



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA



MORBIDADES EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM
CAMPINA GRANDE, PB.

ROBERTO ALAN FERREIRA ARAÚJO

CAMPINA GRANDE – PB
JUNHO DE 2007

ROBERTO ALAN FERREIRA ARAÚJO

OBSERVAÇÕES DE MORBIDADES EM FUNÇÃO DAS VARIÁVEIS
METEOROLÓGICAS UTILIZANDO ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS: UM
ESTUDO DIRIGIDO AO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE, PB.

Dissertação apresentada ao programa de Pós-
graduação em Meteorologia da Universidade
Federal de Campina Grande, em cumprimento
às exigências para obtenção do Grau de
Mestre.

Área de Concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escala

Sub-área: Biometeorologia

Orientadores: Manoel Francisco Gomes Filho - UFCG – CTRN – UACA

Renilson Targino Dantas - UFCG – CTRN - UACA

CAMPINA GRANDE – PB
JUNHO DE 2007

A586o Araújo, Roberto Alan Ferreira.
Morbidades em função das variáveis meteorológicas em
Campina Grande. / Roberto Alan Ferreira Araújo. - Campina
Grande, 2007.
102 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade
Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos
Naturais, 2007.
"Orientação : Prof. Dr. Manoel Francisco Gomes Filho,
Prof. Dr. Renilson Targino Dantas".
Referências.

1. Variações Climáticas - Campina Grande (PB). 2.
Morbidades. 3. Variáveis Meteorológicas - Campina Grande
(PB). 4. Dissertação - Meteorologia. I. Gomes Filho, Manoel
Francisco. II. Dantas, Renilson Targino. III. Universidade
Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 551.583(813.3)(043)

ROBERTO ALAN FERREIRA ARAÚJO

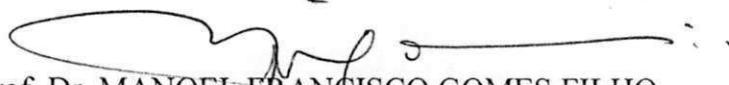
MORBIDADES EM FUNÇÃO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM CAMPINA
GRANDE – PB

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19/6/2007

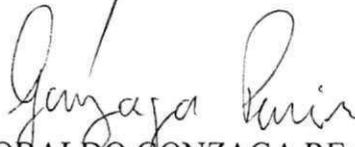
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. RENILSON TARGINO DANTAS
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. MANOEL FRANCISCO GOMES FILHO
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. TEOBALDO GONZAGA REALÇO PEREIRA
Departamento de Ciências Básicas da Saúde
Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. RUBENS LEITE VIANELLO
Instituto Nacional de Meteorologia - BH

Aos meus filhos, Antônio Carlos e
Maria Eduarda, à minha esposa Cláudia
Lígia e à minha mãe Creusa,
DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças para concluir este trabalho perante todas as adversidades.

Aos Professores Dr. Manoel Francisco Gomes Filho e Dr. Renilson Targino Dantas pela orientação desta pesquisa.

Aos Professores Doutores José Fideles Filho e Morgana Lígia de Farias Freire pela confiança depositada.

A Divanete, Eyres e Miriam pela competência e dedicação às suas atribuições.

A todos os colegas do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia pela colaboração dada durante a realização deste trabalho, em especial ao Professor Genival, Lindenberg, Alysson, Rafael, Ronaldo e Hudson Ellen.

A todos os Professores da UACA, em especial, Professores Drs.: Bernardo, Hamana Rao, Francisco de Assis, Célia Campos.

Enfim, a todos que contribuíram para esta importante realização de minha vida,

Os meus sinceros AGRADECIMENTOS.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	IX
LISTA DE TABELAS	XIV
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	XV
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XVIII
1. INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Objetivos.....	20
(i) Geral.....	20
(ii) Específicos	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Clima e saúde	21
2.2 Diarréia de desidratação	24
2.3 Infecção do trato respiratório	25
2.4 Hipertensão arterial	30
2.5 Condições meteorológicas que influencia a saúde humana	33
2.6 Sistemas que atuam diretamente no clima do Nordeste do Brasil.....	35
2.6.1 Perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios	39
2.6.2 Ondas de Leste.....	40
2.6.3 Vórtices ciclônicos de altos níveis	42

2.6.4 Linhas de instabilidade	43
2.6.5 Brisas marítimas e trrestres.....	44
2.6.5 Complexos convectivos de mesmo escala	45
2.7 Conceitos das variáveis utilizadas.....	47
2.7.1 Temperatura	47
2.7.2 Pressão atmosférica	48
2.7.3 Umidade relativa do ar	48
2.8 Descrição do aparelho respiratório	49
3. MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1 Material.....	51
3.1.1 Morbidades	51
3.1.2 Variáveis Meteorológicas	55
3.2 Metodologia	59
3.2.1 Análise de componentes principais	59
3.2.1.1 Condições necessários para a ACP	60
3.2.1.2 Normalização da base de dados	61
3.2.1.2.1 Suavização pelo uso de médias móveis	64
3.2.1.3 Rotação das componentes principais	65
3.2.2 Regressão linear múltipla	66
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	68
4.1 Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos.....	68
4.3 Hospitalização por IRA em menores de 5 anos.....	73
4.4 Incidência de diarreia	78
4.5 Incidência de hipertensão.....	82
4.6 Incidência de IRA.....	87

