são as migrações e o exercício físico, conforme afirma o MINISTÉRIO DA SAÚDE (1975).

A meningite espinhal epidêmica é uma doença aguda, contagiosa, que se apresenta ora esporadicamente, ora em pequenas epidemias, e consiste na inflamação purulenta das meninges do encéfalo e da medula. Ataca principalmente, as crianças e os indivíduos jovens (mais ao sexo masculino), e se apresenta de preferência entre o outono e a primavera (Domarus, 1979).

Segundo o MINISTÉRIO DA SAÚDE (1994), a distribuição geográfica da DM é universal, ocorrendo casos esporádicos durante todo o ano, tanto em zonas urbanas como rurais, sendo mais frequentes nos meses frios. Ocorre em intervalos irregulares, em ondas epidêmicas que podem durar de 2 a 5 anos.

Gama (1995), estudando a Doença Meningocócica (DM) e sua evolução no município do Rio de Janeiro de 1976 a 1994, concluiu, que a evolução da DM, mostrou associação moderada com temperaturas mínimas e associação fraca com umidade média relativa do ar e, picos sazonais nos meses de julho e agosto.

Segundo a WHO/OMS (1998), a diminuição da imunidade de uma população contra um agente particular, da meningite, favorece as epidemias, como também, as condições meteorológicas como, estação seca ou uma seca prolongada, ou até, tempestade de poeira. A presença de infecções das vias respiratórias superiores pode igualmente favorecer estas epidemias.

De acordo com a WHO/OMS (1998), durante 1996 e 1997, muitos países da África, que fazem parte do cinturão de meningite (países no norte da África), experimentaram epidemias severas de meningite meningocócica com 188.341 casos registrados em 1996 e, 69.518 casos, em 1997. Em 1998, foram registrados nesta região da África, de acordo com a WHO, 7.595 casos. Nem todos esses países experimentaram esta redução do nível de atividade, e em semanas recentes ocorreu um grande surto no Chade. De 29 de dezembro de 1997 a 22 de março de 1998 (meses de inverno), haviam sido registrados 2.835 casos e 239 mortes, bem mais do que o número total de casos registrados nesta localidade no ano de 1996 (1.079 casos) e 1997 (1.123 casos). A ameaça real de epidemia da meningite cerebrospinal desses países do cinturão de meningite da África deve continuar durante a estação seca de dezembro até meados de maio.

De acordo com Penna *et al.* (1999), as meningites virais têm distribuição universal e, dependendo do clima, a frequência se eleva no final do verão e começo do

outono. Estão também associadas às epidemias de varicela, sarampo e caxumba, e também, a efeitos adversos pós vacina viral.

Segundo Jalleh, em artigo publicado no endereço eletrônico <www.Revistadelsur.yu> acessado em fevereiro de 2002, comenta que, tanto o fenômeno El Niño como o La Niña, provocam climas extremos em muitas regiões do planeta. Durante a etapa de frio, de 1995 a 1996, várias regiões do mundo experimentaram chuvas intensas e inundações, seguido de uma seca prolongada. Essas chuvas têm sido associadas com a aparição de casos de encefalites do Vale de Murria e com vírus do rio Ross na Austrália, assim como malária na Argentina, sul da África e Paquistão. As fases de seca que precederam a fase de chuvas do El Niño, também provocaram um aumento da incidência de enfermidades. Por exemplo, as epidemias de meningites “estão associadas a condições de secas severas que, aparentemente, secam as mucosas destas membranas, tornando-as vulneráveis a penetração de organismos colonizadores”.

2.4. PNEUMONIA

Conforme Nair *et al.* (1990), a pneumonia pneumocócica e a influenza são infecções do trato respiratório inferior que levam a significativa morbidade e mortalidade, especialmente em determinadas populações (como idosos e aquela com doenças cardiopulmonares). Os fatores de risco para doença pneumocócica e influenza, sobrepõem-se, pois a pneumonia é a complicação mais comum da influenza e o organismo mais freqüentemente implicado é o *S. pneumoniae* (Connolly *et al.*, 1993).

A grande amplitude térmica diária, assim como a elevada umidade relativa do ar, de acordo com Sologuren (1992), também predispõe à pneumonia.

Conforme o relato de Alves (1997), o Pronto Socorro (PS) da Vila Industrial de São José dos Campos, situado na Zona Leste de São José dos Campos, registrou um aumento de cerca de 30% no atendimento nas duas primeiras semanas do mês de junho. A grande procura é explicada pela incidência de doenças respiratórias devido ao frio e às variações de temperaturas. Na época do inverno, em torno de 15 mil pessoas procuram o

PS por mês, contra 13 mil no verão. São José dos Campos é uma cidade propícia para o aumento de doenças respiratórias, pois apresenta um alto índice de umidade relativa do ar por causa das represas de Paraibuna e Igaratá.

Segundo Moreira *et al.* (1998), em estudo de 255 pacientes (395 internações) portadores de Doença Broncopulmonar Obstrutiva Crônica (DBOC), concluíram que, a maioria das internações por DBOC, ocorreu no inverno e início da primavera (meses de junho a outubro), quando é maior a prevalência das infecções respiratórias; e foi também infecção a causa mais comum desencadeante das internações.

Correia *et al.* (1999), estudando a correlação da taxa de internação hospitalar de crianças de 0 a 5 anos com Infecções Respiratórias Agudas (IRA) com as variáveis ambientais: período seco ou chuvoso, médias mensais da temperatura (mínima, média, e máxima), da umidade relativa do ar e do número de focos de calor da Cidade de Cuiabá, concluiu que o período seco em comparação com o período chuvoso, foi o que teve maior proporção de internações (seco = 2,9% e chuvoso = 1,6%) e que com a diminuição da umidade relativa do ar, encontrou-se aumento da taxa de internação hospitalar, sendo esta variável considerada preditora para o número de crianças de 0 a 5 anos de idade com IRA que necessitam de tratamento hospitalar e também como indicador de gravidade da IRA.

Saldanha (1999), em estudo feito para verificar a associação da asma em crianças com os períodos climáticos: seco e chuvoso, em Cuiabá, concluiu que o percentual de atendimento por asma foi maior durante o período chuvoso, ao contrário do que ocorreu com as internações, onde o percentual de internações foi maior no período seco.

Segundo a SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA-SBPT (2001), a Pneumonia Adquirida na Comunidade (PAC), é uma causa comum de morbidade. Estima-se uma incidência mundial de 12 casos por 1000 indivíduos por ano. Extrapolando-se para o Brasil, teríamos 1.920.000 casos por ano, sendo que, no Brasil, as pneumonias são a primeira causa de morte entre as doenças respiratórias e, abstraindo-se as causas externas, ocupam o quarto lugar na mortalidade geral entre os adultos, resultando em 26.394 óbitos no ano de 1996 (DATASUS). Embora variações locais e regionais sejam conhecidas, estudos recentes têm mostrado um padrão uniforme dos microrganismos mais freqüentes. O registro por Ishiron no Japão e por Rocha no Brasil, que encontraram *Mycoplasma* em 19%, vírus em 9% e *Legionella* em 6%,

demonstra que, a frequência desses agentes não difere do restante da literatura norte-americana e européia, servindo para reforçar a idéia de que, o padrão etiológico mundial tem certa uniformidade.

De acordo com o HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE SÃO PAULO (2001), em regiões com clima temperado, a influência da Influenza é maior no inverno: no Hemisfério Sul entre abril e setembro. Em climas tropicais e subtropicais, o vírus pode circular ao longo de todo o ano, com pico no verão ou nas estações chuvosas. Algumas das complicações da Influenza são: Pneumonia viral e bacteriana secundária.

Segundo o informe eletrônico boasaúde (2002), os sintomas da gripe são conhecidos e está comprovado que na mudança de clima e temperatura os vírus gripais (adenovírus e influenza, principalmente) encontram condições mais propícias de se fixarem no organismo. Uma simples gripe pode evoluir para a infecção das vias aéreas superiores podendo passar para um quadro de pneumonia.

Conforme Firmino (2002), parece existir uma influência da flutuação das variáveis do clima sobre o número de internações por doenças respiratórias entre crianças de 0 a 4 anos em Campina Grande, especialmente no ano de 1999, que foi mais quente que 2000. Outras variáveis também parecem exercer influência sobre as internações, como a umidade relativa do ar e a precipitação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de temperatura e umidade relativa do ar e precipitação, referentes ao período de 1992 a 2000 de Campina Grande-PB (07°13'S; 35°52'W; 508m) e João Pessoa-PB (07°07'S; 34°53'W; 05m), para identificar a influência destes elementos meteorológicos sobre a incidência do dengue, meningite e pneumonia nestes locais.

3.1. CARACTERÍSTICAS LOCAIS

Os climas das localidades em estudo segundo a classificação de Köppen, de acordo com Silva (1987), são:

- Campina Grande - é do tipo Aw'i, considerado como tropical úmido; o período chuvoso ocorre de março a julho; estação seca ocorrendo do inverno para a primavera, com temperatura média mensal, variando pouco ao longo do ano;
- João Pessoa - é do tipo As'i, áreas com clima tropical úmido; o período chuvoso vai de janeiro a agosto; verão seco, sendo a variação de temperatura média mensal do ar ao longo do ano praticamente desprezível.

A escolha das localidades deveu-se, principalmente, a adversidade climática entre as estações em estudo, uma vez que, cada uma delas, localiza-se em uma sub-região do estado da Paraíba, abrangendo características climáticas diferenciadas. A Tabela 3.1, ilustra as normais climatológicas referentes ao período 1961-1990, publicadas pelo Departamento Nacional de Meteorologia (1992), das estações de Campina Grande e João Pessoa, evidenciando bem as diferenças entre os parâmetros meteorológicos desses locais. Como se pode observar, Campina Grande apresenta clima mais ameno, com precipitações consideráveis durante o período chuvoso, enquanto que, João Pessoa é quente e possui período chuvoso longo, com precipitações abundantes, durante quase todo o ano.

Tabela 3.1 - Normais climatológicas de Campina Grande e João Pessoa do período, 1961-90

Meses	Campina Grande					João Pessoa				
	T(°C)	Tx (°C)	Tn(°C)	U (%)	P(mm)	T(°C)	Tx (°C)	Tn (°C)	U(%)	P(mm)
Jan	23,9	29,9	20	79	40,9	25,8	31,8	22,8	75	81,1
Fev	25	29,8	20	72	54,6	25,2	30,5	22,6	75	137,5
Mar	24,7	29,4	20,4	86	99,8	28,2	30	21,2	81	238,4
Abr	24,5	28,2	20,2	86	129,2	25,5	29,8	22,9	79	312,9
Mai	23,3	26,7	18,5	88	94,5	27	29,6	22,2	81	307,9
Jun	22,3	25,5	18,1	91	106,7	26,2	28,3	21,8	81	381,5
Jul	20,1	24,8	17,9	90	123,9	23,7	26,8	20,3	87	290,2
Ago	21,7	24,1	17,8	86	58,1	25,4	27,8	21,7	75	202,1
Set	21,7	27,1	18,3	84	38	27,5	28,3	18,9	67	40,7
Out	23,6	28,8	18,9	79	16,9	27,7	29,3	23,3	73	57,5
Nov	24,2	28,3	19,5	72	18,7	27	29,7	23,2	74	44,9
Dez	24,6	28,5	20,2	79	21,4	24,1	30	23	74	37,4
Ano	23,3	27,5	19,2	82,7	802,7	26,1	29,3	21,9	76,8	2132,1

A Tabela 3.2, exibe o crescimento populacional de Campina Grande e João Pessoa, no período compreendido entre 1992 e 2000, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2001.

Tabela 3.2 – Crescimento populacional de Campina Grande e João Pessoa (1992-00).

Anos	Campina Grande	João Pessoa
	População	População
1992	329.242	507.600
1993	332.206	517.703
1994	335.195	528.057
1995	338.212	538.618
1996	340.316	549.363
1997	344.851	562.273
1998	348.671	573.144
1999	352.497	584.029
2000	355.331	597.394

3.2. DESCRIÇÃO DOS DADOS

Utilizaram-se, neste trabalho, informações meteorológicas em médias mensais de temperaturas (mínima, média e máxima) e umidade relativa do ar, total de precipitação mensal, em mm, como também, dados sobre dengue, meningite e pneumonia, obtidos na forma de totais mensais, indicando o número de casos verificados por mês, para cada patologia.

Os dados sobre os elementos meteorológicos, da Cidade de Campina Grande, foram cedidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA localizada neste município, enquanto que, os de João Pessoa, foram adquiridos no Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, 3º Distrito de Meteorologia, localizado na Cidade de Recife - PE.

As informações referentes às patologias observadas, foram obtidas na Secretaria Municipal de Saúde, de cada cidade, como também, do Sistema Único de Saúde - SUS situado em Campina Grande-PB.

As patologias estudadas foram: dengue, meningite de uma forma geral (bacteriana, viral, causada por fungos e outros microorganismos) e pneumonia.

3.3. MÉTODOS

Para verificar o aumento (ou redução) da ocorrência de cada doença, fez-se uso do conceito de incidência, que é utilizado para efeito de relativização da medida, e de sua aplicação ao estudo comparativo da incidência de doenças, numa mesma população em épocas diferentes, ou em populações diversas numa mesma época. Os coeficientes de incidências mensais ($C.I_t$) para cada doença, para o período de 1992-00, foram calculados da seguinte forma (Rouquayrol, 1994):

$$C.I_t = \frac{\text{Número de casos novos}}{\text{População exposta ao risco}} \times 10^n \quad (1)$$

Em que n , determina o tamanho da amostra da população e t , um mês do ano. Neste trabalho, o valor de n é igual a 4, e portanto, os coeficientes de incidências das patologias, foram expressos por 10.000 habitantes.

O coeficiente de incidência mensal médio esperado para, para cada mês do ano, dos anos posteriores a 2000, foi dado por:

$$C.I.méd_t = \bar{Y}_t \quad (2)$$

Onde \bar{Y}_t , é a média aritmética dos coeficientes de incidência calculados para todos os meses equivalentes, no período estudado.

Já, o coeficiente de incidência mensal máximo esperado, para cada mês do ano, para anos posteriores, ao último ano da série de dados considerada, já mencionado anteriormente, foi obtido por:

$$C.I.máx_t = C.I.méd_t + zS_t \quad (3)$$

Onde z , é o número de desvios padrões que uma variável aleatória está afastada da média; e S_t é o desvio padrão, dado por:

$$S_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (4)$$

Em que Y , representa uma patologia, t é um mês do ano e n , o tamanho da amostra, sendo que, quando se referir a um dado meteorológico, troca-se Y por X , na referida equação.

Neste trabalho, será assumido o valor de 1,64 para z , quando se referir ao cálculo do $C.I.máx$, e z igual a 1,96, para o intervalo de confiança dos dados meteorológicos (média aritmética do referido elemento $\pm 1,96S$). Para os dados referentes às patologias, utilizou-se distribuição unilateral, visto que neste caso, só é interessante verificar o limiar entre a situação de controle (endemia) e uma situação fora de controle (epidemia). Para os dados meteorológicos foi utilizado o bilateral, pois neste caso, é importante especificar a faixa de variação, em que os elementos meteorológicos, foram corretamente estimados para o período em estudo. Em ambos os casos, os dados utilizados neste estudo foram estimados com um nível de 95% de confiança.

As variações climáticas intra-anuais (mensal e por estações do ano) e do período estudado, foram avaliadas por análise direta das variáveis e por métodos estatísticos.

Inicialmente, os dados foram relacionados na forma de totais mensais e por tipo de doença para que as correlações fossem realizadas de forma direta entre as variações dos elementos meteorológicos considerados, e o aumento (ou diminuição, conforme o caso) do número de ocorrências das doenças observadas.

Em seguida, fez-se uso da análise de regressão simples e da regressão linear múltipla com todos os elementos meteorológicos contidos no modelo, com a finalidade de saber o máximo que as condições meteorológicas estudadas explicam sobre a incidência de cada patologia estudada. Por fim, fez-se uso do método de regressão linear múltipla denominado "stepwise" regression procedure, para manter no modelo apenas os elementos meteorológicos que mais contribuíram sobre a incidência das doenças consideradas.

Para evitar o critério individual na construção de retas, parábolas ou outras curvas de ajustamento que se adaptem ao conjunto de dados, é necessário estabelecer uma definição da melhor função.

A reta de mínimo quadrado que se ajusta ao conjunto de pontos (X_1, Y_1) $(X_2, Y_2), \dots, (X_N, Y_N)$ será representada pela equação (Spiegel, 1998):

$$Y = a_0 + a_1 X \quad (5)$$

Em que, as constantes a_0 e a_1 são determinadas mediante ao comumente encontrado na literatura.

A expressão matemática usada para obtenção do coeficiente de correlação r , é a que segue (Spiegel, 1998):

$$r = S_{xy} / S_x S_y \quad (6)$$

em que, S_{xy} é a covariância amostral e S_x e S_y são os desvios padrões das séries de dados. A variável dependente, Y , é uma doença e as variáveis independentes, X , os elementos meteorológicos.

Se $r = 0$, não há correlação entre as variáveis; se $r = 1$, a relação é funcional e positiva; Se $r = -1$ a relação é funcional e negativa. Essas propriedades podem ser vistas em Griffiths (1967), Bussab (1988) e Wilks (1995).

Uma regressão múltipla, consiste de n observações de p , variáveis independentes ou explicativas (X_1, X_2, \dots, X_p) e uma variável dependente ou resposta (Y).