5. CONCLUSÕES.....	92
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Imagem do satélite METEOSAT 5, no canal infravermelho, mostrando a ZCIT influenciando o setor norte do NEB em 15/03/94 às 18:00 TMG (Fonte: Melo, 1997).....37
- Figura 2. Regiões homogêneas em relação à variabilidade sazonal e interanual das precipitações no NEB (1,3,6 e 7 – Região Norte, 2 – Interior da região Leste, 4,5 – Região Sul e 8,9 – Região Leste Costeira). Fonte: Braga (2000).....39
- Figura 3. Imagem do Satélite Meteosat-7 mostrando nebulosidade que está se deslocando do Atlântico até o litoral leste do Brasil. (Fonte: FUNCEME).....41
- Figura 4. Linha de Instabilidade desde o litoral do Maranhão até o Rio Grande do Norte. (Fonte: METEOSAT-7, FUNCEME).....44
- Figura 5: Casos de CCM ocorridos em Fortaleza. a) dia 21/01/96 às 21h TMG; b) Dia 24/04/98 às 08h TMG (Fonte:METEOSAT-7, FUNCEME).....46
- Figura 6. Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF).....50
- Figura 7. Hospitalização por IRA em menores de 5 anos de idade na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF).....53
- Figura 8. Incidência de Diarréia na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF).....54
- Figura 9. Infecção Respiratória Aguda (IRA) na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)).....54

Figura 10. Incidência de Hipertensão na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF).....	55
Figura 11. Pressão Atmosférica na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO).....	56
Figura 12. Temperaturas máxima e mínima do ar na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO).....	56
Figura 13. Amplitude Térmica na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)	57
Figura 14. Umidade Relativa do ar na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO).....	57
Figura 15. Precipitação Pluvial na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)).....	58
Figura 16. Velocidade do Vento na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO).....	58
Figura 17. Exemplo qualitativo da rotação Varimax num caso bidimensional.....	63
Figura 18. Teste de inércia onde foram truncados os autovalores através da ACP.....	68
Figura .19 Hospitalização por desidratação prevista X observado fator 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	71
Figura 20. Distribuição Normal da Variável dependente Hospitalização por desidratação na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	71
Figura 21. Hospitalização por desidratação observada x prevista na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	72

Figura 22. Distribuição Normal da variável dependente hospitalização por desidratação observado X previsto (SPSS)	73
Figura 23. Teste de inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	74
Figura 24. Distribuição Normal da variável dependente Hospitalização por Ira observada X prevista CP 1(SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	75
Figura 25. Hospitalização por Ira observada X predita CP 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	76
Figura 26. Previsto x observado CP 2 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	77
Figura 27. Previsto x Observado CP 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	77
Figura 28. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	78
Figura 29. Observado x predito 1ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	80
Figura 30. Probabilidade Normal da 1ªCP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	80
Figura 31. Observado X predito 2ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	81
Figura 32. Probabilidade Normal da 2ª CP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	82

Figura 33. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	83
Figura 34. Observado x previsto 1ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	84
Figura 35. Probabilidade Normal da 1ª CP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	85
Figura 36. Observado X previsto na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	86
Figura 37. Probabilidade Normal do Fator 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	86
Figura 38. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	87
Figura 39. Observado x previsto fator 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	89
Figura 40. Probabilidade Normal fator 1 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	89
Figura 41. Observado x previsto fator 2 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	90
Figura 42. Probabilidade Normal para o fator 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tipos de enfermidades e condições atmosféricas e os efeitos diretos das condições atmosféricas e climáticas sobre a ocorrência de numerosas doenças.....	23
Tabela 2. Matriz da componente rotacionada da hospitalização por desidratação na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	69
Tabela 3. Matriz da Componente Rotacionada da Hospitalização por IRA.....	74
Tabela 4. Matriz da componente rotacionada da Incidência de diarreia.....	79
Tabela 5. Componentes Rotacionada da incidência de hipertensos na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006.....	83
Tabela 6. Matriz da Componente Rotacionada IRA valores totais.....	88

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AB	Alta da Bolívia
ACP	Análise de Componentes Principais
AH	Análise Harmônica
ARENA	Análise de Regressão Não – Linear
CCMs	Complexos Convectivos de Meso-Escala;
CCS	Complexos Convectivos de Escala Subsinótica;
CP	Componente Principais
CPS	Componentes Principais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENE	Leste do Norde
HS	Hemisfério Sul;
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IRA	Infecção Respiratória Aguda;
IVAI	Infecção das Vias Aéreas Inferiores;
LI	Linhas de Instabilidade;
NEB	Nordeste Brasileiro
NNE	Norte do Nordeste
OMS	Organização Mundial de Saúde;
POAS	Perturbações Ondulatórias no Campo dos Ventos Alísios;
SNE	Sul do Nordeste
TA	Temperatura Aparente;
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis;