A relação entre Y e $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ é formulada como no modelo linear:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + U_i \quad (7)$$

Em que $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ são os coeficientes de regressão e U_i são os distúrbios aleatórios, independentemente distribuídos, com média zero e variância constante e Y é uma função linear dos X_i 's. O coeficiente de regressão, β_i , pode ser interpretado como um incremento em Y , correspondente a um acréscimo de uma unidade em X_i , quando todas as outras variáveis forem mantidas constantes. Em resumo, a equação (7) é a equação de um plano qualquer no espaço p dimensional.

Os β_i 's são estimados pela minimização da soma dos quadrados dos resíduos ou Método dos Mínimos Quadrados (MMQ).

$$D_i = \sum (\beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \beta_2 X_{2i} - \dots - \beta_p X_{pi} - Y_i)^2 \quad (8)$$

$$D_i = \sum_{i=1}^N [Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi})]^2 \quad (9)$$

$$\frac{\partial D_i}{\partial \beta_0} = 2 \sum_{i=1}^N [(Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \beta_2 X_{2i} - \dots - \beta_p X_{pi})(-1)] = 0 \quad (10)$$

A minimização da soma dos quadrados dos erros de predição é obtida pelas mesmas técnicas matemáticas usadas na regressão linear simples, ou seja:

$$\frac{\partial D_i}{\partial \beta_1} = 2 \sum_{i=1}^N [(Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_{1i} - \beta_2 X_{2i} - \dots - \beta_p X_{pi})(-X)] = 0 \quad (11)$$

Os valores de $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ são obtidos resolvendo o conjunto de equações normais do plano dado por (12) ou conjunto de n equações múltiplas lineares:

$$\sum_{i=1}^N Y_i = N\beta_0 + \beta_1 \sum_{i=1}^N X_{1i} + \beta_2 \sum_{i=1}^N X_{2i} + \dots + \beta_p \sum_{i=1}^N X_{pi}$$

$$\sum_{i=1}^N Y_i X_{ii} = \beta_0 \sum_{i=1}^N X_{ii} + \beta_1 \sum_{i=1}^N X_{ii}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^N X_{1i} X_{2i} + \dots + \beta_p \sum_{i=1}^N X_{1i} X_{pi} \quad (12)$$

$$\sum_{i=1}^N Y_i X_{mi} = \beta_0 \sum_{i=1}^N X_{mi} + \beta_1 \sum_{i=1}^N X_{ii}^2 + \beta_2 \sum_{i=1}^N X_{1i} X_{2i} + \dots + \beta_p \sum_{i=1}^N X_{mi} X_{pi}$$

Uma das vantagens, de uma função de regressão que incorpora muitas variáveis importantes, relacionadas a variável dependente (Y), é que ela permite estudar como uma dessas variáveis independentes afeta Y, quando todas as outras variáveis são mantidas constantes.

Após ajustar os dados observados ao modelo, a avaliação desse modelo, poderá ser efetuada pelo coeficiente de determinação (R^2), da regressão múltipla, dado por:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{obs} - Y_{est})^2}{\sum_{i=1}^N (Y_{obs} - \bar{Y})^2} \quad (13)$$

Testar a hipótese de que não existe $\beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_n$, é equivalente a testar a hipótese, de que não existe associação linear entre os valores das variáveis independentes e da variável dependente. Essa hipótese é testada pelo teste F que é dado por:

$$F = \frac{R^2(n-p-1)}{(1-R^2)p} \quad (14)$$

Em que $(n-p-1)$ é o grau de liberdade, n é o tamanho da amostra e p é o número de parâmetros do modelo. Quando o valor de F calculado for maior do que o F tabelado, para um dado nível de significância $(1-\alpha)$, rejeita-se a hipótese dos β_i 's serem nulos e aceita-se a regressão. Essas definições podem ser vistas em Spiegel (1998), Weisberg(1980), Draper & Smith (1981), Helt (1985).

A adequacidade dos coeficientes de correlação foi verificada, para um nível de significância e 0,05, neste estudo.

Foram analisados 80, 108 e 108, números de casos mensais referentes às patologias: dengue, meningite e pneumonia, respectivamente, nos dois locais.

Utilizaram-se, para analisar os resultados obtidos neste trabalho, os seguintes critérios:

- 1) critério para avaliar a contribuição de uma variável no modelo obtido pelo ajuste de regressão múltipla (Maia, 2001), de acordo com Draper & Smith (1981), utilizando o método de “stepwise” regression procedure: permanecem no modelo obtido pelo ajuste da regressão múltipla, as variáveis independentes que melhor se ajustam ao fenômeno, não apenas pelo critério da significância estatística mas, também com base na contribuição de cada variável ao modelo. Esta contribuição quantitativa, foi estimada pelo aumento observado na soma de quadrado devido à regressão, quando da adição de cada variável no modelo. Em seguida, somam-se todos os pesos das variáveis assumido-os iguais a 100%, e faz-se a proporção percentual de cada variável. O maior peso multiplicado por 0.9, foi o valor limite para determinar as variáveis que podem ser consideradas preditoras.

- 2) para avaliar os elementos meteorológicos referentes à temperatura e umidade relativa do ar, baseado em Saldanha (1999):

Tabela 3.3- Valores críticos de temperatura e umidade relativa do ar, utilizando como referência, as normais climatológicas dos últimos 30 anos, das duas localidades em estudo (1961-90).

Campina Grande		João Pessoa	
Alta Temperatura, $T > 23,3^{\circ}\text{C}$; $T_x > 27,5^{\circ}\text{C}$; $T_n > 19,2^{\circ}\text{C}$;		Alta Temperatura, $T > 26,1^{\circ}\text{C}$; $T_x > 29,3^{\circ}\text{C}$; $T_n > 21,9^{\circ}\text{C}$;	
Baixa Temperatura, $T < 23,3^{\circ}\text{C}$; $T_x < 27,5^{\circ}\text{C}$; $T_n < 19,2^{\circ}\text{C}$;		Baixa Temperatura, $T < 26,1^{\circ}\text{C}$; $T_x < 29,3^{\circ}\text{C}$; $T_n < 21,9^{\circ}\text{C}$;	
Alta Umidade,	UR $> 82,7(\%)$;	Alta Umidade,	UR $> 76,2(\%)$;
Baixa Umidade,	UR $< 82,7(\%)$;	Baixa Umidade,	UR $< 76,2(\%)$;

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. DENGUE

Dentro do período analisado, 1992-00, nos anos de 1992 a 1995 não foi registrado nenhum caso do dengue em ambas as localidades estudadas. Isto se deveu ao fato do mosquito vetor, transmissor desse vírus, ainda não ter sido importado para esses municípios. Justifica-se dessa forma, o fato do período estudado para essa patologia, constar apenas dos anos de 1996 a 2000, já que, o período inicial de incidência do dengue nestes municípios ocorreu ao mesmo tempo a partir de 1996.

4.1.1. Incidência Mensal do Dengue

As Figuras 4.1a e 4.3a, mostram o perfil do dengue nos Municípios de Campina Grande e João Pessoa, respectivamente, em médias mensais/10.000 habitantes para o período de 1996-00.

Na Figura 4.1a, observa-se claramente, que os meses de pico, em Campina Grande, ocorrem principalmente nos meses de março a maio, período em que geralmente está ocorrendo a estação chuvosa e as temperaturas médias mensais de T, Tx e Tn, ainda se encontram elevadas, conforme pode ser visto pela Tabela 3.1 e Figura 4.1b-f. O mês, considerado crítico, em que se verifica maior incidência é abril com 4,10 casos/10.000 habitantes. A partir de maio, mês em que a temperatura de uma forma geral, começa a

diminuir mais sensivelmente e, a umidade relativa do ar continua aumentando, o número de casos incidentes começa a declinar. Observam-se pequenas oscilações para mais ou para menos até dezembro quando volta a crescer e prossegue até abril. Vale salientar, que nesta localidade, só ocorreram casos do dengue no segundo semestre do ano, nos anos de 1998 e 1999, período em que este local experimentou racionamento de água.

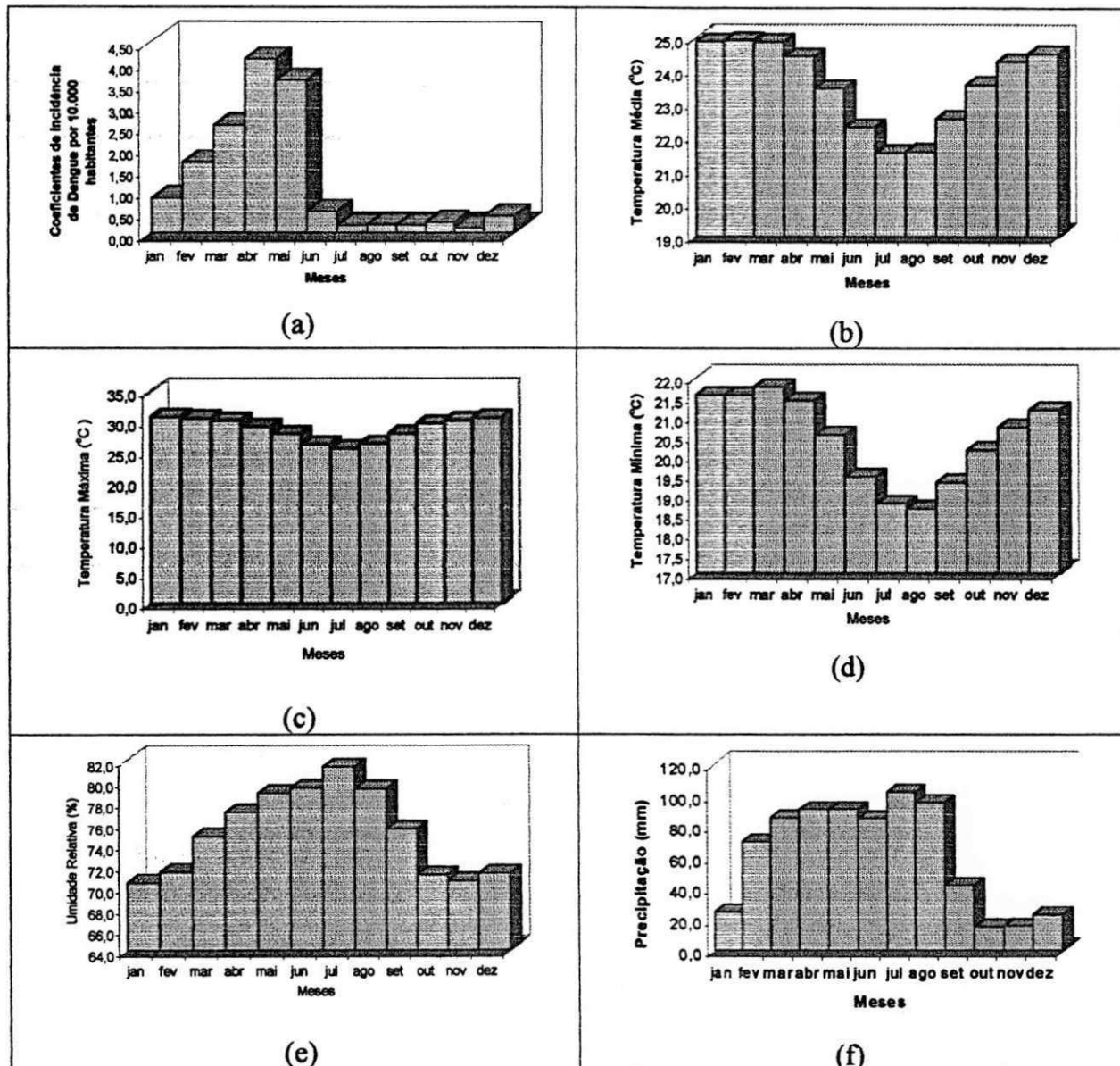


Fig. 4.1. Variação anual média no período estudado (1996-00) do dengue (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa do ar (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande.

A Figura 4.2, evidencia a faixa de incidência considerada normal para essa patologia, neste município. Se todas as condições propiciatórias desta doença na população, forem mantidas inalteradas, é de se esperar que, no futuro, no mês especificado, 95% dos coeficientes de incidência, sejam menores ou iguais que o referido coeficiente. Ou seja, a incidência máxima aceitável como normal (endêmico) para o mês de abril a partir de 2001, é de 15,93 casos/10.000 habitantes. Acima deste valor, diz-se que foi atingido o estado de anormalidade (epidemia).

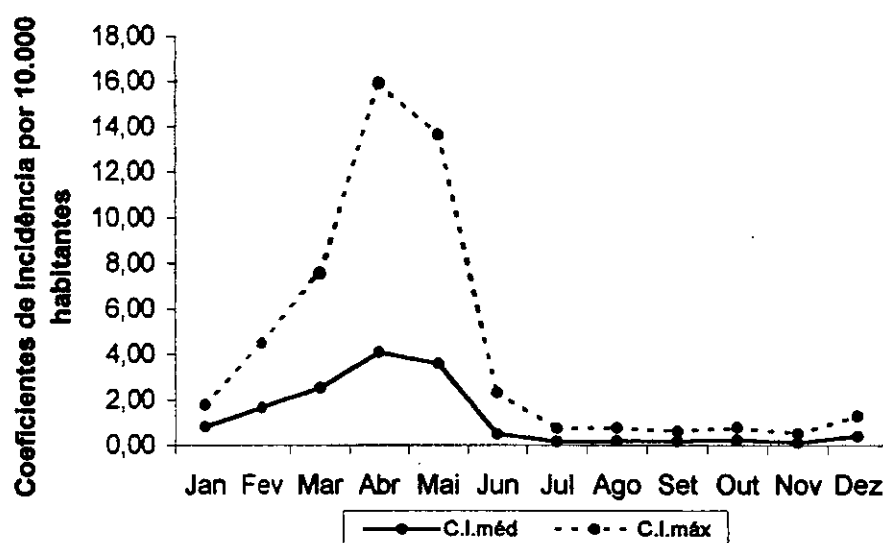


Fig.4.2. Incidência normal e incidência normal máxima esperada no período de 1996-00, do dengue na localidade de Campina Grande.

A Figura 4.3a, revela nitidamente o perfil do dengue em João Pessoa. Os meses de maior incidência ocorrem no período de março a junho, sendo maio, o mês de pico com 17,47 casos/10.000 habitantes. Até o mês de maio, a temperatura ainda encontra-se elevada e o período chuvoso está acontecendo como pode ser visto pela Tabela 3.1 e Figura 4.3b-f. A partir de junho, mês em que a temperatura começa a decrescer, decresce também o número de registros de casos que prossegue decrescendo até dezembro, mês de menor incidência com 0,57 caso/10.000 habitantes.

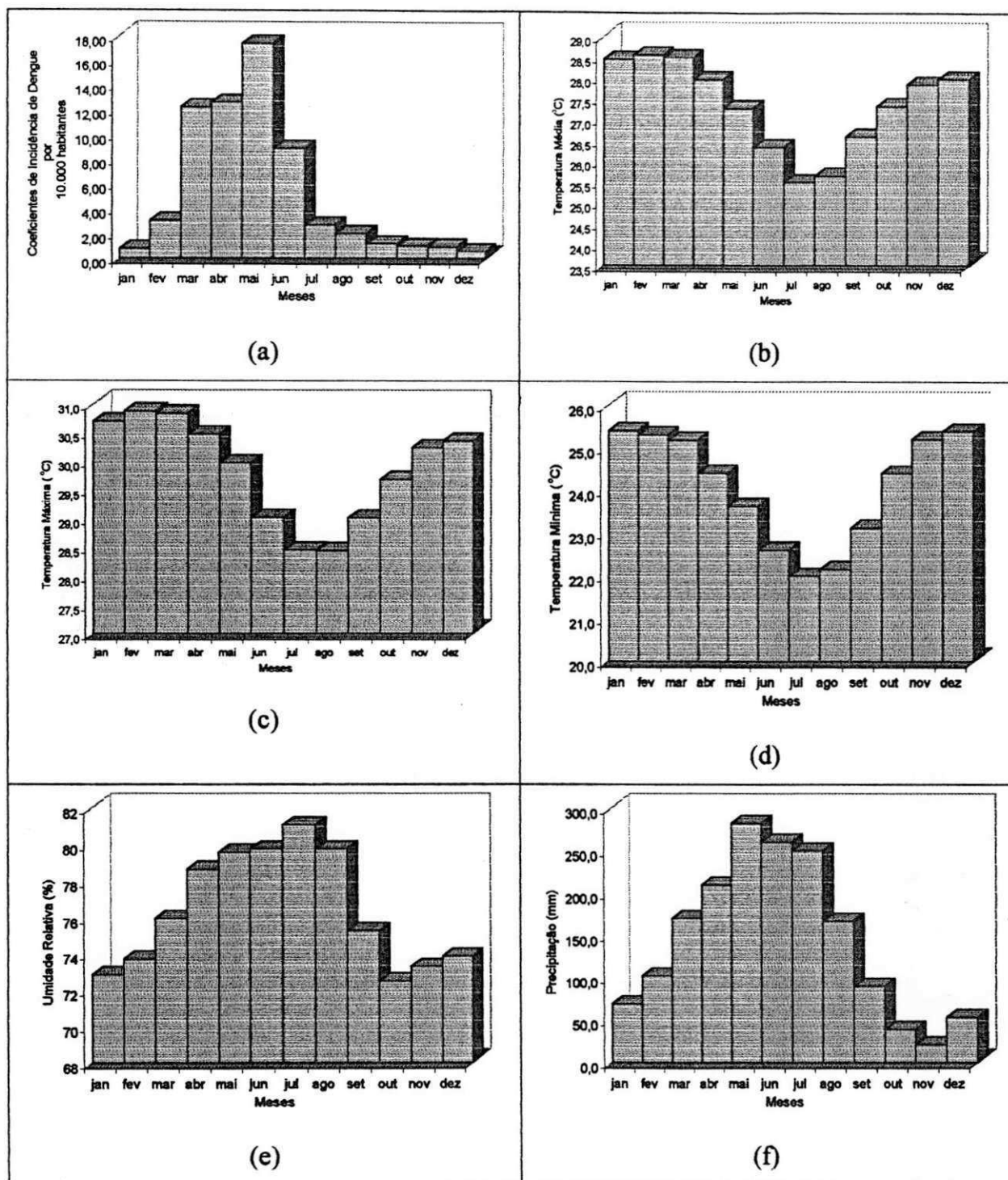


Fig. 4.3. Variação anual média no período estudado (1996-00) do dengue (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa do ar (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa.