ZCAS

Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT

Zona de Convergência Intertropical

RESUMO

As mudanças que ocorrem com as variáveis meteorológicas sobre uma região são vistas como um fator preocupante pelos estudiosos em climatologia. De fato é observado que tais mudanças não influenciam somente o microclima dessas regiões podendo ocasionar uma variação considerável no que diz respeito às doenças relacionadas com tais variações. As doenças que se aproveitam de determinadas situações climatológicas, têm se tornado um problema que, a cada dia aumenta, sendo os maiores atingidos por essas enfermidades as crianças e os idosos, os quais estão mais propícios a tais morbidades por motivos vários, que evidenciam uma menor defesa imunológica. Este trabalho, utilizando-se de dados meteorológicos coletados na estação climatológica principal do INMET localizada na EMBRAPA Algodão em Campina Grande (07°13' Sul, 35°53' Oeste) Altitude de 543 m e de informações sobre morbidades fornecidas pelo Programa Saúde da Família (PSF) da Prefeitura Municipal de Campina Grande, apresenta um estudo de correlações que envolvem essas variáveis. Utilizando-se Análise de Componentes Principais (ACP), foram encontradas relações que apontam para possíveis correlações entre as variáveis dependentes e independentes, evidenciando a influência do clima sobre as morbidades estudadas.

ABSTRACT

The changes which occur in the meteorological variables over a region are seen as an important factor by the meteorological experts. In fact it is observed that these changes influence not only the microclimate of these regions but they also, cause a considerable variation in respect to related diseases. The diseases, which occur due to these meteorological variations, are increasing day by day, and amongst the population more affected by the morbidity are mainly the old and children ones that have less immunity. This work used meteorological data collected at the station from “INMET” located in the “EMBRAPA Algodão” in the City of Campina Grande - 07°13' S; 35°53' W; 543 meters high - and information about diseases are obtained from the health department of the city from the program called PSF (Family Health Program) which demonstrates correlations with the variables. Using Principal Components Analysis – PCA it was found some relations that pointed out through possible correlations with the dependent and independent variables which shows evidences that the climate influences the studied diseases.

1. INTRODUÇÃO

A Biometeorologia é o estudo das relações entre a Biosfera e o ambiente atmosférico, e há uma necessidade crescente no aumento de pesquisas relacionadas com o tema em si, principalmente pela grande importância que tais pesquisas têm em relação ao bem estar do homem.

Não é novidade que as mudanças climáticas produzem efeitos diretos e indiretos na saúde humana, entretanto nunca se deu tanta atenção às pesquisas que envolvem os temas relacionados com a biometeorologia. Prova disto são os vários estudos realizados em todo mundo pelos mais diversos profissionais pesquisadores, tanto das ciências exatas como da biologia, formando assim uma união entre tais áreas, aumentando o nível dessas pesquisas com uma interdisciplinaridade, que visa uma melhor compreensão das inter-relações entre os seres vivos e o ambiente em que vivemos.

A história entre as variações climáticas e a interferência no bem estar humano já é observada pela cultura popular no que diz respeito a dores musculares e ósseas, gripes, etc. que prenunciam, em sua maioria, fenômenos relacionados com os períodos mais frios do ano,

bem como as infecções do trato intestinal que sofre uma significativa influência dos parâmetros climatológicos (Cavalcanti, 2001).

Assim, Sousa (2003) evidencia que é de grande relevância para a biometeorologia, estudar a relação do clima e saúde, sendo esta uma área de crescente preocupação internacional por parte dos médicos e climatologistas que, conjuntamente, trocam informações aprofundando mais a interdisciplinaridade entre a Ciência Atmosférica e a Biologia Humana, à medida que aparecem mais evidências, de que o aquecimento global possa aumentar as possibilidades de propagação da área de atuação de vetores bem como de vírus e outros microorganismos causadores das mais diversas enfermidades.

Tal estudo evidencia um dos ramos da meteorologia pouco explorado até bem pouco tempo no Brasil, que trata da influência dos parâmetros atmosféricos e meteorológicos sobre os organismos dos seres vivos denominado de Biometeorologia, sendo que a maioria dos estudos dirigidos a esta área é voltada mais para os vegetais e os animais do que aos seres humanos (LIMA, 2005).

1.1 . OBJETIVOS

(i) Geral: Analisar possíveis correlações entre as morbidades e algumas variáveis meteorológicas no período de 2000 a 2006 na cidade de Campina Grande, Paraíba.

(ii) Específicos: a) Relacionar as variações meteorológicas com Infecção Respiratória Aguda; b) Hipertensão Arterial; c) Incidência de Diarréia; d) Hospitalização por Desidratação; e) Prever através de equações a ocorrência das morbidades em função das variáveis meteorológicas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Clima e saúde

É crescente o interesse na investigação das variações sazonais na ocorrência de morbidades e na relação mortalidade – clima, em seres humanos por médicos e climatologistas, sendo que os pesquisadores desta área comprovam que as mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas têm contribuído para o aumento de tais morbidades e da mortalidade que envolve principalmente, grande parte da população mais sensível, que no caso são as crianças e os idosos. Também é válido mencionar os fatores sócio – econômicos que têm significância nas observações devido à incidência ser maior em pessoas que não têm um padrão de vida básico considerado pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

De acordo com Rouquayrol (1994), apud Sousa (2003) no campo epidemiológico, o clima é o aspecto do ambiente físico que tem até agora concentrado maior atenção para os estudos epidemiológicos. O clima é resultante a variabilidade dos 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 aos agentes infecciosos, transmissores e

reservatórios, e mesmo, possivelmente, quanto a algum fator de risco cuja variação na natureza dependa da variação de algum desses fatores.