Como se pode ver, pela Figura 4.4, o número máximo de casos esperados desta doença, a partir de 2001, para o mês de maio, é de 41,29 casos/10.000 habitantes, uma vez que, acima desse valor, atinge-se o estado de epidemia.

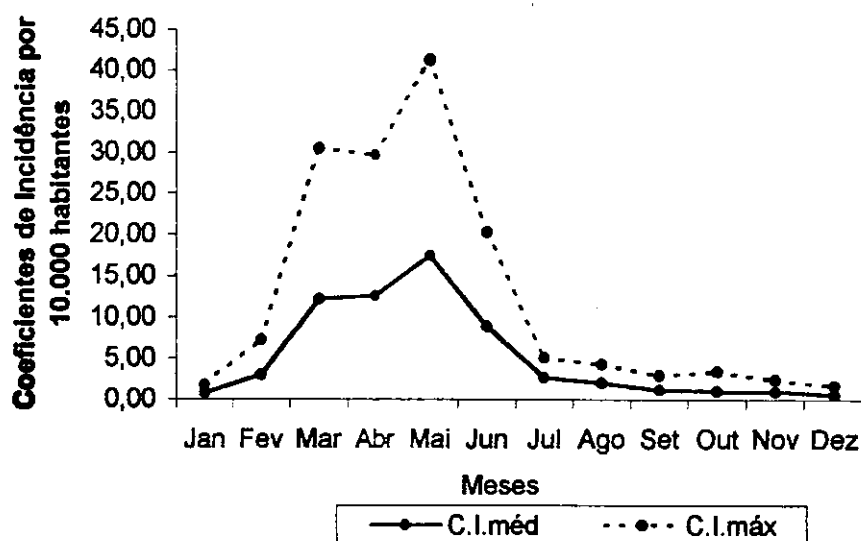


Fig.4.4. Incidência normal e incidência normal máxima esperada no período de 1996-00, do dengue na localidade de João Pessoa.

Comparando-se as Figuras 4.1a e 4.3a, já vistas anteriormente, observa-se que as mesmas mostram claramente, que o primeiro semestre do ano, concentra quase a totalidade do número de casos no período em estudo. Em percentuais, seriam aproximadamente, 90% dos totais de casos verificados neste período, em ambas as localidades.

Com base no perfil observado, de incidência do dengue nas localidades em estudo, percebe-se um maior favorecimento para a disseminação do vírus do dengue nos cinco primeiros meses do ano, conforme afirma O Ministério da Saúde (1998) e Veronesi (1999). Nos meses em que a temperatura nas duas localidades começa a baixar, em seguida, percebe-se um decréscimo do número de casos incidentes. Isto sugere, a existência de uma faixa de temperatura considerada ótima, que favorece a proliferação do mosquito vetor como também a transmissão do vírus causador dessa patologia, já que, quanto maior o número de mosquitos maior será o risco de contaminação. Por outro lado, as baixas temperaturas podem causar a redução do número de registros de casos, principalmente no início do período considerado frio, sugerindo que este decréscimo pode estar relacionado com a perda do poder de infecção do mosquito vetor, concordando com Patz *et al.*, (1996) Sabbatini, (1997), Veronesi, (1999) e Epstein (2000).

Observando-se a Figura 4.5, vê-se que no período de 1996-00, a evolução do dengue no decorrer do ano, apresenta maior endemicidade em João Pessoa e menor em

Campina Grande. Observa-se, outrossim, que os maiores valores de endemicidade registrados em Campina Grande no trimestre de maior incidência, são menores do que o menor valor do trimestre de maior incidência de João Pessoa.

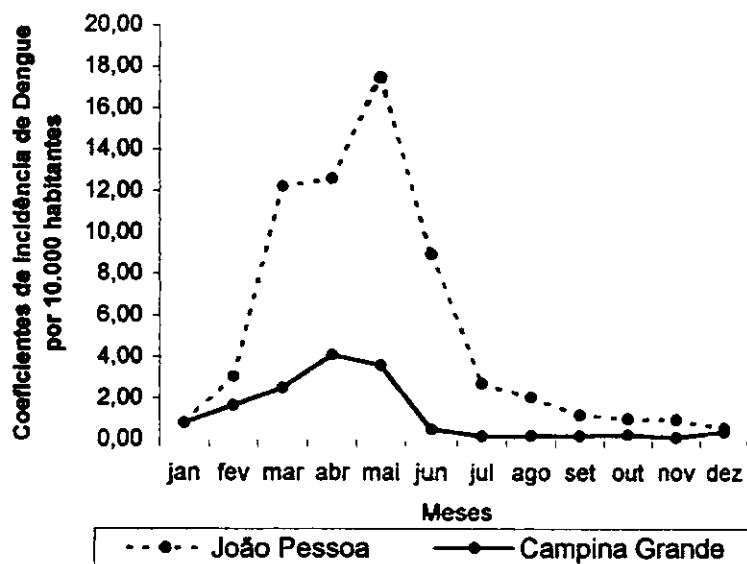


Fig. 4.5. Coeficientes mensais de incidência do dengue em Campina Grande e João Pessoa, 1996-00.

4.1.2. Incidência do Dengue por Estação do Ano

A Tabela 4.1, mostra a incidência do dengue, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa para o período estudado, onde se vê que, as estações do verão/outono, concentram quase a totalidade do número de casos registrados nesse período, em ambos os municípios, expressos em forma mensal por 10.000 habitantes. A estação de maior incidência é o outono, com 2,73 casos, o que equivale a 56,5% do total de casos verificados, em Campina Grande, e com 13,01 casos que corresponde a 61,3% do total de casos verificados em João Pessoa. A estação em que se observa menor ocorrência do dengue, em Campina Grande, é o inverno, com 0,18 caso, cerca de 3,7% do total. Em João Pessoa, é a primavera com 0,85 caso, o equivalente a 4% do total de casos observados.

Observando-se as Figuras 4.b-f e 4.3b-f, já referenciadas anteriormente, percebe-se que, no verão, a alta temperatura e a umidade relativa do ar, que começa a aumentar no final do período, nos dois locais, juntamente, com o início do período chuvoso em Campina Grande, e sua intensificação em João Pessoa, parecem favorecer o aumento da incidência do dengue nos dois municípios. No outono, até meados da estação, a temperatura ainda elevada e a umidade relativa do ar, aumentando gradativamente, favorecem ainda mais o aumento de casos desta patologia. Lembrando que, nessa época, a estação chuvosa nos dois locais fica mais intensa e a temperatura começa a diminuir mais cedo em Campina Grande do que em João Pessoa, principalmente a T_n . Há indícios de que, no inverno, a baixa temperatura, a alta umidade relativa do ar, e a precipitação elevada no início da estação, contribuam para a redução de ocorrências do dengue nas duas localidades. Nos dois locais, em meados desta estação, o período chuvoso, já tem terminado, principalmente em Campina Grande. Na primavera, apesar da temperatura elevada, a baixa umidade relativa do ar, em ambas as localidades, parece inibir o aumento de casos do dengue nestes locais.

Tabela 4.1 - Incidência do dengue, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1996-00), em valor médio mensal, por 10.000 habitantes.

Dengue	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Campina Grande	1,67	2,73	0,18	0,25
João Pessoa	5,36	13,01	1,99	0,85

Durante o verão, observa-se que na localidade de João Pessoa, há indícios de que, as condições atmosféricas favoreçam mais a proliferação e contaminação do mosquito vetor, já que, com a temperatura e umidade elevadas, verificadas neste local, durante esta estação, propiciam condições adequadas para aumentar o poder de infecção da fêmea, e assim, conseguir espalhar o vírus, com maior rapidez, concordando com Moraes *et al.*, (1996). Parece que esse favorecimento atmosférico diminui com o aumento da altitude, onde as condições térmicas são mais suaves, é o que ocorre em Campina Grande, conforme estudo de Taylor & Mutambu (1986).

No outono, em ambas as localidades, esse favorecimento atmosférico parece aumentar ainda mais que na estação anterior, principalmente, até meados do período. Em seguida, reduz-se bastante, o poder do mosquito de infectar e transmitir o vírus, isto é, de completar o seu ciclo extrínseco. Isto sugere, que a perda de tal poder esteja condicionado

as temperaturas mínimas. Em Campina Grande, que possui clima mais ameno, o poder infeccioso do *Aedes aegypti*, é reduzido na maior parte desse período, concordando com observações de Patz *et al.*, (1996), Moraes *et al.*, (1996) e Epstein (2000).

Durante o inverno, há evidências de que as condições atmosféricas nesta estação, sejam adversas para o mosquito vetor, inibindo a proliferação e a contaminação do mesmo, pois as baixas temperaturas, principalmente a T_n , impedem que seu ciclo extrínseco se complete. Isso se verifica em ambas as localidades.

Na primavera, apesar da temperatura já está elevada, a baixa umidade relativa do ar, parece inibir a ação do mosquito vetor, sugerindo que, nesse período, as condições atmosféricas, também são desfavoráveis ao *Aedes aegypti*, nos dois locais.

4.1.3. Análise do Período

É esperado que, em observações futuras, cerca de 95 % dos casos de dengue em Campina Grande, possam ocorrer com T, Tx, TN, UR e P, variando entre 20,9-26,3°C; 24,8-33°C; 18,1-22,7°C; 64-86% e 0-72 mm, respectivamente. Para João Pessoa, 95% dos casos desta patologia podem ocorrer com T, Tx, Tn, UR e P, variando entre 25,2-29,4°C; 27,8-31,8°C; 21,4-26,8°C; 68-84% e 0-393 mm. A Figura 4.6a-e, mostra o resultado das correlações diretas entre os elementos meteorológicos considerados e a incidência de dengue, em Campina Grande, as quais são inferior a 10%, e não estatisticamente significativas. Contudo, vale salientar que, quando T, Tx, e Tn superam 24°C, 29°C e 21°C respectivamente, verifica-se uma redução, nos casos do dengue. Isto irá também ocorrer quando a umidade relativa do ar ultrapassar 79% e, quando a precipitação, for superior a 120 mm.

Em João Pessoa, pela Figura 4.7a-e, verifica-se, que quando T, Tx e Tn superam, 28°C, 31°C e 24°C respectivamente, diminui-se o número de casos de dengue. Fato semelhante ocorre, quando UR é superior a 80%, e a precipitação é superior a 350

mm, em que a correlação destas com o número de casos incidentes é estimada em 36% e 42%, respectivamente. Isto sugere que, a partir destes valores encontrados, as condições higrométricas neste local se tornam rigorosas para a atuação do mosquito vetor.

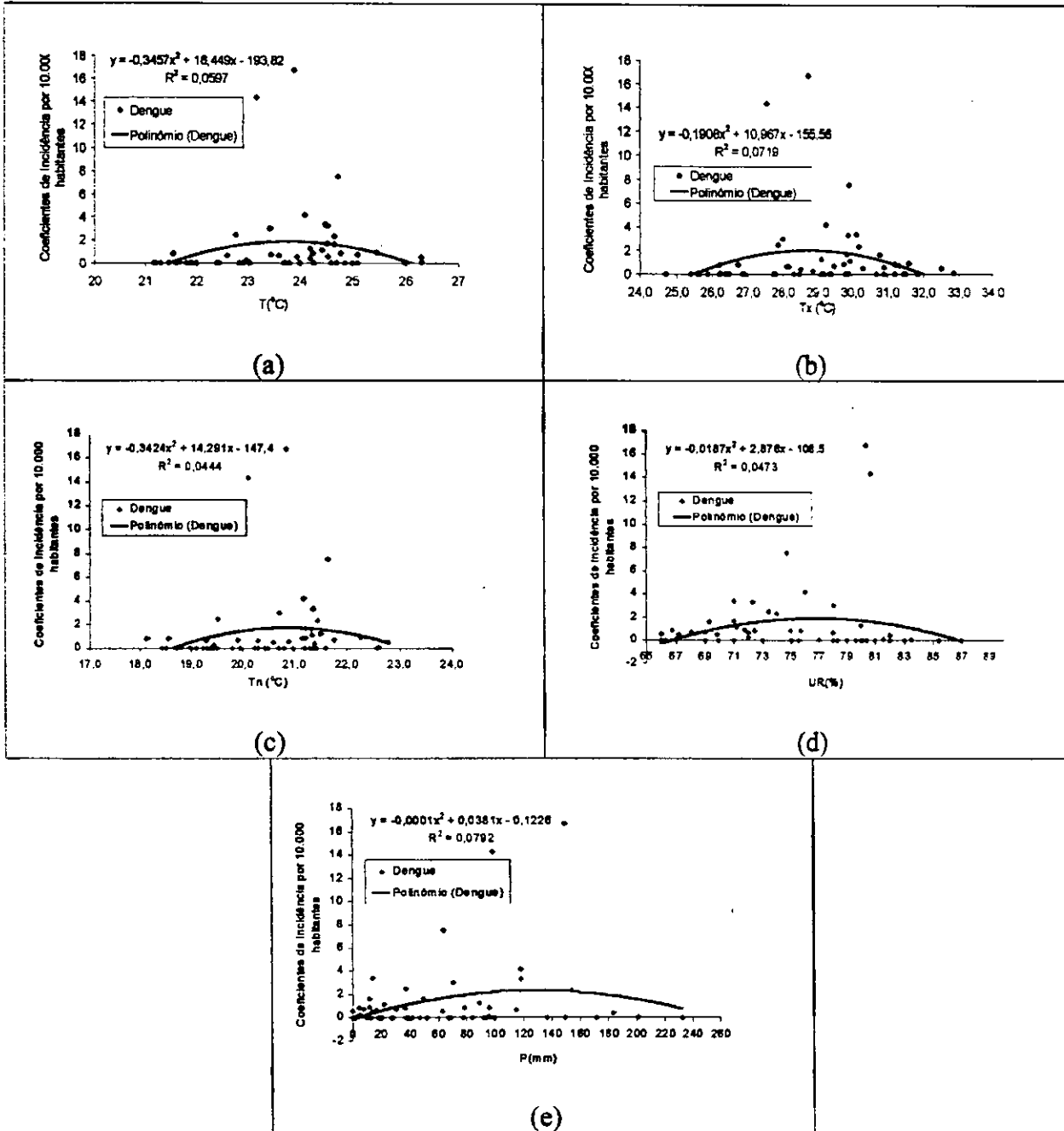


Fig. 4.6. Variação da incidência do dengue em função (a) da temperatura média ($^{\circ}\text{C}$), (b) temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$), (c) temperatura mínima, ($^{\circ}\text{C}$) (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1996-00).

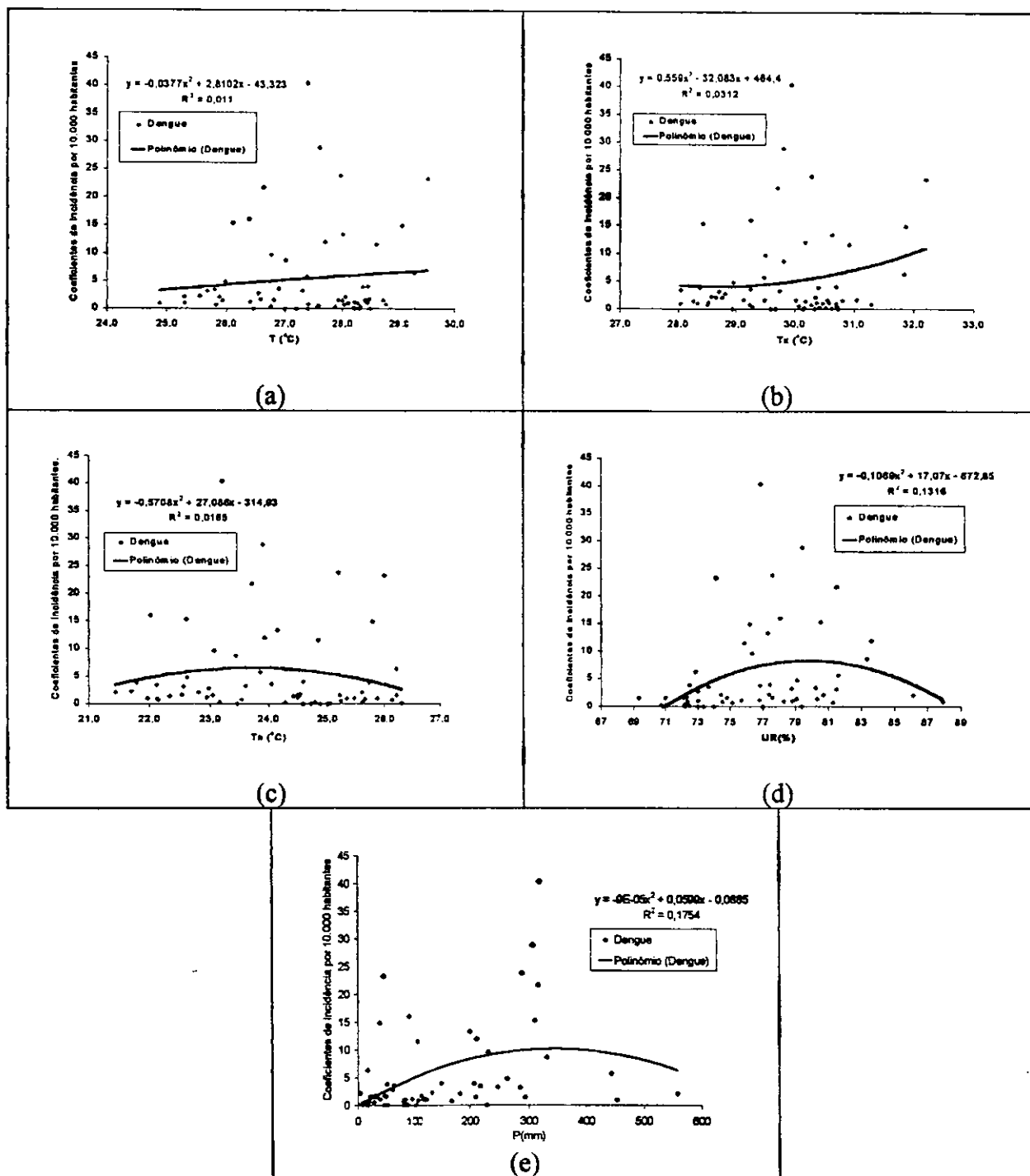


Fig. 4.7. Variação da incidência do dengue em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1996-00).