Sousa (2003) em seu trabalho afirma que em todos os estudos epidemiológicos, é difícil estimar o papel desempenhado pelo clima, assim como as alterações no estado geral da saúde. Para poder realizarem-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.

Observa-se através de pesquisas feitas sobre o fenômeno El-Nino que tem aumentado os interesses sobre os efeitos potenciais das extremas variações climáticas na saúde e na transmissão de doenças (Checkley *et al.* 2000).

Gomes Filho *et al.* (2000) observaram que mesmo com as limitações dos dados, parece existir uma influência das amplitudes térmicas, temperatura média e umidade relativa do ar sobre o número de internações por IRA (Infecção Respiratória Aguda), entre crianças de 0 a 4 anos sendo tal conclusão em caráter preliminar.

Já Diaz (2002) estudou os efeitos de ondas de calor, e verificou que diferentes autores descrevem uma consistente relação entre mortalidade e temperatura, especialmente em pessoas idosas; ele verificou ainda que o aumento da mortalidade deu-se em homens com idade superior de 75 anos.

Vários estudos em diferentes países indicam que o comportamento sazonal de mortalidade diária, é uma função de diversas variáveis ambientais especialmente a temperatura (Monteiro *et al.* 1997; Alberd *et al.* 1998).

O'Neill (2005) avaliou a influência do controle da poluição do ar e epidemias respiratórias associadas a temperatura aparente (TA) e a mortalidade diária na cidade de Monterrey, no México, entre crianças de 0 a 14 anos e pessoas idosas com idade acima de 65

anos, com o propósito de modelar o índice de mortalidade sazonal, sendo que o mesmo observou que houve um excesso significativo de mortalidade em períodos quentes e frios nas cidades de Monterrey e Novo México. Estas associações de mortalidade persistiram até depois do controle feito aos efeitos de poluição do ar e epidemias respiratórias sazonais. Tal fracasso se deu, devido o mesmo superestimar o impacto de dias quentes em 50%.

Uma motivação para pesquisas que lidam com saúde e clima, está justamente no fenômeno de mudança climática global que está resultando no aumento da temperatura bem como na variabilidade dos padrões de tempo (Karl *et al.* 1995).

Ainda Rouquayrol (1994), afirmou que o clima é um aspecto do ambiente físico que tem até agora concentrado maior atenção para estudos epidemiológicos. Assim, estudam-se os fatores climáticos, para que através deles possam ser verificados algumas relações existentes entre a correlação das variáveis meteorológicas e as morbidades.

Cavalcanti (2001) afirmou entender como as condições climáticas afetam a incidência de morbidades no homem, podendo levar uma melhor prevenção destas com a introdução de técnicas para o controle de diminuição de tais doenças, utilizando para isso a interdisciplinaridade entre a biologia e a climatologia, como um todo, visando buscar o bem estar do homem.

Vários estudos têm correlacionado mudanças rápidas da pressão atmosférica e de temperatura com a incidência de úlceras duodenais; a insuficiência da luz solar com a probabilidade do desenvolvimento de câncer de vários tipos, entre pessoas nascidas no inverno, pois a falta de luz suficiente diminui a assimilação da vitamina D, necessária ao organismo para a sintetização de cálcio e fósforo, indispensável para o crescimento dos ossos (Hobbs, 1981; Rouquayrol, 1994; Cavalcanti, 2001).

Por outro lado, muitas doenças como escarlatina, difteria e icterícia têm ocorrência sazonal, o que está possivelmente relacionada às variações climáticas abruptas, que na Suíça ocorrem principalmente no inverno, enquanto o sarampo, gripe e catapora são mais comuns na primavera. Enfermidades respiratórias e do coração têm o máximo no fim do inverno e início da primavera, na Inglaterra e Austrália. Já a incidência de peste bubônica, é altamente dependente do tempo, no Vietnã é inversamente proporcional à chuva, pois o vetor que transmite a doença é a pulga carregada pelos ratos, que em tempo seco tais vetores tornam-se mais numerosa (Olson, 1969, 1970 apud Hobbs, 1981).

2.2. Diarréia e desidratação

Os rotavírus são considerados uma das mais importantes causas de diarréia grave em crianças de baixa idade (0 a 5 anos), e por conseguinte causador de desidratação, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento, respondendo em média por cerca de 33% das internações em menores de 2 anos (Blacklow e Greenberg, 1991).

Mota *et al.* (2006) mostraram que a frequência de ocorrência das infecções por rotavírus pode ser relacionada às variações climáticas na região norte do Brasil, ou seja, existe considerável influência dos elementos meteorológicos (temperatura e umidade) nas infecções por rotavírus. Então as informações das condições climáticas são, sem dúvida, de grande valia para o estudo das infecções por rotavírus, permitindo assim a determinação do período de maior risco para as infecções, e uma melhor estratégia no combate aos rotavírus por parte dos médicos virologistas, através da aplicação de vacinas na população. Devido à desidratação, o sangue fica mais viscoso, aumentando a possibilidade de derrame infarto. A 41,5°C já há danos cerebrais e pode conduzir o indivíduo ao óbito. O processo que conduz à morte devido

ao calor excessivo é mais acelerado entre aqueles com problemas cardiovasculares, respiratórios ou com doenças mais graves.