A Tabela 4.2, mostra o efeito das temperaturas e umidade relativa do ar e precipitação sobre a incidência de casos do dengue em Campina Grande e João Pessoa, mediante regressão linear múltipla. Sendo que, apenas João Pessoa apresentou significado estatístico, que indica que os elementos meteorológicos tiveram influência significativa na

incidência desta patologia nessa localidade, com R^2 igual a 0,34. Inicialmente verifica-se que em Campina Grande, os casos desta patologia estão correlacionados com estes elementos meteorológicos em torno de 38%, enquanto que, em João Pessoa, aproximadamente 59% dos casos assim, correlacionam-se.

Verifica-se também, por meio desta Tabela, que a temperatura do ar contribui muito mais na incidência dos casos do dengue, tanto em Campina Grande como em João Pessoa, com destaque para a temperatura máxima do ar em João Pessoa. Os resultados obtidos em João Pessoa foram relativamente bem expressivos, haja visto que, segundo Sousa (1999), os fatores meteorológicos, são os que melhor explicam a proliferação do *Aedes aegypti*, e como este, é o transmissor do dengue, neste local, há indícios de que, os fatores meteorológicos também expliquem mais a incidência desta patologia em João Pessoa.

Tabela 4. 2. Equações de regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa

Equação	r	R^2	Teste F
Campina Grande			
Dengue = -27,394 + 7,114T - 2,203Tx - 4,029Tn + 0,086UR + 0,007P	0,37	0,14	0,102
João Pessoa			
Dengue = -129,017 + 1,526T + 6,458Tx - 4,256Tn - 0,026UR + 0,030P	0,58	0,34	0,000

Na análise de regressão múltipla pelo método “stepwise”, só permaneceram na equação final, por ordem decrescente de contribuição, os elementos P, Tx e Tn, sendo P e Tx, consideradas como variáveis preditoras para a incidência de dengue em João Pessoa, representadas pela seguinte equação:

$$Dengue = -134,750 + 7,673Tx - 3,867Tn + 0,029P$$

Foi observado, com base em critério pré-estabelecido, que em Campina Grande, os casos do dengue, ocorreram com temperaturas elevadas e baixa umidade relativa do ar, enquanto, em João Pessoa, se verificaram com temperatura e umidade relativa do ar elevadas. De acordo com estas observações, durante o período de 1996-00, nas duas localidades, mais de 96% dos casos do dengue, se verificou com a temperatura mínima superior à sua normal.

Observando-se a Figura 4.8, vê-se que no período de 1996-00, a evolução do dengue no decorrer do período estudado, apresenta maior endemicidade em João Pessoa e menor em Campina Grande. Observa-se, outrossim, que os maiores valores de endemicidade registrados em Campina Grande no ano de maior incidência (2000), é maior do que o valor do ano correspondente de menor incidência de João Pessoa.

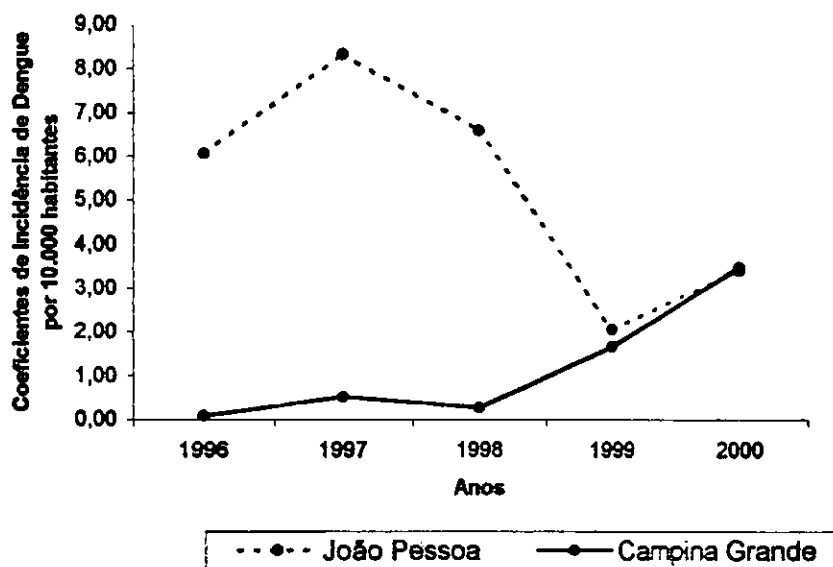


Fig. 4.8. Coeficientes anuais de incidência do dengue em Campina Grande e João Pessoa, 1996-00.

4.2.MENINGITE

4.1.1. Incidência Mensal da Meningite

As Figuras 4.9a e 4.11a, mostram o perfil da meningite em Campina Grande e João Pessoa, respectivamente, em médias mensais/10.000 habitantes para o período de 1992-00.

Na Figura 4.9a-f, vê-se que, os meses de picos de incidência em Campina Grande, são os meses de março, julho e agosto. Em março, a alta temperatura,

principalmente a T e Tn e o início do período chuvoso, parecem contribuir para aumentar o número de casos desta doença.

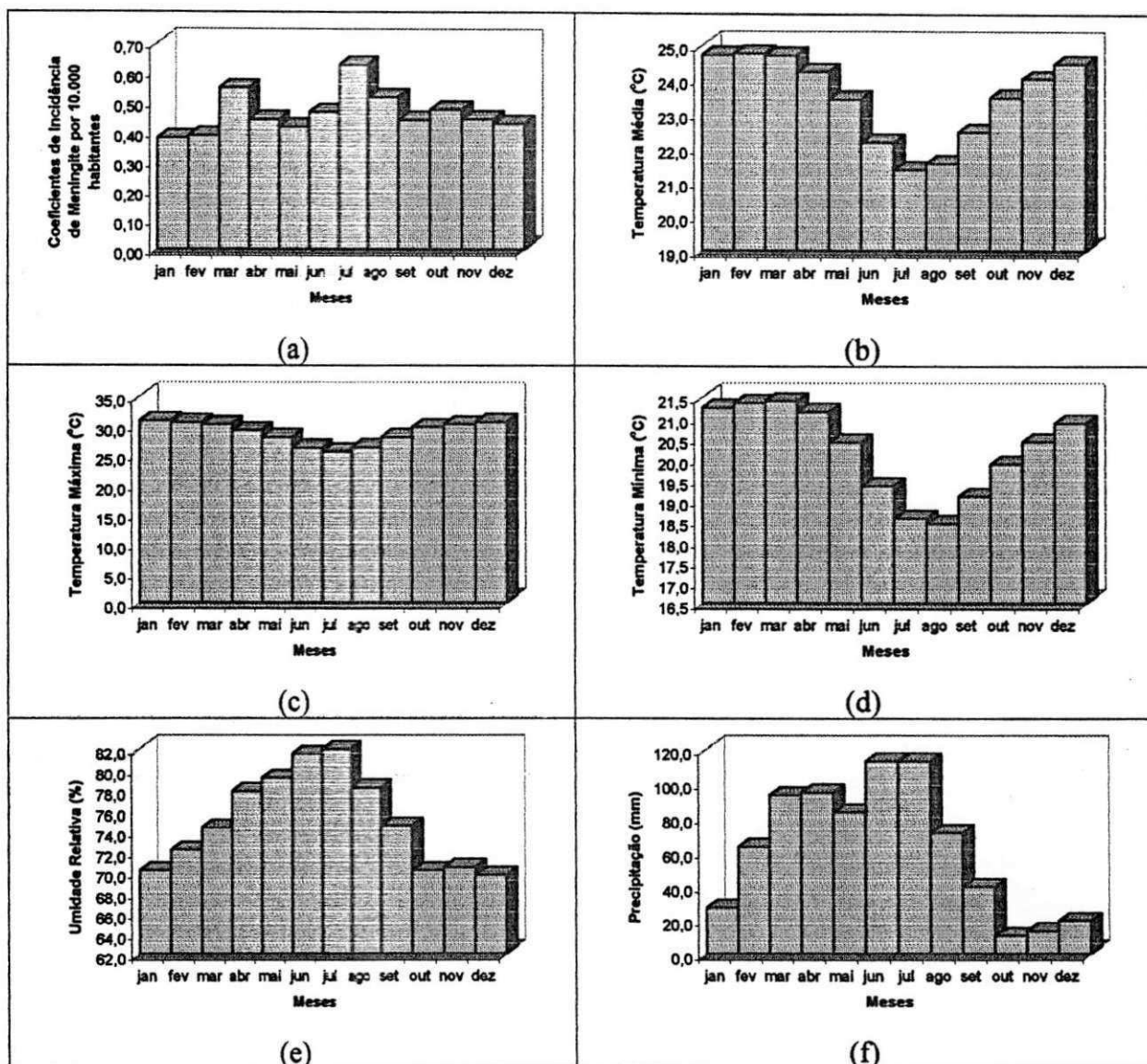


Fig. 4.9. Variação anual média no período estudado (1992-00) de meningite (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande.

Já nos meses de julho e agosto, a baixa temperatura e a alta umidade relativa do ar, juntamente com a precipitação mais intensa, podem estar relacionadas ao favorecimento do aumento desta enfermidade, concordando com o que foi observado por Gama (1995). O mês de julho é considerado crítico, por ser o mês de maior incidência, com 0,63 caso/10.000 habitantes.

A Figura 4.10, evidencia a faixa de incidência, considerada endêmica para essa patologia, neste município, ou seja, a incidência máxima aceitável como normal

(endêmico) para o mês de março a partir de 2001, é de 0,92 caso/10.000 habitantes. Acima deste valor, diz-se que foi atingido o estado de epidemia, fazendo-se necessário a adoção de medidas profiláticas que possam manter esta doença sob controle.

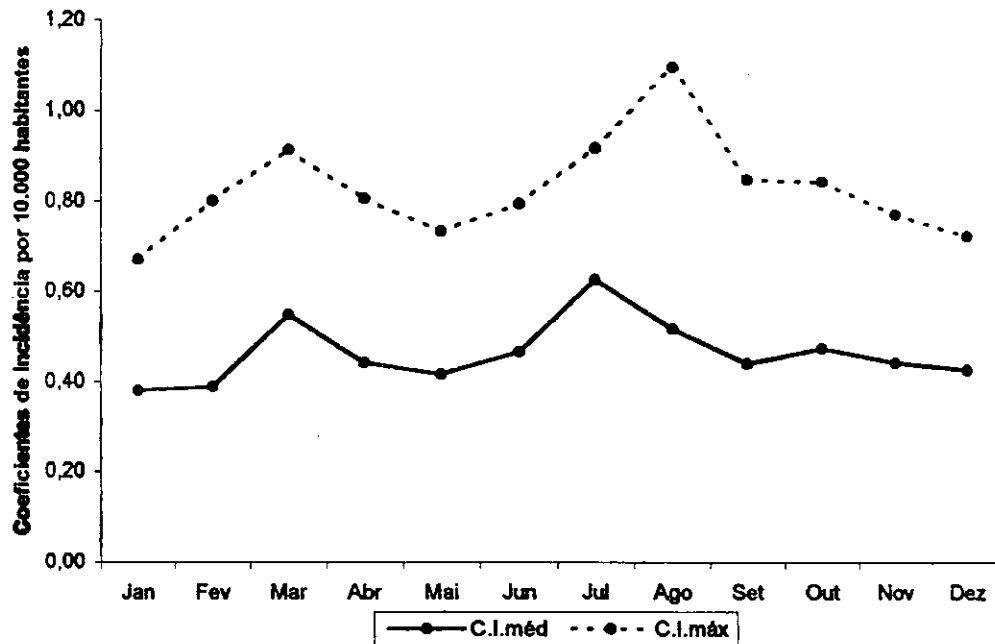


Fig.4.10. Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de meningite na localidade de Campina Grande.

Na Figura 4.11a-f, vê-se que, os meses de picos de incidência em João Pessoa, são os meses de março e o período de julho a outubro. Em março, a temperatura elevada e a intensificação do período chuvoso, parecem contribuir para aumentar o número de casos desta doença. Já nos meses de julho e agosto, a baixa temperatura e a alta umidade relativa do ar, juntamente com a precipitação mais intensa, podem estar relacionadas ao favorecimento do aumento desta enfermidade. Quanto aos meses de setembro e outubro, a baixa umidade relativa do ar e o aumento da temperatura parecem não contribuir com o aumento da incidência desta enfermidade, neste local. Os meses de março e julho são considerados críticos, com 0,38 caso/10.000 habitantes.

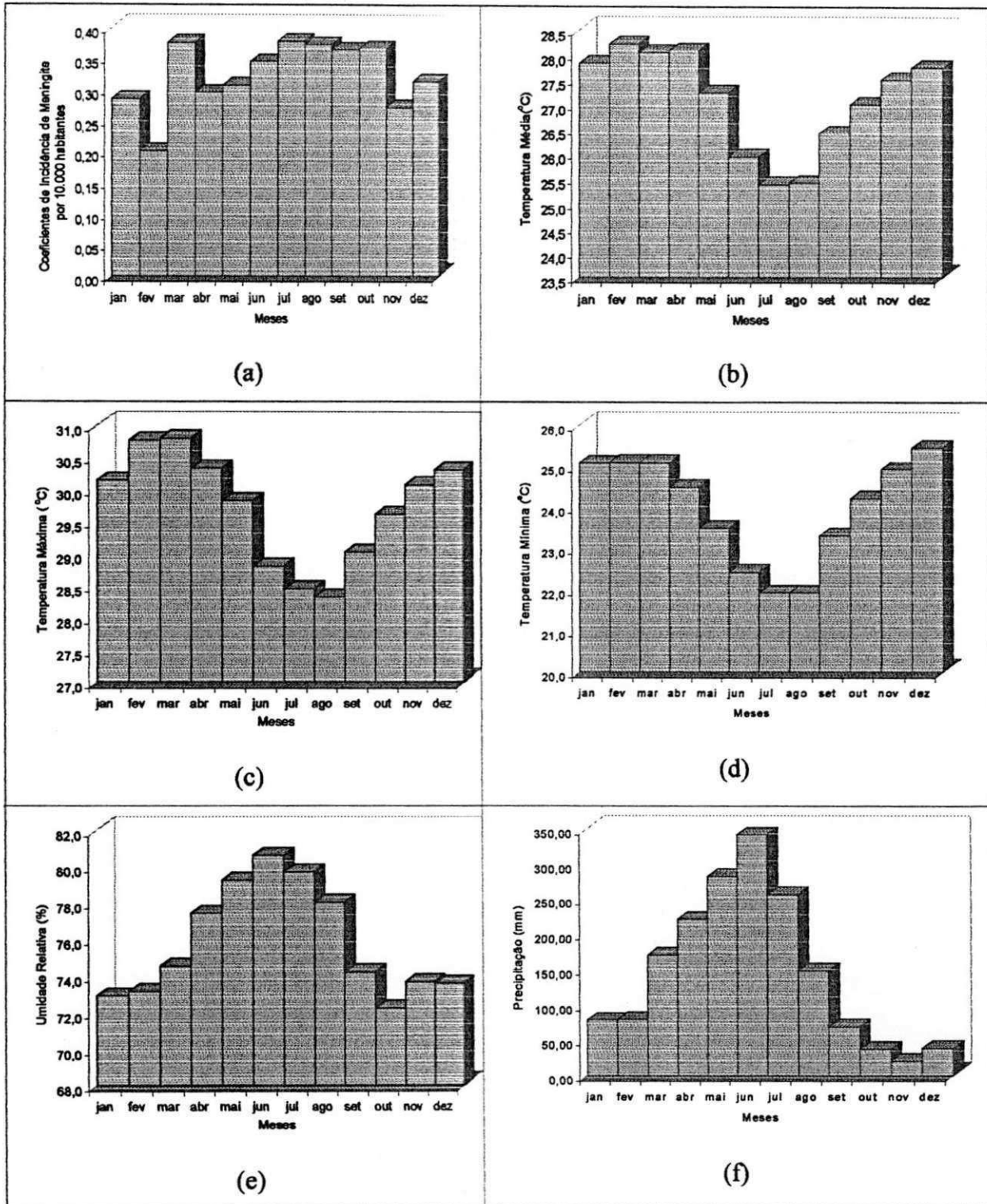


Fig. 4.11. Variação anual média no período estudado (1992-00) de meningite (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa.