2.3. Infecções do trato respiratório

Conforme Tromp (1980) uma atmosfera com baixos valores de umidade relativa do ar e velocidade do vento é um ambiente propício para o desenvolvimento do vírus *Influenza* (vírus da gripe). Esse autor, entre outras citações afirma que o corpo humano possui órgãos ou centros registradores de estímulos meteorológicos que podem iniciar um processo de enfermidade, agravar doenças pré-existentes ou até levar pessoas a óbito, conforme a intensidades destes estímulos. Em outro trecho de sua obra, classifica a gripe como uma doença de inverno. Sounis (1985) confirmou esta classificação, quando afirmou que a virose *Influenza*, doença de distribuição mundial, tem maior ocorrência nos meses mais frios do inverno.

Diaz (2002) estudou os efeitos de ondas de calor, e verificou que diferentes autores descrevem uma consistente relação entre a mortalidade e a temperatura do ar, especialmente entre pessoas idosas. O mesmo verificou que há uma relação entre a mortalidade por Infecções Respiratórias Agudas (IRA), e uma maior concentração de Ozônio na baixa troposfera, especialmente em homens com idades superiores a 75 anos.

Vários estudos em diferentes países indicam que o comportamento sazonal de mortalidade diária é uma função de diversas variáveis ambientais, especialmente a temperatura do ar, (Montero *et al.* 1997; Alberd *et al.* 1998).

Quando causas específicas de mortalidade são estudadas levando em conta considerações climatológicas, é observado um aumento da mortalidade no inverno e no verão envolvendo IRA e doenças cardiovasculares, especialmente em idosos. Em relação à saúde,

os efeitos vão desde o desconforto até a morte, passando pelo aumento da taxa de morbidade (doenças); aumento da procura do sistema de saúde (centros de saúde, hospitais, pronto socorros); aumento do absenteísmo ao trabalho; irritação dos olhos e das vias respiratórias; redução da capacidade pulmonar; diminuição da "performance" física; redução da atenção; dor de cabeça; alterações motoras; alterações enzimáticas; doenças do aparelho respiratório (asma, bronquite, enfisema, edema pulmonar, pneumoconioses); danos ao sistema nervoso central; efeitos teratogênicos; alterações genéticas e câncer e mais recentemente tem sido estudada sua associação com mortalidade intra-uterina. Os efeitos da poluição do ar são sentidos principalmente por crianças e idosos. É importante ressaltar que tipo e extensão do dano depende, além das características de toxicidade das substâncias, da dose de poluição recebida pela pessoa e não somente da concentração (Pan et al. 1995).

Piton (2004) em seu artigo evidencia que a educação, alimentação, higiene, gastos médicos e relações sociais, influenciam muito a saúde da população, mas também agem na determinação da incidência e expansão de uma enfermidade. Não obstante o clima e/ou as condições atmosféricas, constituem fatores de grande significado, cuja importância varia de acordo com a doença em questão e com as características físicas, psicológicas e culturais dos indivíduos. A autora na sua abordagem climática considera a importância das variações do tempo atmosférico no surgimento de vários sintomas, enfermidades da saúde, resultantes das reações do organismo humano às condições atmosféricas que lhes são impostas pelo meio ambiente. Assim sendo, a análise climática envolve, primeiramente a definição de tipos de tempo, através da interpretação da circulação atmosférica regional, no segmento temporal selecionado.

Os seres humanos têm pouca tolerância para o vento, Hobbs (1981) alegou que velocidades acima de 32 km h^{-1} são irritantes, inibem o trabalho e a recreação, turbilhona a poeira que irrita as membranas do nariz e garganta e causa desconforto aos olhos. Em

períodos de vento forte, a pele humana realmente transmite avisos de sofrimento ao cérebro. Mesmo uma brisa moderada pode ser problemática para aqueles com enfermidades respiratórias, pois as brisas podem transportar poeira, poluentes, polens e outros alérgenos.

Apesar das generalizações, são apresentados na Tabela 1 os efeitos diretos das condições atmosféricas e climáticas sobre a ocorrência de numerosas doenças. Os efeitos do clima e do tempo atmosférico sobre a saúde humana ainda não são bem compreendidos. No entanto, há uma quantidade considerável de estudos que evidenciam que as mudanças climáticas cíclicas influenciam os ritmos biológicos, os quais interferem em todas as atividades e funções humanas.

Tabela 1. Tipos de enfermidades e condições atmosféricas e os efeitos diretos das condições atmosféricas e climáticas sobre a ocorrência de numerosas doenças

Anemia	... as áreas mais favoráveis para a cura desta morbidade, são as de clima quente, com pequena variabilidade térmica e barométrica enquanto as desfavoráveis são as de clima frio e temperado.
Arteriosclerose e Doenças Cardíacas	... a tensão arterial diminui no verão e aumenta no inverno, favorecendo ataques do coração, derrames cerebrais e etc. ... visando a produção de calor, o metabolismo e a atividade muscular são mais acentuados no inverno e na zona temperada, ocasionando uma sobrecarga no coração, pois passa a trabalhar mais eficiente no verão e nas regiões tropicais e menor no inverno e nas regiões frias, especialmente nas ciclônicas, onde o metabolismo é alto. O calor desafoga os vasos sanguíneos e melhora a atividade no coração, enquanto as quedas bruscas de temperatura provocam a vasoconstrição, sobrecarrega os vasos e o coração, aumentando a tensão arterial, o pH do sangue e a taxa de açúcar.
Câncer	... é cerca de 50% mais freqüente no verão nos climas temperados que nos tropicais, porque o frio e as variações de temperatura aceleram o metabolismo das células cancerosas (como acontece com as normais).
Gripe e Tuberculose	... o tipo de tempo é decisivo na ocorrência de gripe , pois os vírus entram com mais facilidade no organismo com a água que invade os tecidos, quando a pressão diminui. Quando a umidade é baixa, as mucosas ressecam. Provocando mais resfriados que o ar úmido, que mantém a água nas células. ... é uma doença mais bem estudada do ponto de vista climático, sabendo-se que os climas secos e de temperatura amena, com pouca chuva e grande insolação, como das encostas a sotavento, são mais favoráveis à sua cura.