Na Figura 4.12, está representada a faixa de incidência normal esperada, da meningite, para o município de João Pessoa. Como se vê, o coeficiente de incidência máximo esperado para o mês de fevereiro, a partir de 2001, é de cerca de 0,48 caso/10.000 habitantes. Isto, se a estrutura epidemiológica permanecer inalterada.

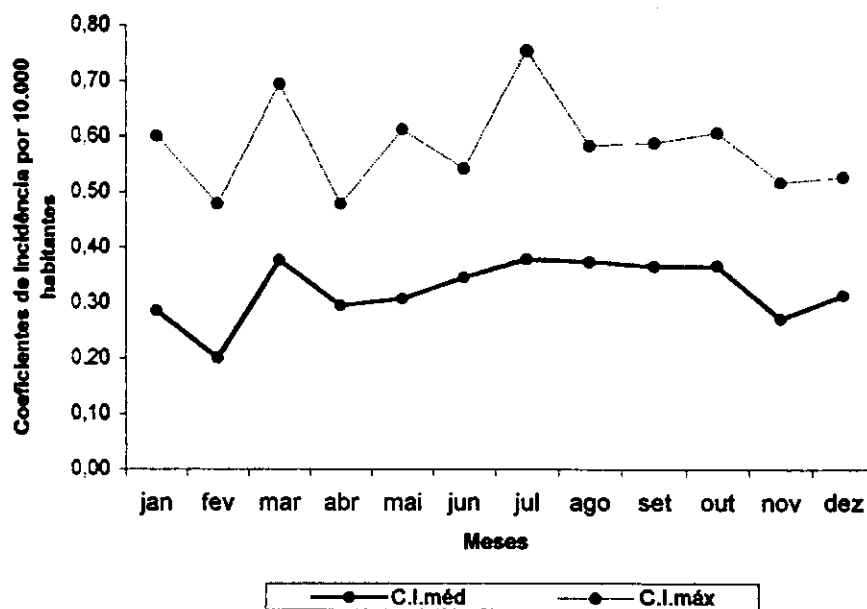


Fig.4.12. Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de meningite na localidade de João Pessoa.

Pela Figura 4.13, observa-se que no período de 1992-00, a evolução da meningite ao longo do ano, apresenta maior endemicidade em Campina Grande do que em João Pessoa. Vê-se, entretanto, que os maiores valores de endemicidade registrados em João Pessoa, nos meses de maior incidência (março e julho), são iguais ao valor do mês de menor incidência (janeiro) em Campina Grande.

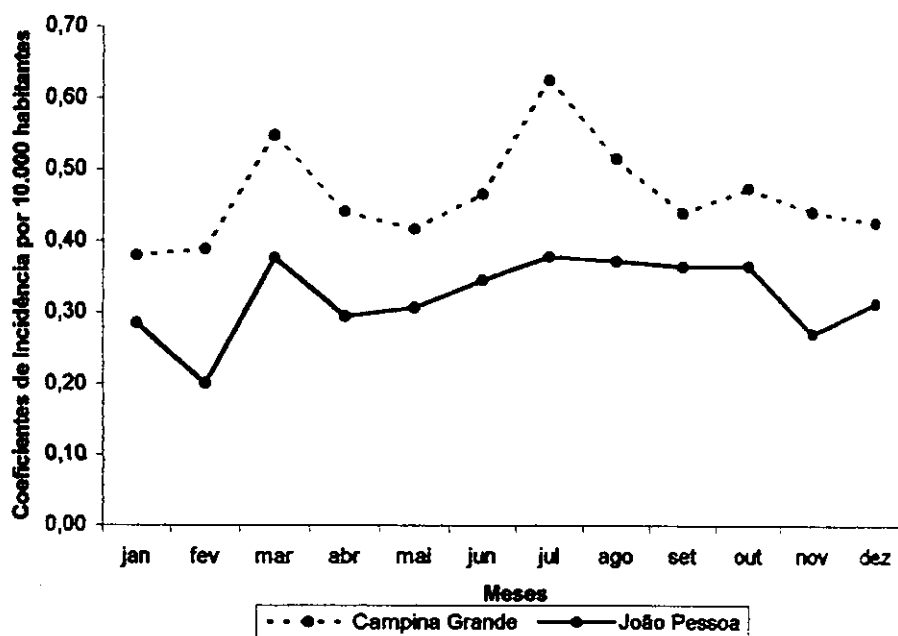


Fig. 4.13. Coeficientes mensais de incidência de meningite em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00.

Como se pode ver, uma justificativa para o comportamento da incidência da meningite nestes dois locais estudados, é que ela é uma doença universal e ocorre durante todo o ano, principalmente nos meses frios, pois além de haver melhor condição para o germe, no meio ambiente, ela está inter-relacionada com outras doenças, conforme ressaltou o MINISTÉRIO DA SAÚDE (1975).

4.2.2. Incidência de Meningite por Estação do Ano

A Tabela 4.3, mostra a incidência de meningite, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa, em médias mensais para o período 1992-00.

Nas duas localidades, a estação que concentra maior número de casos notificados é o inverno, com 0,53 e 0,37 caso por mês em 10.000 habitantes, em Campina Grande e João Pessoa, respectivamente. Isto equivale a aproximadamente 28,5% do total de casos verificados em cada município.

Com relação às Figuras 4.9a-f e 4.11a-f, já referenciadas anteriormente, percebe-se que, no verão a alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar, e o início do período chuvoso, no final da estação, parecem influir no aumento de casos de meningite, em ambos os locais, no final deste período. No outono, à medida que a temperatura diminui e, a umidade e a precipitação aumentam, parece haver um favorecimento para o aumento de casos desta enfermidade em João Pessoa, neste período. Há evidências de que no inverno, a baixa temperatura e a alta umidade do ar contribuam com o aumento do número de casos de meningite nas duas localidades. É possível que o aumento da temperatura e a redução da umidade do ar, contribuam para reduzir o número de ocorrência desta enfermidade, durante a primavera, em ambos os locais.

Tabela 4.3- Incidência de meningite, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1992-00), em valor médio mensal por 10.000 habitantes.

Meningite	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Campina Grande	0,44	0,44	0,53	0,45
João Pessoa	0,29	0,32	0,37	0,32

A época de ocorrência mais freqüente desta enfermidade depende do agente etiológico (bactérias, vírus, fungos e outros microorganismos patogênicos) e do tipo de meningite. Uma justificativa para o pico registrado nas duas localidades no mês de março, poderia ser a ocorrência de meningites virais, que ocorrem mais freqüentemente no final do verão e começo do outono. E para o pico de julho e agosto, meses considerados frios poderia ser a ocorrência de DM. Entre o outono e a primavera, a meningite espinhal de acordo com WHO/OMS (1998), MINISTÉRIO DA SAÚDE (1999) e Jalleh (2002).

4.2.3. Análise do Período

Em observações futuras de incidência de meningite em Campina Grande e João Pessoa, é esperado que 95% dos casos ocorram com T, Tx, Tn, UR e P, variando

respectivamente, entre 21-26°C; 24,8-33°C; 17,9-22,5°C; 63-87% e 0-178 mm, em Campina Grande e entre 25-29°C; 27,7-31,7°C ;21,3-26,7°C; 68-84%; 0-436 mm, em João Pessoa. E que apenas 5% dos casos ocorram fora dos intervalos citados.

Na Figura 4.14a-e, os baixos valores de R^2 das variáveis T, Tx, UR, e P, sugerem que não houve uma influência significativa das temperaturas média e máxima, da umidade relativa e da precipitação, sobre a incidência de meningite em Campina Grande. Entretanto, percebe-se que para valores de T e Tx, superiores ou iguais a 24 e 30°C, respectivamente, a tendência é de que o número de casos permaneça praticamente constante, ou seja, oscilação da temperatura máxima acima deste valor, praticamente não influi na incidência da meningite. As correlações de T e Tx, foram consideradas baixas com valores de 21 e 17%, respectivamente.

Com relação à temperatura mínima do ar, percebe-se que com o aumento desta há uma redução no número dos casos de meningite, com correlação de 27%.

Já a umidade relativa do ar, pode ser associada na incidência de meningite de forma praticamente direta, principalmente até UR de 80%, embora a correlação seja baixa, cerca de 15%.

Com relação à precipitação, observa-se que em casos de precipitação superior ou igual a aproximadamente 120 mm, a incidência do número de casos de meningite diminui, sendo seu grau de associação também considerado baixo, em torno de 18%.

Para João Pessoa, os baixos valores de R^2 obtidos com a correlação direta entre o número de casos incidentes de meningite e os elementos meteorológicos estudados, conforme Figura 4.15a-e, sugerem que não houve influência de UR e P sobre a incidência de meningite neste local conforme Figura 4.15d-e. Todavia, observa-se nesta Figura, indício de que houve decréscimo da incidência de meningite neste local, quando T, Tx e Tn foram superiores a 24,3°C; 27,5°C e 21°C, respectivamente, com correlação desses elementos meteorológicos sobre a incidência da meningite, nesta localidade, de 41%, 33% e 26%.

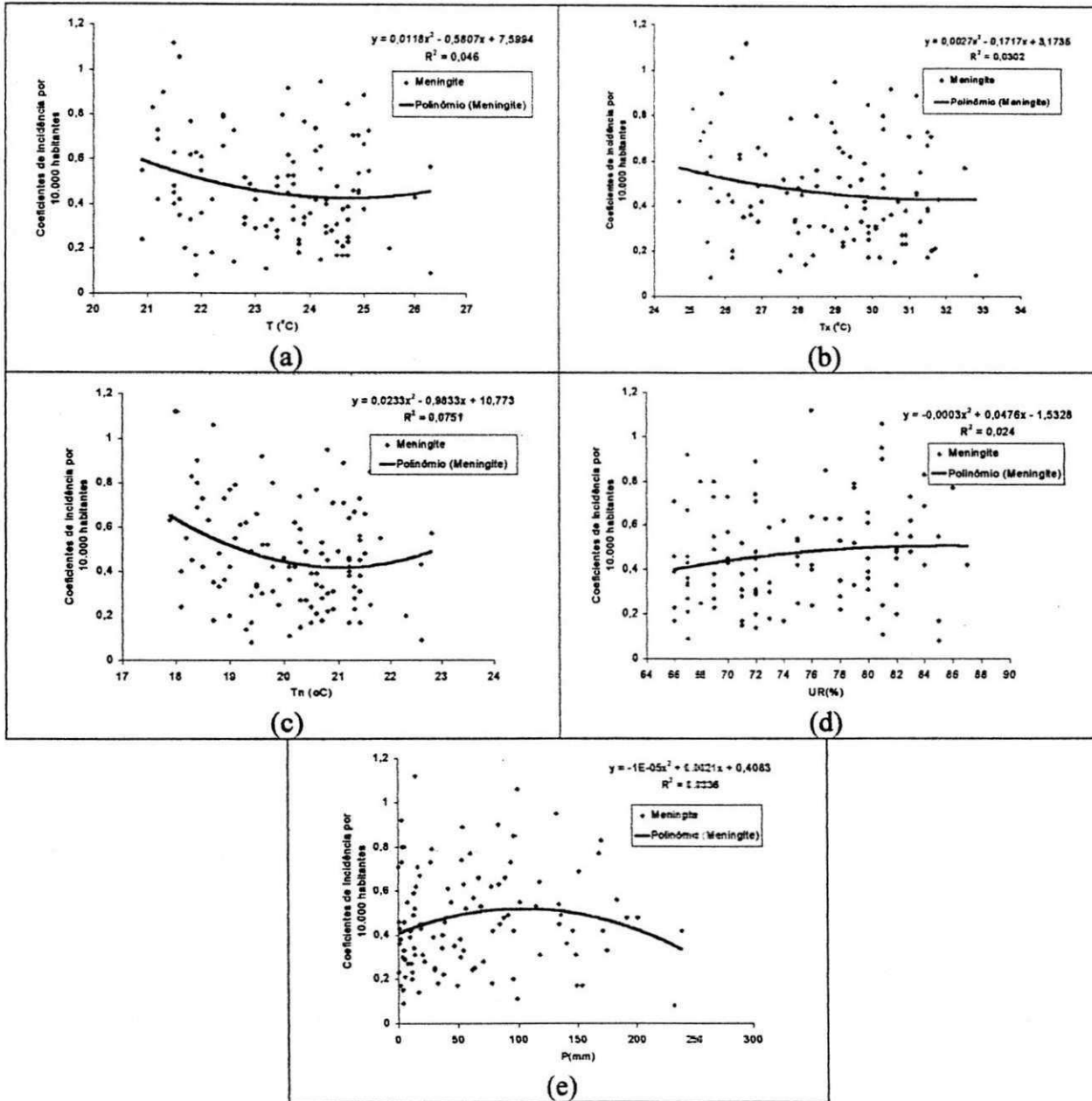


Fig. 4.14. Variação da Incidência de meningite em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1992-00).

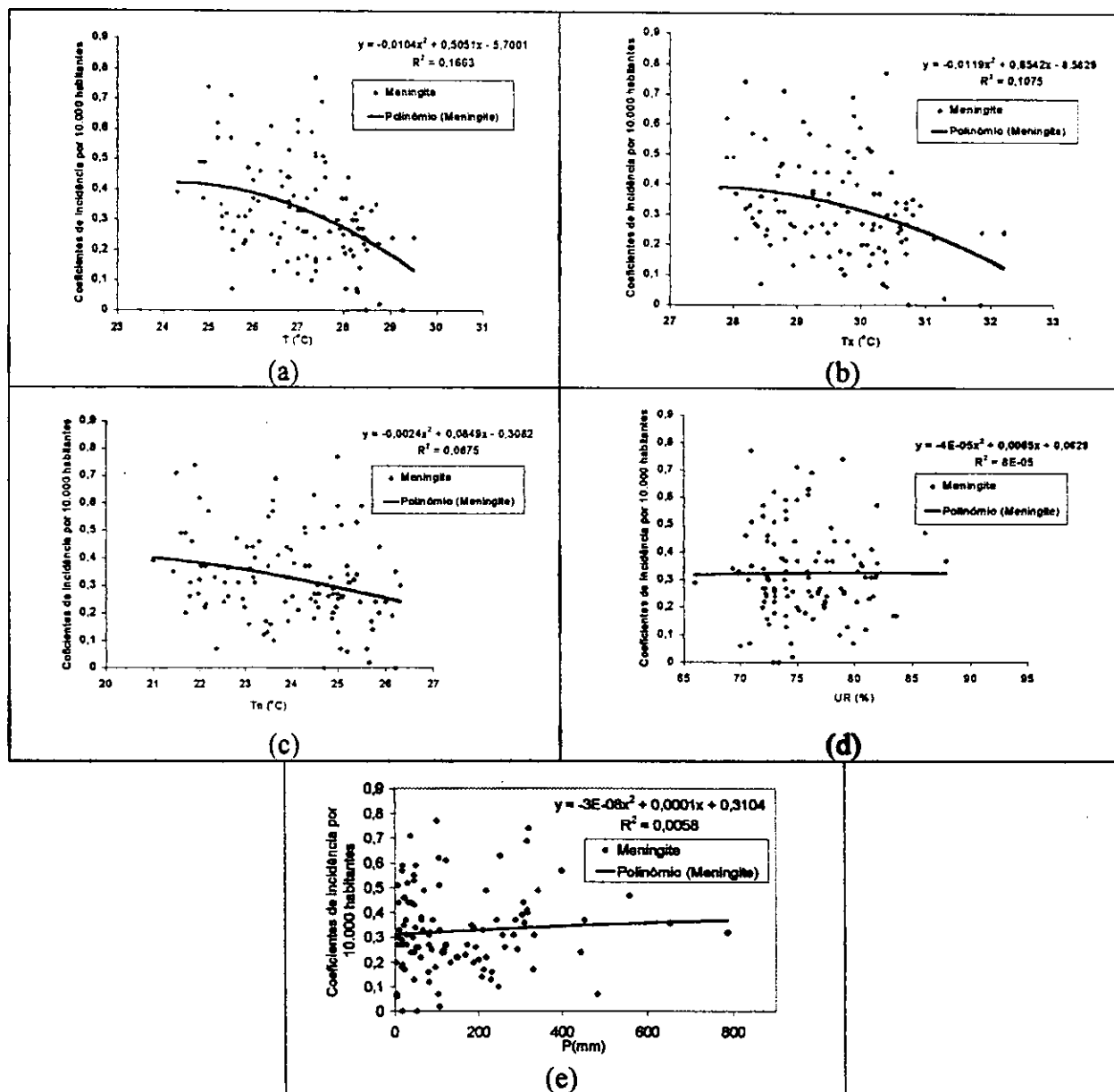


Fig. 4.15. Variação da Incidência de meningite em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1992-00).

Como pode ser visto na Tabela 4.4, a regressão linear múltipla envolvendo todas os elementos meteorológicos, revelou que tais elementos analisados tiveram influência significativa na incidência de meningite em Campina Grande, pelo coeficiente de determinação R^2 igual a 0,12, e em João Pessoa, com coeficiente de determinação R^2 igual a 0,25, que equivalem, as correlações de 35 e 50%, respectivamente.

Na referida Tabela, verifica-se que a temperatura do ar teve maior influência nos casos de meningite, tanto em Campina Grande como em João Pessoa, com

destaque para a temperatura mínima do ar em Campina Grande. A menor influência, ainda de acordo com a mesma Tabela, foi verificada através da precipitação. Isto de certa forma justifica-se, pois a contribuição deste elemento não é de forma contínua como a temperatura e umidade relativa do ar.

Tabela 4. 4. Equações de regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa

Equação	r	R ²	Teste F
Campina Grande			
Meningite = -1,838+0,248T+0,018Tx-0,287Tn+0,023UR+0,0001P	0,35	0,12	0,018
João Pessoa			
Meningite = 2,826-0,149T+0,071Tx+0,022Tn-0,015UR+0,0002P	0,50	0,25	0,000

O critério utilizado pelo método “stepwise”, revelou que apenas a Tn em Campina Grande e T em João Pessoa, podem ser consideradas preditoras para a incidência de meningite nestes municípios, segundo as seguintes equações:

$$\text{Meningite} = 1,369-0,448Tn \text{ e } \text{Meningite} = 3,024-0,072T-0,010UR, \text{ respectivamente.}$$

Analisando-se os elementos meteorológicos com relação às suas normais climatológicas, observou-se que, tanto em Campina Grande como em João Pessoa, a maior parte dos casos de meningite, ocorreram com alta temperatura e baixa umidade relativa do ar.

Observando-se a Figura 4.16, vê-se que no período de 1992-00, a evolução da meningite no decorrer do período estudado, apresenta maior endemicidade em Campina Grande e menor em João Pessoa. Observa-se, outrossim, que só no ano de 1993 os valores de endemicidade registrados em Campina Grande são menores do que o valor correspondente de incidência, em João Pessoa, neste mesmo ano. Percebe-se também, que a partir de 1995, a incidência desta doença em Campina Grande começa a decrescer ano a ano, enquanto que, em João Pessoa, este decréscimo sofre algumas oscilações ora para mais ora para menos.

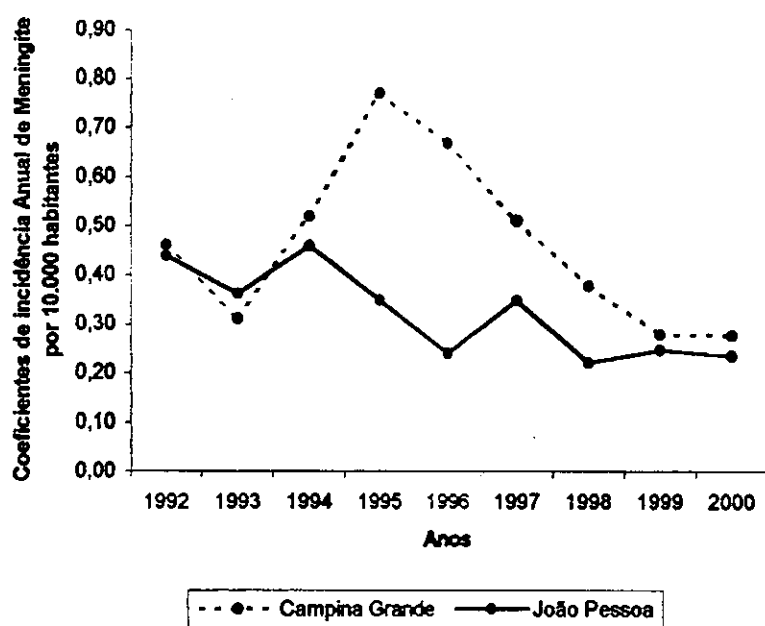


Fig. 4.16. Coeficientes anuais de incidência de meningite em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00.

4.3. PNEUMONIA

4.3.1. Incidência Mensal da Pneumonia

As Figuras 4.17a e 4.19a, mostram o perfil da pneumonia nos Municípios de Campina Grande e João Pessoa, em médias mensais/10.000 habitantes para o período de 1992-00.

Nos meses em que T, Tx e Tn decrescem, e UR aumenta, ambos gradativamente, e o período chuvoso está ocorrendo, observa-se um aumento no número de casos notificados de pneumonia em Campina Grande, conforme mostra a Figura 4.17a-f. O

período de maior ocorrência é verificado nos meses de abril a julho, sendo maio o mês considerado crítico, ou seja, o mês de pico, com 20,93 casos/10.000 habitantes.

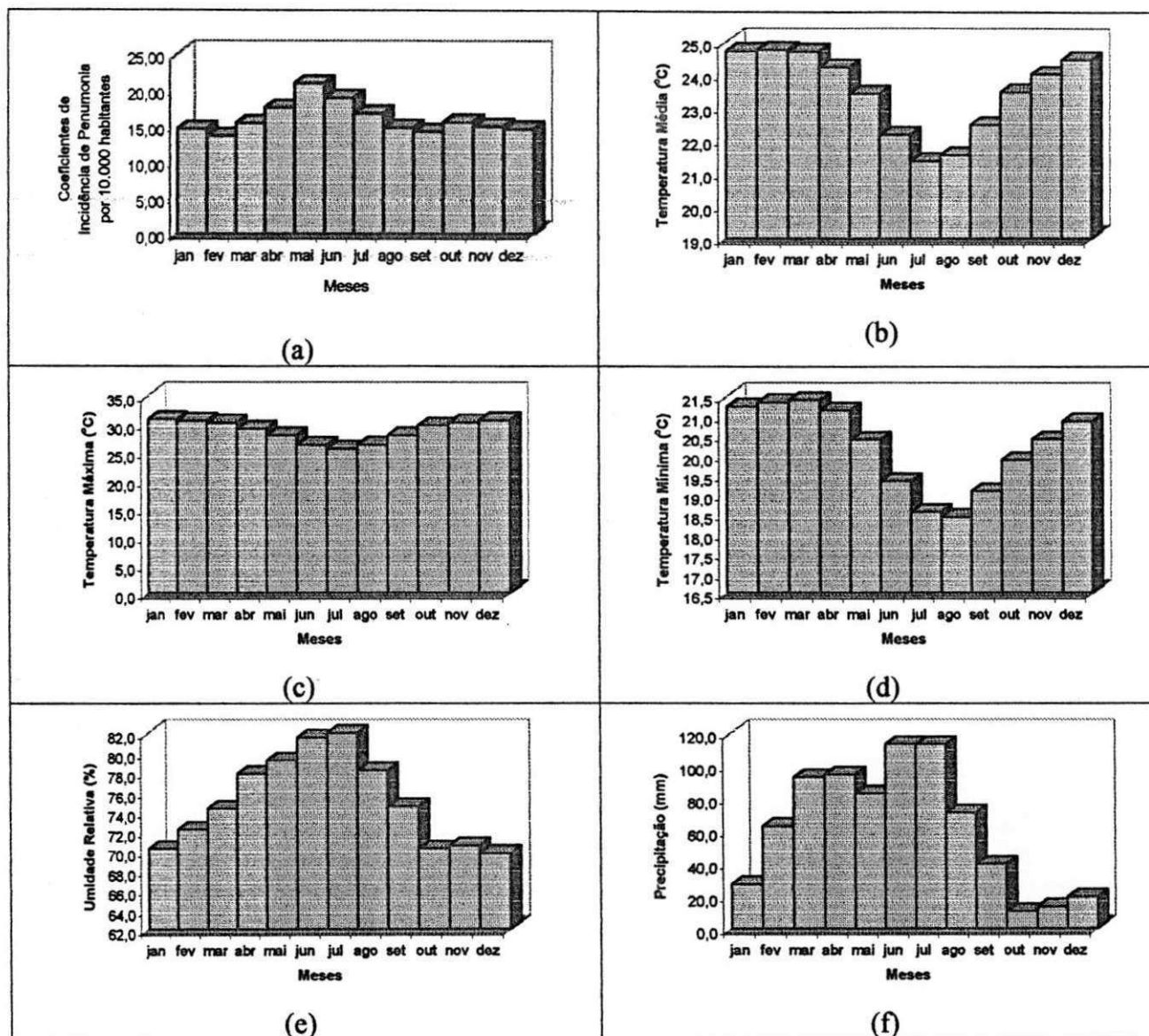


Fig. 4.17. Variação anual média no período estudado (1992-2000) da pneumonia (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de Campina Grande.

A Figura 4.18, evidencia a faixa de incidência, considerada normal para essa patologia, neste município. A incidência máxima aceitável como normal para o mês de maio a partir de 2001, é de 38,71 casos/10.000 habitantes. Acima deste valor, diz-se que

foi atingido um estado crítico, fazendo-se necessário a adoção de medidas profiláticas que possam manter a doença sob controle.

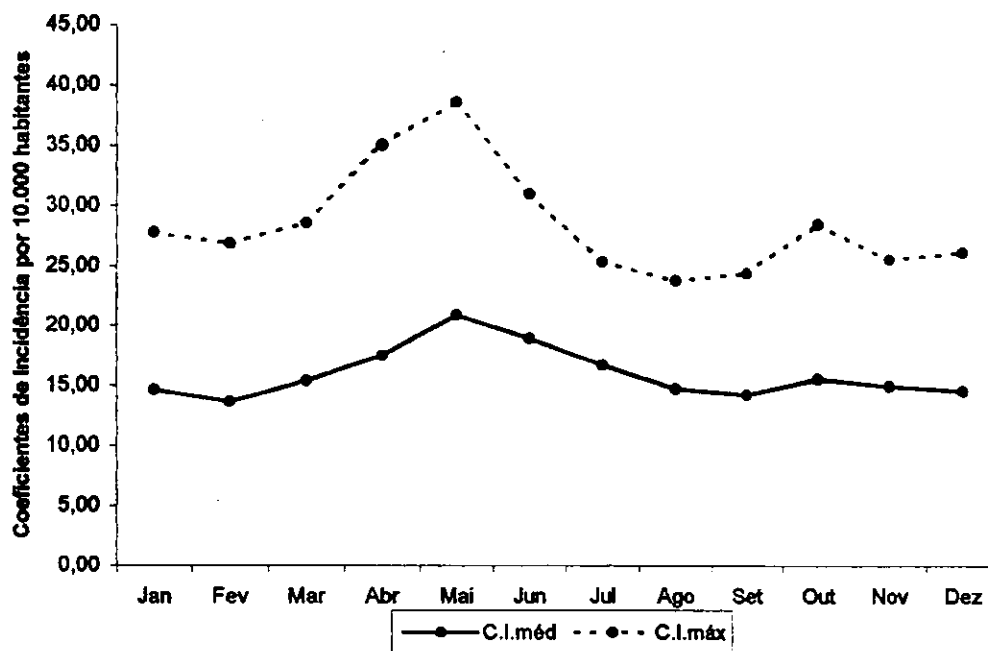


Fig.4.18. Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de pneumonia na localidade de Campina Grande.

A Figura 4.19a-f, mostra que, em João Pessoa, nos meses em que T, Tx e Tn decrescem e, UR e P, aumentam significativamente, logo se percebe um aumento na ocorrência de pneumonia neste local. Sendo os meses de abril a julho, o período de maior incidência, com o mês de junho registrando o maior número de ocorrências, com 9,55 casos/10.000 habitantes.

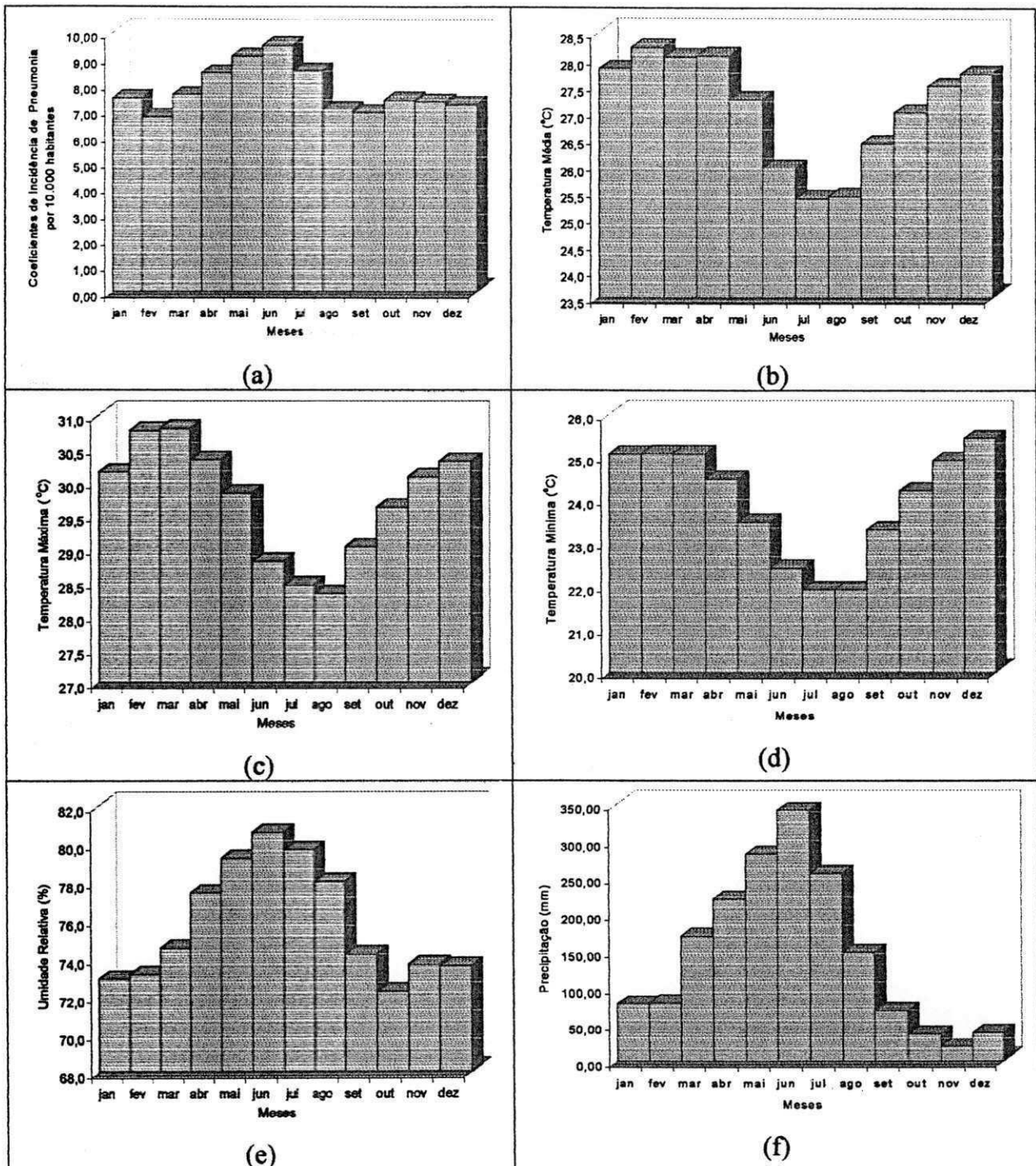


Fig. 4.19. Variação anual média no período estudado (1992-00) da pneumonia (a), temperatura média (b), temperatura máxima (c), temperatura mínima (d), umidade relativa (e) e precipitação (f), para a localidade de João Pessoa.

Na Figura 4.20, está representada a faixa de incidência normal esperada, de pneumonia, para o município de João Pessoa. Como se vê, o coeficiente de incidência

máximo esperado para o mês de junho, a partir de 2001, é de cerca de 15,82 casos/10.000 habitantes.

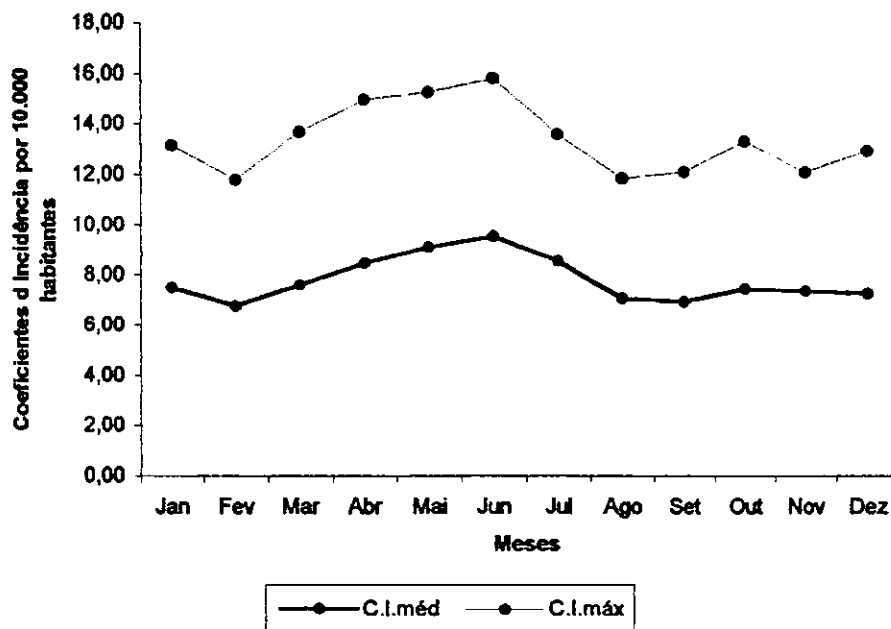


Fig. 4.20. Incidência normal e incidência normal máxima esperada, no período de 1992-00, de pneumonia na localidade de João Pessoa.

Na Figura 4.21, vê-se que no período de 1992-00, a evolução da pneumonia no decorrer do ano, apresenta maior incidência em Campina Grande, em todos os meses do ano. Observa-se, no entanto, que o maior valor de incidência registrado em João Pessoa, no mês de junho, é menor que o menor valor observado em Campina Grande no mês de menor incidência.