Fonte: Serra, 1987, p. 89-107

Climatosensibilidade é a resposta dos seres humanos às variações ao tempo e clima, o que interfere na sua sensibilidade e dessa forma em seu conforto e saúde (Besancenot, 1997).

A incidência da IRA é semelhante em todo o mundo, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento; no entanto, existe diferença na tendência a maior frequência e na gravidade das Infecções das Vias Aéreas Inferiores (IVAI), em especial as pneumonias. Isso acarreta aumento nas taxas de mortalidade em até trinta vezes, nos países em desenvolvimento (Denny e Loda, 1986; Leowski, 1986; Huffman e Martin, 1994).

Situações extremas, como ondas de calor no verão e de frio no inverno, afetam a saúde e o bem estar de diversas formas. A combinação de temperaturas baixas e vento, pode fazer com que a temperatura do ar seja significativamente menor, podendo conduzir mais facilmente à hipotermia (temperatura corporal abaixo de 35°C), que é produzida pelo estresse ao frio excessivo. Neste caso o cérebro perde a capacidade de regular a temperatura corporal, a frequência cardíaca diminui, a respiração fica mais lenta e os vasos se contraem, aumentando a pressão sanguínea, podendo ocorrer perda de consciência (desmaio), congelamento das extremidades e parada cardíaca. A hipertermia, oposto da hipotermia, é resultante do estresse de calor excessivo (temperatura corporal acima de 40°C). Os primeiros sinais da hipertermia são irritabilidade, dor de cabeça e tontura. Depois pode haver confusão mental e perda de coordenação motora (Denny e Loda, 1986 e Huffman e Martin, 1994).

Saldiva *et al.* (1994) estudaram a relação entre mortalidade por doença respiratória em crianças na região de São Paulo e a relação com umidade e temperatura do ar, SO₂ (dióxido de enxofre), MP₁₀, CO (monóxido de carbono), O₃ (ozônio) e NOx (óxido nitroso) e encontraram associação significativa entre mortalidade por infecção respiratória e níveis de NOx. Lin *et al.* (1999) relacionando adoecimento respiratório em crianças e poluentes

ambientais mostraram que houve aumento de cerca de 20% no atendimento emergencial das doenças respiratórias.

A IRA está entre as principais causas de consulta médica, sendo responsável por mais de um terço delas e por grande número de hospitalizações em crianças, na maioria dos países. A faixa etária com maior incidência de IRA ocorre entre seis meses e dois anos, tanto em países desenvolvidos, quanto naqueles em desenvolvimento. A frequência da IRA em crianças na faixa pré-escolar é de cerca de seis a dez episódios por ano, ao passo que no adulto é de dois a quatro (Bricks, 1998). A diferença da morbidade da IRA entre os países mais ricos e os em desenvolvimento é que nestes últimos são mais frequentes os casos mais graves, particularmente as pneumonias e que muitas das vezes vêm com complicações fatais. É fato descrito que a taxa de mortalidade da IRA é maior nos países com menor qualidade de vida dos seus habitantes (Niobey *et al.* 1992).

Botelho (1999) em seu estudo sobre IRA em Cuiabá observou que a idéia inicial era que fosse encontrada prevalência da IRA maior no período seco, porque nesta época do ano Cuiabá sofre intensa poluição atmosférica. O ar fica insalubre pelas queimadas das florestas vizinhas, dos campos e cerrados que circundam a cidade, além da queima do lixo urbano, costume arraigado dos antigos moradores da cidade. Soma-se a isso a diminuição da velocidade dos ventos que interfere na capacidade de dispersão do material particulado da atmosfera, além da inversão térmica que ocorre em alguns dias deste período. Assim, foi grande a surpresa de encontrar justamente o contrário do esperado: maior frequência da IRA no período chuvoso.

Ao aprofundar a análise dos dados, vê-se que, reforçando a idéia inicial de que o período seco ofereceria maior risco para as crianças com IRA, foi encontrado maior percentual de crianças com IRA que necessitaram de atendimento hospitalar no período seco. Quer dizer, no período climático mais crítico do ano as crianças sofrem mais o impacto da

IRA, possivelmente é o somatório do processo inflamatório, que a própria infecção acarreta às vias aéreas, com a má qualidade do ar respirado, naquela área de estudo. Tudo faz com que as crianças demorem mais a se recuperar, aumentando a chance de complicações, tais como as pneumonias (Botelho 2003).

2.4. Hipertensão arterial

Os mais importantes eventos climáticos de curta duração são as ondas de frio e de calor, que expõe os indivíduos a condições marginais, às quais eles não estão comumente adaptados ou as que excedem suas capacidades de regulação. São particularmente vulneráveis ao calor, os indivíduos que sofrem de doenças cardiovasculares, cerebrovasculares, renais, e consumptivas, tais como infecções crônicas e câncer terminal. Sem proteção os sistemas de regulação do corpo doente serão sobrecarregados demasiadamente, a doença grave se agravará ou levará à morte. O mesmo se aplica aos efeitos das ondas de frio. As capacidades fisiológicas do corpo humano para a receptividade do frio são pobres comparadas, àquelas para a adaptação ao calor. A mortalidade aumenta entre pessoas que se arriscam, particularmente nos países com baixos níveis sócio-econômicos, se elas carecem de meios de proteção ao frio e aquecimento. Se as pessoas não podem isolar seus corpos com roupas e aquecer suas casas, elas serão incapazes de agüentar o frio por longo tempo (Sartori, 2000).

A análise da morbidade por hipertensão arterial e as condições atmosféricas foi realizada levando em conta o comportamento de cada parâmetro climático e o número de atendimento no posto de saúde, pois considera-se ser mais didático. Analisando o número de atendimentos de crise hipertensiva com as características atmosféricas ocorridas em Santa Gertrudes no segmento temporal selecionado, verificou-se que, no verão, a maior concentração dos agravos registrou quando os sistemas atmosféricos estáveis (Massa Tropical

Atlântica) atuavam sobre a área ou quando os mesmos sofriam um aquecimento basal e geravam instabilidades locais. No inverno, quando a área estava sob o domínio de sistemas polares e tropicais o número de atendimentos de hipertensos também aumenta (Pítton, 2004).

Fica claro no trabalho de Crawford *et al.* (2003), que os fatores meteorológicos podem agir direta ou indiretamente nos processos endógenos do corpo, aumentando assim o risco de ocorrência de problemas cardiovasculares ou cerebrovascular.

Outra evidência forte observada por Lanska *et al.* (1999), é que, como já sabemos as doenças respiratórias são influenciadas pelo clima através da temperatura, e por sua vez têm uma ligação bastante significativa nas mortalidades cerebrovasculares e coronarianas.

Estudos relacionados com doenças cardiovasculares e cerebrovasculares observaram que tais morbidades têm seus picos de ataques na população, depois de dois dias de uma queda brusca na temperatura (Donaldson e Keatinge, 1997).

Ainda observa-se que mudanças climáticas bruscas ajudam a piorar a qualidade do ar respirado, sobretudo quando a massa de ar frio dificulta a corrente de ventos e faz precipitar o material particulado da atmosfera nas grandes cidades. Com isso, há aumento significativo para os casos de pneumonia, asma e bronquiolite (Nunes *et al.* 2000; Pereira *et al.* 1995; Taranto e Sologuren, 2000).

A despeito do corpo humano possuir um sistema que regula e mantém o equilíbrio térmico (homeotermia), situações extremas de calor no verão e de frio no inverno podem exercer impacto sobre diversas categorias de enfermidade, inclusive cardiovasculares, cerebrovasculares e respiratórias. Os efeitos podem ser sentidos em pessoas predispostas, tais como as idosas, as crianças e as portadoras de doenças crônicas, os indivíduos com boa saúde suportam com facilidade a estas situações de estresse térmico (Taranto e Sologuren, 2000; Laaide *et al.* 2005).

Laaide *et al.* (2005) estudaram a relação do índice de mortalidade e a temperatura entre 1991 e 1995, em seis diferentes áreas na França. Tal estudo considerou as variáveis climáticas e os estilos de vida, determinando um nível de temperatura que atua mais diretamente nestas áreas comparando com o índice de mortalidade comparando com as temperaturas abaixo desta linha para ser tomada como base para outras regiões. Os dados foram obtidos em períodos distintos onde a temperatura média observada era de 3° Celsius, pois não havia em outras épocas favorecimentos de tais morbidades estudadas por eventos extremos de ondas de calor, examinando assim as mortes entre mulheres e homens observadas nos departamentos, de várias faixas etárias e várias causas de morte, tais como: doenças do trato respiratório, doenças cardíacas isquêmicas, outras doenças do sistema circulatório e outras causas excluindo as mortes por motivos de violência. Em todos os casos, a incidência foi maior em tempos frios do que em tempos quentes, sendo sugerido por ele um aprofundamento em eventos com ondas de calor para verificar os resultados. Os resultados obtidos com a inclusão de eventos extremos são mostrados como uma grande contribuição para poder prever conseqüências e enredos das mudanças climáticas na saúde.

Com relação ao avanço das técnicas estatísticas, esta tem viabilizado o estudo dos efeitos da poluição do ar sobre a saúde mesmo quando os níveis de poluentes ambientais são muito menores do que aqueles considerados nocivos. Modelos de séries temporais têm desempenhado um papel relevante para o desenvolvimento destes estudos. Os dados utilizados são agregados tanto para a exposição quanto para as informações de saúde. As inferências sobre a associação entre a exposição e o desfecho consistem em relacionar flutuações de curto prazo na série de mortalidade ou morbidade com flutuações na variável de exposição. As principais vantagens do uso deste método em estudos epidemiológicos são que um mesmo grupo de indivíduos é avaliado ao longo do tempo, então cada indivíduo da população é seu próprio controle; fatores como residência, ocupação, dieta, tabagismo e

atividades físicas tendem a se manter constantes na população dentro do período investigado e outros fatores de confusão como efeito de calendário, fatores climáticos, epidemias e estruturas da própria série como tendência e sazonalidade podem ser facilmente controlados (Junger *et al.* 2002).