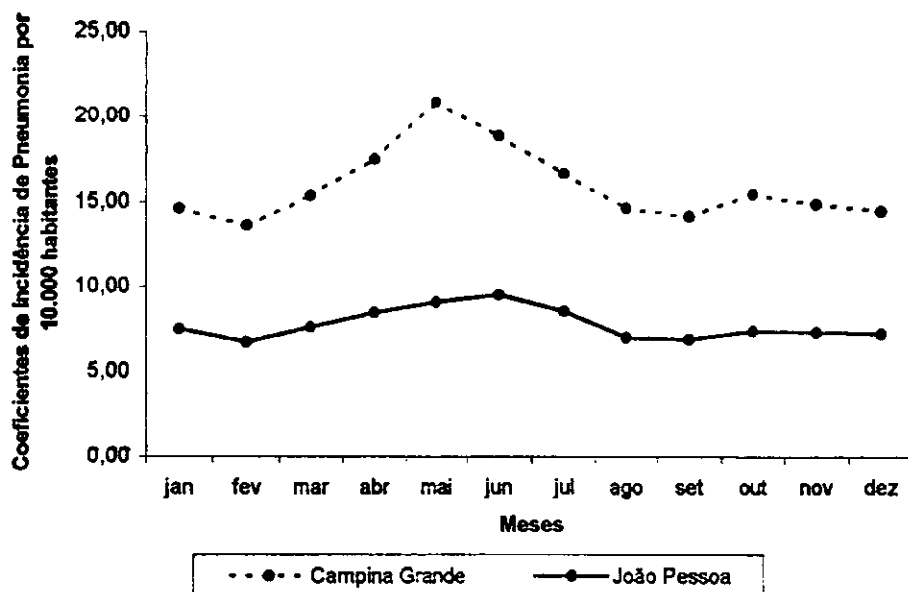


Fig. 4.21. Coeficientes mensais de incidência de pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00.

4.2.2. Incidência de Pneumonia por Estação do Ano

A Tabela 4.5, mostra a incidência da pneumonia, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa para o período estudado, em valores médios mensais por 10.000 habitantes. Nela, se pode vê que as estações do outono/inverno, concentram um pouco mais da metade do número de casos registrados nesse período, em ambos os municípios, com cerca de 53% do total dos casos. A estação de maior incidência é o outono, com 19,15 casos por mês, o que equivale a 30% do total de casos verificados, em Campina Grande, e com 9,05 casos que corresponde a 29% do total verificado em João Pessoa. A estação em que se observa menor ocorrência de pneumonia é o verão, com 14,56 casos mensais, em Campina Grande, e 7,3 casos mensais em João Pessoa, que é equivalente, respectivamente, a cerca de 22,7% e 23,5% do total de casos observados, nos dois locais.

Tabela 4.5- Incidência de pneumonia, por estação do ano, em Campina Grande e João Pessoa (1992-00), em valor médio mensal por 10.000 habitantes

Pneumonia	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Campina Grande	14,56	19,15	15,25	15,05
João Pessoa	7,29	9,05	7,52	7,36

Analisando-se novamente as Figuras 4.17a-f e 4.19a-f, percebe-se que, no verão a alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar, e o início do período chuvoso, no final da estação, coincidem com o aumento de casos de pneumonia, em ambos os locais. No outono, à medida que T, Tx e Tn estão baixando e, UR e P, aumentando, o número de casos registrados desta doença começa a aumentar, e prossegue aumentando até meados da estação em Campina Grande, enquanto que, em João Pessoa esse aumento se mantém até o final desta estação, concordando com informações do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo (2001), no que se refere ao pico de incidência desta enfermidade, durante a estação chuvosa, nos dois locais. No inverno, é possível que o aumento da temperatura juntamente, com a redução da umidade relativa e da precipitação, em meados deste período, favoreçam o decréscimo do número de casos notificados nesta estação, nas duas localidades. A alta temperatura, a baixa umidade relativa do ar e a escassez de chuva, durante a primavera, parecem contribuir discretamente na redução do número de casos no decorrer desta estação; porém, observa-se, entretanto, em ambas as localidades, um pequeno aumento na incidência, no início deste período.

4.2.3. Análise do Período

É esperado, que em observações futuras, de incidência de pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, 95% dos casos ocorram com T, Tx, Tn, UR e P, variando respectivamente, entre 21-26°C; 24,8-33°C; 17,9-22,5°C; 63-87% e 0-178 mm, em Campina Grande e entre 25-29°C; 27,7-31,7°C; 21,3-26,7°C; 68-84%; 0-436 mm, em João Pessoa. E que apenas 5% dos casos ocorram fora dos intervalos citados.

Na Figura 4.22a-e, os baixos valores de R^2 dos elementos meteorológicos T, Tx, UR e P, parecem não ter uma influência significativa, das temperaturas média e máxima, da umidade relativa e da precipitação, sobre a incidência de pneumonia em Campina Grande. Porém, vale salientar que, quando T e Tx foram superiores, respectivamente, a 22,6 e 24,7 °C, logo, percebe-se uma redução do número de casos incidentes.

Com relação a Tn, houve redução do número de ocorrências desta enfermidade, em Campina Grande, quando esta foi superior a 19,5°C, indicando que a influência deste elemento meteorológico sobre a incidência desta patologia é de cerca de 11%, ou seja, uma correlação de aproximadamente 33%. Quanto a UR e P, tendem a aumentar o número de casos de pneumonia, embora esta correlação seja baixa.

Em João Pessoa, conforme Figura 4.23a-e, parece não haver influência de Tx, Tn, UR e P sobre a incidência desta enfermidade neste local. Entretanto, verifica-se que, quando T e Tx foram superiores, respectivamente, a 27 e 30°C, houve decréscimo na incidência.

Percebe-se, quando a temperatura mínima do ar é superior a 22°C, existe uma tendência na diminuição da incidência de pneumonia em João Pessoa e quando a umidade relativa do ar aumenta, tende a aumentar o número de casos de pneumonia, embora esta correlação seja baixíssima. Com relação a precipitação, quando a mesma é superior, em média, a 300 mm aumenta sua contribuição com relação a pneumonia.

Já uma análise envolvendo todos os elementos meteorológicos, mediante uma regressão linear múltipla, revelou que tais elementos analisados tiveram influência significativa na incidência de pneumonia em Campina Grande, com coeficiente de determinação R^2 igual a 0,18 e João Pessoa, com R^2 igual a 0,23, conforme Tabela 4.6, e que a temperatura do ar também influenciou mais nos casos de pneumonia do que a umidade relativa do ar e a precipitação.

Verifica-se ainda, que quanto maior a temperatura mínima, menor a incidência de casos de pneumonia em Campina Grande, e que a mesma juntamente com a temperatura média do ar influem significativamente nos casos de pneumonia na referida cidade.

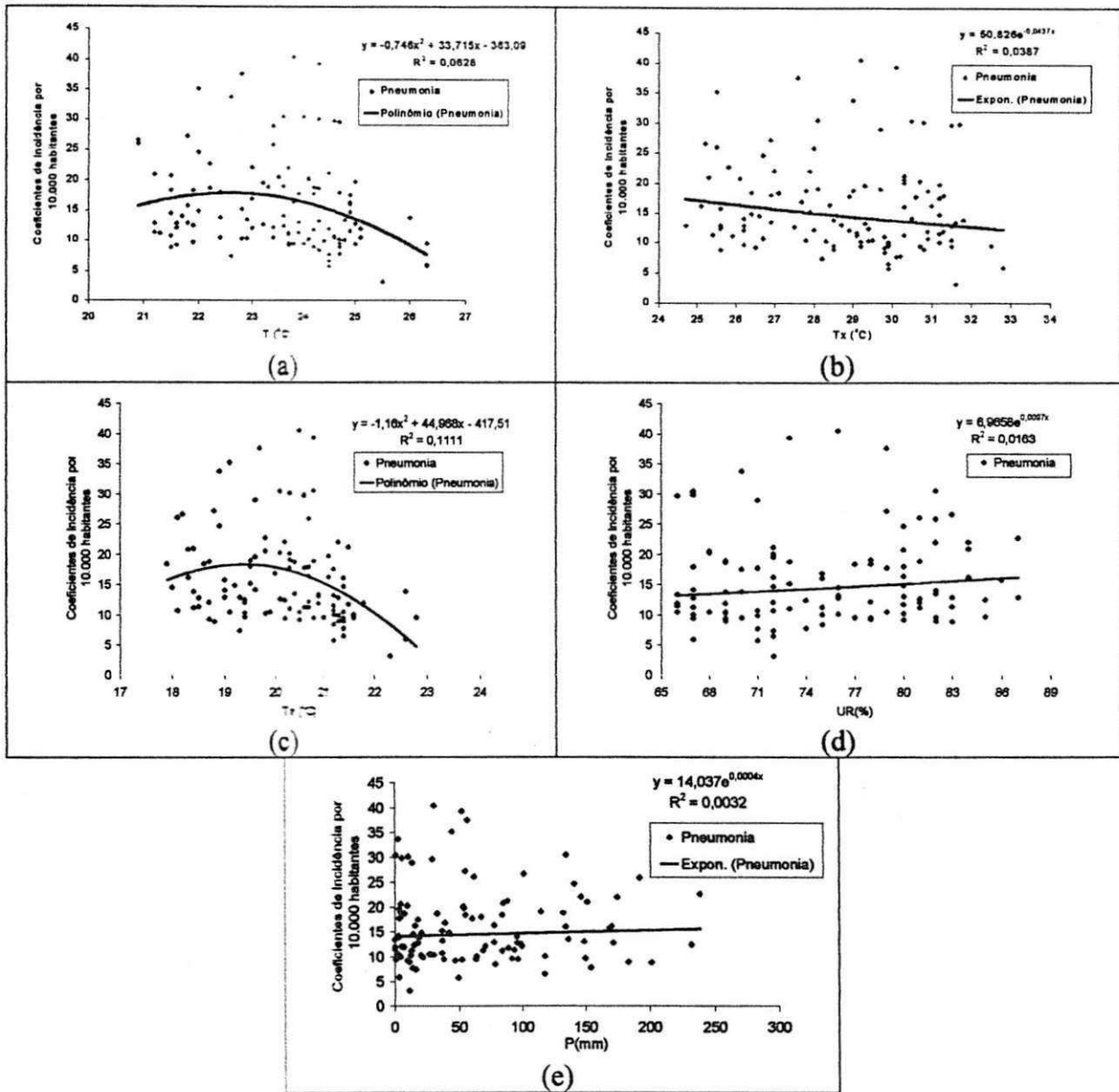


Fig. 4.22. Variação da incidência de pneumonia em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em Campina Grande (1992-00).

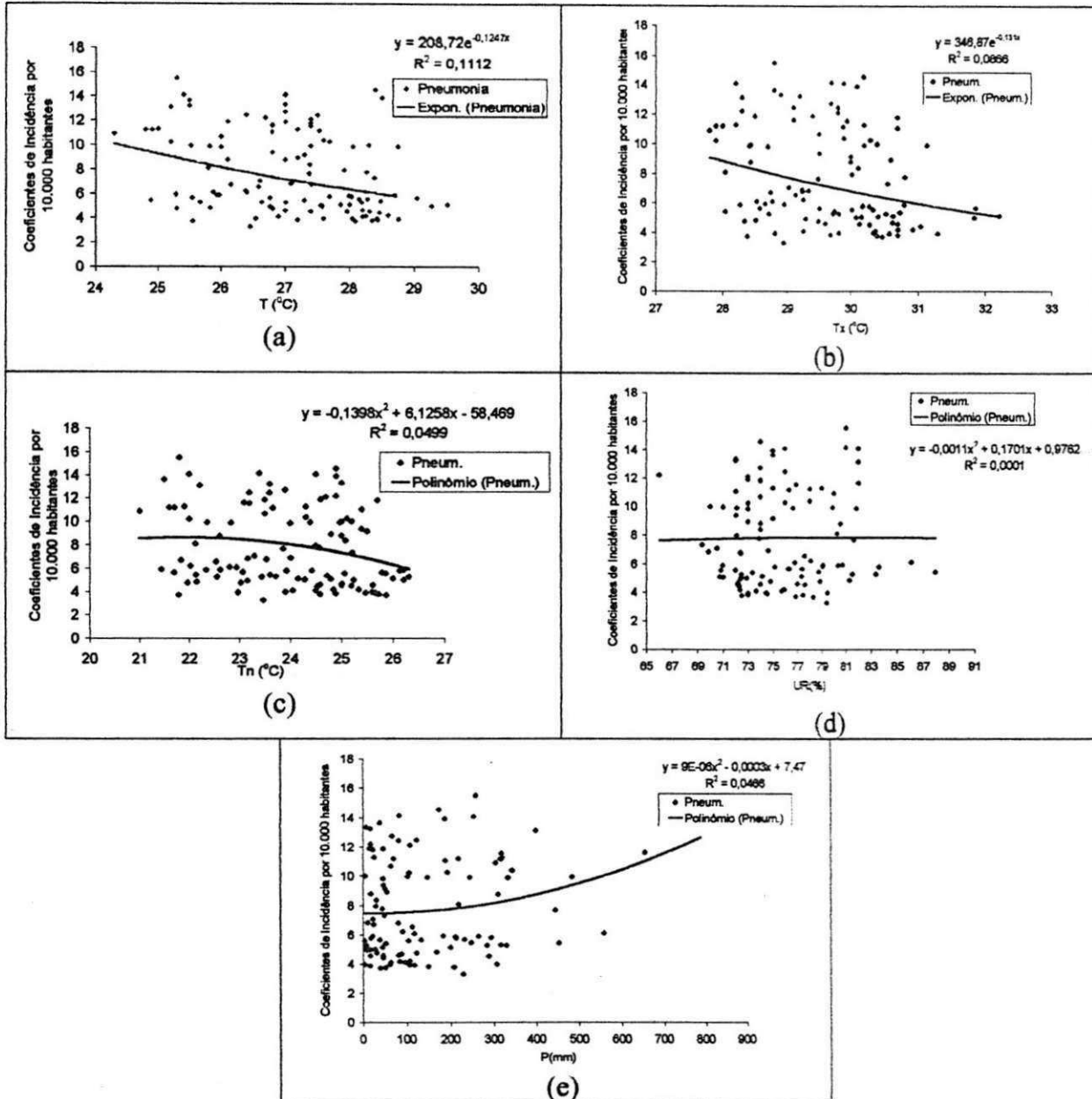


Fig. 4.23. Variação da incidência de pneumonia em função (a) da temperatura média (°C), (b) temperatura máxima (°C), (c) Temperatura mínima (°C), (d) umidade relativa do ar (%) e (e) da precipitação (mm), em João Pessoa (1992-00).

Na referida Tabela, verifica-se que a temperatura do ar contribui muito mais na ocorrência de pneumonia, tanto em Campina Grande como em João Pessoa e a menor influência, foi verificada através da precipitação, principalmente em Campina Grande.

Tabela 4. 6. Equações de Regressão linear múltipla com grau de associação, coeficiente de determinação e teste de aderência, para as localidades de Campina Grande e João Pessoa.

Equação	Γ	R^2	Teste F
Campina Grande			
Pneumonia = $-60,958+14,694T-1,301Tx-14,117Tn+0,730UR+0,001P$	0,42	0,18	0,001
João Pessoa			
Pneumonia = $65,843-2,162T+0,737Tx-0,411Tn-0,432UR+0,010P$	0,48	0,23	0,000

Verificou-se pelo método “stepwise”, que só permaneceram nas equações, apenas as variáveis que mais contribuíram, com a incidência da pneumonia nos dois locais em estudo que foram, Tn em Campina Grande e T em João Pessoa, segundo as seguintes equações: Pneumonia = $49,948-1,682Tn$ e Pneumonia = $33,435-0,947T$, respectivamente.

Em uma análise direta das variáveis, com relação às suas normais climatológicas, foi observado que em Campina Grande, os casos de pneumonia, em sua maioria, ocorreram com alta temperatura e baixa umidade relativa do ar. Em João Pessoa, os casos desta mesma enfermidade, em sua maioria, se verificaram também, com alta temperatura e baixa umidade relativa do ar.

Observando-se a Figura 4.24, vê-se que no período de 1992-00, a evolução da pneumonia no decorrer do período estudado, apresenta maior incidência em Campina Grande e menor em João Pessoa, concordando com Sologurem (1992). Observa-se, também, que a ocorrência desta enfermidade, nas duas localidades, em estudo, está decaindo sensivelmente, principalmente em Campina Grande, onde se observa que, no ano de 1992 a incidência desta doença, por 10.000 habitantes, era de aproximadamente 30 casos, e já no ano 2000 era de 13 casos.

Uma justificativa para a alta incidência de pneumonia em Campina Grande, pode ser devido, ao efeito do grau de continentalidade, uma vez que, quanto maior a distância com relação ao mar, maior será a amplitude térmica e, como a amplitude térmica diária é maior que a sazonal e Campina não é uma cidade litorânea, então esta localidade pode ser maior influenciada por tal efeito.

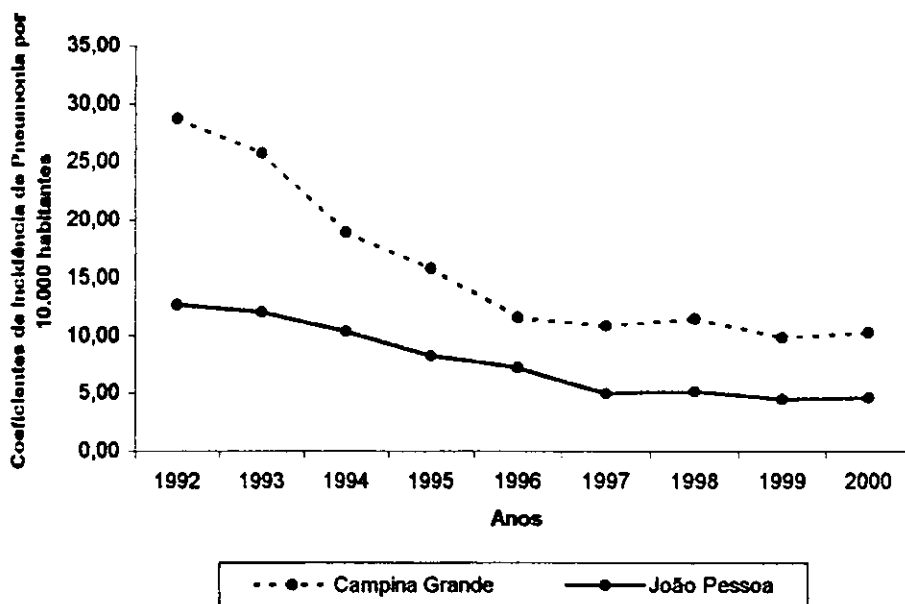


Fig. 4.24. Coeficientes anuais de incidência de pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, 1992-00.

Uma limitação deste trabalho está na base de dados, pois não se dispõe de uma série de anos anteriores a 1992, não sendo possível comparar a endemicidade destas patologias, para melhor investigar qual o fator climático ou não, que na década em estudo, pode ser associado ou não, a alterações na estrutura epidemiológica de uma doença. Ressaltando que, é necessário no mínimo, 10 anos de dados para se delinear o perfil de incidência de uma determinada doença, daí o caráter preliminar deste trabalho

Vale salientar ainda que, não existem até o momento provas científicas da influência climática sobre o organismo humano e que a Academia Nacional de Saúde dos EEUU recomenda cautela nas conclusões das pesquisas relacionando clima e saúde.

5. CONCLUSÕES

Houve influência dos elementos meteorológicos sobre a incidência de Dengue em João Pessoa, onde o aumento de 1°C, na temperatura máxima média mensal, provoca aumento de aproximadamente 8 casos/mês de incidência de Dengue; ao passo que aproximadamente cada 35 mm de aumento na precipitação média mensal, provoca um aumento de 1 caso/mês, podendo estas variáveis ser consideradas como preditoras para o número de casos de Dengue, neste local;

As condições atmosféricas da localidade de Campina Grande, restringem mais a ação do mosquito vetor impedindo-o de transmitir o vírus do Dengue; principalmente quando a temperatura mínima diminui mais sensivelmente; ao passo que em João Pessoa o favorecimento das condições atmosféricas é bem maior para que o mosquito possa se proliferar mais rapidamente e adquirir o poder de infectar pessoas;

Houve influência dos elementos meteorológicos sobre a incidência de Meningite em Campina Grande e João Pessoa, sendo que, para cada 1°C de diminuição na temperatura mínima média mensal, em Campina Grande, e da temperatura média mensal em João Pessoa, causou-se aumento, respectivamente, de cerca de 0,44 e 0,10 caso mês/10.000 habitantes; podendo estes elementos meteorológicos ser considerados como preditores, para o número de casos de Meningite nestes locais;

Houve influência dos elementos meteorológicos sobre a incidência de Pneumonia em Campina Grande e João Pessoa, sendo que, em Campina Grande, para cada 0,6°C de diminuição na temperatura mínima média mensal, aumenta em 1 caso mês/10.000 habitantes. Para João Pessoa, a cada 1°C de diminuição, na temperatura média mensal, encontrou-se um aumento de aproximadamente 1 caso mês/10.000 habitantes. Estes elementos meteorológicos podem ser considerados como preditores para o número de casos de Pneumonia nestas localidades;

A influência mensal e sazonal da temperatura do ar, foi mais significativa sobre a incidência de Dengue, Meningite e Pneumonia em ambos os locais;

A incidência do Dengue, ocorre praticamente no primeiro semestre do ano, enquanto que, a Meningite e a Pneumonia, ocorrem durante todo o ano, tanto em Campina Grande quanto em João Pessoa;

A incidência, por 10.000 habitantes, do Dengue é 4 vezes maior em João Pessoa do que em Campina Grande; Já, incidência da Meningite e Pneumonia, em João Pessoa, corresponde respectivamente, a 2/3 e a metade, da registrada em Campina Grande. Com exceção do Dengue em Campina Grande, estas incidências nos dois locais estão diminuindo sensivelmente;

Os elementos meteorológicos, considerados neste trabalho, contribuíram sobre a incidência de Dengue, Meningite e Pneumonia, em Campina Grande e João Pessoa, na faixa de 12% a 34%, justificando que, além das condições meteorológicas, existem outras causadas por condições nutricionais, sociais, e de defesa imunológica do organismo humano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. **Problemas respiratórios levam mais de 1.000 pessoas a médico.** São José dos Campos. Disponível em: <<http://www.yabae.cptec.inpe.Br/products/elinho>>. Acesso em: 24 jun. 1997.

BELLUSCI, S. M. **Epidemiologia.** Série Apontamentos. São Paulo: SENAC São Paulo, 1995.

BOASAÚDE. **Gripes e resfriados – saiba como evitar este mal.** Disponível em: <<http://www.boasaude.uol.com.br/lib/showdoc.cfm>>. Acesso em: 2 de jun. de 2002.

BOUMA, M. J; DYE, C. Cycles of malaria associated with El Niño in Venezuela. **JAMA**, v.278, p.1772-1774, 1997.

BRASIL. Ministério da Saude. **Dengue.** Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 1999.

BRASIL. Ministério da Saude. Fundação Nacional de Saúde. Centro Nacional de Epidemiologia. Brasília, 1994. 373p.

BRASIL. Ministério da Saude. Secretaria Nacional de Saúde. **Doença meningocócica.** Vigilância Epidemiológica e Controle, 1975. 48p.

BUSSAB, W. O. **Análise de variância e de regressão; uma introdução.** 2.ed. São Paulo: Atual, 1988. 147p.

COLWELL, R.; Patz, J. A. **Climate, infectious disease and health – An Interdisciplinary Perspective.** **American Academy of Microbiology**, 1998.

CONNOLLY, A. M. et al. What are the complications of influenza and can they be prevented? Experience from the 1989 epidemic of influenza A in general practice. **BMJ**, n.306, p.1452-1454. 1993.

CORREIA, A. L. et al. Variáveis ambientais e hospitalizações por IRA em crianças de 0 a 5 anos de idade, PSM de Cuiabá/1999. **Jornal de Pneumologia**. Cuiabá-MT, (supl.), 33p. abr. 2001.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas (1960-1991). Brasília, 1992. 84p.

DOMARUS, A. V. **Medicina interna**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979. 2124p.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analyses**. 2.ed. New York: John Wiley & Sons, 1981. 709p.

EPSTEIN, P. Is Global warming harmful to health? **Scientific American**, v. 283, p 50-57, 2000.

FIGUEIREDO, L T. M.; FONSECA, B.A.L. Dengue. In: **Tratado de infectologia** (R. Veronesi & R. Focacia). São Paulo: Atheneu, p.201-214. 1996.

FIRMINO, J. L. N. **Um estudo do número de casos de doenças respiratórias em crianças até 4 anos de idade e sua relação com as variações nos parâmetros do clima em Campina Grande-PB**. 2002. 20f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Meteorologia). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2002.

GAMA, S. G. N. **Doença meningocócica e sua evolução no município do Rio de Janeiro (1976-1994)**. Rio de Janeiro, 1995. x, 195p.

GRIFFITHS, J. C. **Scientific method in analysis of sediments**. New York: Mc Graw-Hill, 508p.

HELT, S. R. M.; BONFIM, M. N. C.; MARTINS, R. C. **Estatística em microcomputadores: uma nova opção para usuários do SPSS**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1985. 163p.

HOOP, M; FOLEY, J. A. Global scale relationship between climate and dengue fever vector *Aedes aegypti*. **Climatic Change**, v.48, p441-463, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. **Departamento de Censos**, 2001.

INSTITUTO EUROPEU DE MEDICINA VIRTUAL 2000. **Actualidad sobre salud**. Disponível em: <www.worldwidehospital.com/h24h/dengue1.htm>. Acesso em: 20 fev. 2002.

IZRAEL, I. A. **Efeitos econômicos, sociais e ambientais de mudanças climáticas. Desenvolvimento e meio ambiente no semi-árido**. Discursos e exposições especiais. Brasília, DF: Fundação Grupo Esquel Brasil, 1992, p.103-112.

JALLEH, M. **Cambios del clima traen enfermedades y muerte**. Disponível em: <www.galeon.com/gentealternativa/tribunadeoradores/tribuna12htm>. Acesso em: 22 fev 2002.

KOOPMAN, J. S. et al. Determinants and predictors of dengue infection in Mexico. *Am J. Epid.*, v.133, p.1168-1178, 1991.

KOVATS, R. S. El niño y la salud humana. *Bulletin of the World Health Organization*, v.78, n.9, 2000, p.1127-1135.

MAIA, C. E; MORAIS, E. R. C; OLIVEIRA, M. Classificação da composição iônica da água de irrigação usando regressão linear múltipla. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.55-59, 2001.

MCMICHAEL, A. J.; KOVATS, R. S. Strategies for assessing health impacts of global environmental change. In: Crabbé P. et al., eds. **Implementing ecological integrity: restoring regional and global environmental and human health**. Dordrecht, kluwer Academic Publish, 2000. p.217-231.

MEDRONHO, R. M. **Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/CICT/NECT, 1995. 135P.

MORAIS, J. G. M. et al. **Dengue: manual de orientações**. Secretaria de Saúde do Estado de Pernambuco/Comissão Estadual de Controle do Dengue. Recife, 1996. 23p.

MOREIRA, J. S. et al. Doença broncopulmonar obstrutiva crônica (DBPOC) estudos de 255 pacientes (395 internações). *Revista Amrigs*, Porto Alegre, v.32, n.4, p.249-64, out/dez. 1998.

NAIR, A. M; KRONFOL, Z. A; SCHWARTZ, S. A. Effects of alcohol and nicotine on cytotoxic functions of human lymphocytes. *Clin Immunol Immunopathol*, v.54, p.395-409. 1990.

NOGUEIRA, R. M. R.; MIAGOSTOVICH, M. P.; SCHATZMAYR, H. G. Molecular epidemiology of dengue viruses in Brazil. **Cad. Saúde Pública**, v.16, n.1, Rio de Janeiro. Jan/mar. 2000.

O POVO. **Jornal do Ceará**. Fortaleza, 26 de fev. de 2002.

OBASI, G. O. P. water e healt. **WMO**, 2001.

OBASI, G. O. P. Weather, climate and health. **WMO**, 1999.

PATZ, J. et al. Global climate change and emerging infectious diseases. **JAMA**, v.275, p.217-223, 1996.

PENNA, G. O. et al. **Doenças infecciosas e parasitárias: aspectos clínicos, de vigilância epidemiológica e de controle – guia de bolso**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional da Saúde, 1998. 218p.

PINHEIRO, F. P.; TRAVASSOS-DA-ROSA, J. F .S. Febres hemorrágicas viróticas. Febre hemorrágica do dengue. In: **Tratado de infectologia** (R. Veronesi & R. Focacia). São Paulo: Atheneu, p.258-263. 1996.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e saúde**. 4. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1994. 540p.

SABBATINI, R. M. E. Aquecimento global e saúde. **Correio Popular**. Campinas-SP, 3/10/97. Disponível em <<http://www.cpopular.com.br>>. Acesso em: 27 de fev de 2002.

SALDANHA, C. T.; CORREIA, A L.; SILVA, A. M. C. Períodos seco e chuvoso e Asma em crianças de 0 a 5 anos, PSMC/1999. **Jornal de Pneumologia**. Cuiabá-MT, (supl.), 33p. abr. 2001.

SÃO PAULO. Hospital das Clínicasd da Faculdade. de Medicina. **Infecção das Vias Aéreas Superiores (IVAS) no paciente idoso**, dez. 2001. Disponível em <<http://www.geocities.com/geriatria/c/ivasnoidoso.htm>>. Acesso em: 2 de jun. de 2002.

SILVA, M. A. V. **Atlas climatológico do Estado da Paraíba**. 2. ed. Campina Grande, PB, 1987. 122p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Consenso brasileiro de pneumonias em indivíduos imunocompetentes. Pneumonia adquirida na comunidade. **J. Pneumologia**, 27 (supl.1), abr. 2001. 40p.

SOLOGUREN, M. J. J. et al. O padrão sazonal das pneumonias em Uberlândia, MG. **J. Pneumol**, 18 (supl. 2), 1992. p.32.

SOUZA, R. S. Fatores associados a ocorrência de formas imaturas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.32, n.4, p.373-382, jul-ago. 1999.

SPIEGEL, M. R. **Estatística**. São Paulo-SP: Mc Graw-Hill, 1998. 580p.

TAYLOR, P.; MUTAMBU, S. L. A review of the malaria situation in Zimbabwe with special reference to the period 1972-1981. *Trans. Roy Trop Med Hyg*, v.80, p.12-19, 1986.

VERONESI, R.; FOCACCIA, R. **Tratado de infectologia**. São Paulo: Atheneu, v.1, 1996. 962p.

WEISBERG, S. **Applied linear regression**. New York: John Wiley and Sons, 1980.

WHO/HMO. Dengue. *Weekly epidemiological record*. Geneva, n.25, p.185-192, jun. 1998.

WHO/HMO. La méningite méningococcique. **Aide-mémoire**, n.105, dez. 1998.

WHO/HMO. La méningite ou Tchad. **Releve Epidemiologique Hebdomadaire**. Geneva, n.17, p.121-128. abr. 1998.

WILKS, D. S. **Statistical methods in the atmospheric sciences**. Academic Press, San Diego, Califórnia,, 1995. 467p.

APÊNDICES

Apêndice 01 - Dengue – Incidência Mensal Média (1996-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para Campina Grande-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	0,82	0,58	1,77
FEV	1,66	1,73	4,49
MAR	2,53	3,06	7,57
ABR	4,10	7,19	15,93
MAI	3,59	6,12	13,66
JUN	0,49	1,10	2,31
JUL	0,16	0,37	0,77
AGO	0,19	0,36	0,77
SET	0,18	0,28	0,65
OUT	0,25	0,34	0,81
NOV	0,11	0,25	0,53
DEZ	0,40	0,55	1,31

Apêndice 02 - Dengue – Incidência Mensal Média (1996-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para João Pessoa-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	0,80	0,59	1,77
FEV	3,06	2,55	7,25
MAR	12,22	11,17	30,60
ABR	12,61	10,44	29,78
MAI	17,47	14,48	41,29
JUN	8,94	6,91	20,30
JUL	2,72	1,47	5,14
AGO	2,04	1,38	4,31
SET	1,20	1,09	2,99
OUT	1,02	1,48	3,45
NOV	0,95	0,90	2,43
DEZ	0,57	0,69	1,70

Apêndice 03 - Meningite – Incidência Mensal Média (1992-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para Campina Grande-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	0,38	0,18	0,67
FEV	0,39	0,25	0,80
MAR	0,55	0,22	0,92
ABR	0,44	0,22	0,81
MAI	0,42	0,19	0,74
JUN	0,47	0,20	0,80
JUL	0,63	0,18	0,92
AGO	0,52	0,35	1,10
SET	0,44	0,25	0,85
OUT	0,48	0,23	0,85
NOV	0,44	0,20	0,77
DEZ	0,43	0,18	0,73

Apêndice 04 - Meningite – Incidência Mensal Média (1992-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para João Pessoa-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	0,29	0,19	0,60
FEV	0,20	0,17	0,48
MAR	0,38	0,19	0,70
ABR	0,30	0,11	0,48
MAI	0,31	0,19	0,61
JUN	0,35	0,12	0,54
JUL	0,38	0,23	0,76
AGO	0,37	0,13	0,58
SET	0,37	0,14	0,59
OUT	0,37	0,15	0,61
NOV	0,27	0,15	0,52
DEZ	0,31	0,13	0,53

Apêndice 05 - Pneumonia – Incidência Mensal Média (1992-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para Campina Grande-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	14,63	8,02	27,83
FEV	13,65	8,06	26,91
MAR	15,41	8,07	28,68
ABR	17,56	10,68	35,12
MAI	20,93	10,81	38,71
JUN	18,95	7,37	31,08
JUL	16,74	5,30	25,46
AGO	14,74	5,54	23,85
SET	14,25	6,22	24,49
OUT	15,58	7,92	28,61
NOV	14,98	6,49	25,65
DEZ	14,59	7,12	26,29

Apêndice 06 - Pneumonia – Incidência Mensal Média (1992-00), Incidência Mensal Máxima Esperada, para João Pessoa-PB.

MÊS	MÉDIA	DESVIO	L. SUP
JAN	7,49	3,44	13,14
FEV	6,77	3,05	11,78
MAR	7,63	3,69	13,69
ABR	8,47	3,95	14,97
MAI	9,13	3,73	15,27
JUN	9,55	3,82	15,82
JUL	8,57	3,05	13,59
AGO	7,06	2,92	11,86
SET	6,94	3,13	12,10
OUT	7,44	3,57	13,31
NOV	7,37	2,86	12,08
DEZ	7,27	3,43	12,92