2.5. Condições meteorológicas que influenciam a saúde humana

Segundo Duchiate (1992), alguns fatores básicos afetam a concentração de partículas no ar: a taxa de emissão do poluente, as condições meteorológicas e a topografia local. As condições meteorológicas são particularmente importantes, na medida em que os ventos turbulentos ajudam a dispersar os poluentes. Estes também são depositados pelas chuvas, que "lavam" o ar. A combinação da estabilidade atmosférica com ausência de chuvas torna-se, assim, profundamente desfavorável à dispersão dos poluentes. Fenômenos ligados à pressão atmosférica também interferem na poluição do ar. Normalmente, devido ao decréscimo de pressão com a altura, as parcelas de ar situadas a altitudes maiores encontram menor pressões, se expandem, e, portanto, se resfriam. Esse processo de resfriamento com a ascensão, ou de aquecimento com a descida, é chamado de "curva adiabática seca", equivalente a aproximadamente 1°C para cada 100 metros, e não deve ser confundido com a variação da temperatura com a altitude num dado momento, chamada de curva ambiente real (de 4 a 8°C por km), que ocorre na troposfera, parte da atmosfera situada entre 0 e 8 km de altitude.

Os fenômenos que influenciam a dispersão dos poluentes do ar atuam na baixa troposfera, entre 0 e 2 km, são estes que podem causar danos imediatos à saúde humana (Sales, 1978).

Ainda quanto às condições meteorológicas, uma questão importante é a chamada "inversão térmica". Nos meses de inverno do Hemisfério Norte, sob condições de calmaria (ausência de ventos) e céu claro, ocorre perda de calor por radiação durante a noite, o que faz com que o ar em contato com o solo se resfrie e se torne mais denso do que a camada de ar imediatamente acima. Com o aumento da camada fria, os gases e fumaças poluídos ficam então "presos" na interface de uma camada quente e outra fria. A situação normal (queda da temperatura do ar com o aumento de altitude) é assim revertida, o ar frio ficando abaixo de uma "tampa" de ar quente e poluído, o que gera o fenômeno da inversão térmica, que surge acompanhada de camadas de denso nevoeiro a baixa altitude (Holland *et al.* 1979).

González *et al.* (2000) estudaram as possíveis influências das variações da pressão atmosférica e a mortalidade em Madrid na Espanha levando em conta os possíveis efeitos de outras variáveis atmosféricas. Uma associação significativa foi encontrada entre a tendência anticiclônica e a mortalidade por causa da circulação no médio longo termo e uma associação entre as mortalidades por causas respiratórias e o anticiclone com o termo longo encontrado no estudo.

Segundo Cowell e Patz (1998), a variabilidade climática, por exemplo El-Niño Oscilação Sul (ENOS) e mudanças do clima a 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, umidade relativa do ar, vento, irradiação solar e poluição do ar. Alguns seres humanos têm capacidade de se adaptar às variações ambientais. 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 a tais causas durante ondas de calor, apesar de menos grave do que nos 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 do ar e do vento.

Sousa (2003) ainda afirma que em todos os estudos epidemiológicos, é difícil estimar o papel desempenhado pelo clima, assim como, as alterações no estado geral da saúde. Para realizarem-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 devam a fatores climáticos e quais, a fatores não climáticos (McMichael, 2000).

Com relação a circulação geral da atmosfera, ela interfere na dispersão de poluentes, uma vez que a movimentação das grandes massas de ar afeta a circulação local. O vento é uma grandeza vetorial e como tal apresenta três componentes (x, y, z) sendo que a sua resultante determina a direção do vento em cada instante. A componente vertical do vento (z) é responsável pela turbulência enquanto que as outras componentes determinam essencialmente o transporte e a diluição das plumas de poluição (Obasi, 1999; McMichael, 2000).

2.6. Sistemas que atuam direta e indiretamente no clima do Nordeste do Brasil.

Os efeitos dinâmicos são os principais responsáveis para estimular ou inibir a precipitação na região do Nordeste do Brasil (NEB). Em dezembro e janeiro admite-se que o principal efeito dinâmico favorável à precipitação, principalmente ao sul da região, são as

penetrações de frentes frias oriundas do Sul do continente. Em fevereiro ocorre convergência de massa nos níveis baixos, associados a movimento vertical ascendente favorecendo a precipitação. Em março ocorre divergência de massa nos baixos níveis, convergência nos níveis médios associado a movimento vertical descendente inibindo a precipitação. (Aragão, 1975; Kousky, 1979).

Ainda de acordo com Aragão (1975), durante os períodos de seca na região Nordeste do Brasil, há suficiente umidade nos baixos níveis da atmosfera, mas inexistente um mecanismo dinâmico capaz de provocar movimentos ascendentes que tenham como resultado formação de nuvens insuficientemente desenvolvidas para produzir precipitação.

As razões físicas da variabilidade da precipitação do NEB são complexas e estão relacionadas com a circulação atmosférica global. As ocorrências de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) tipo dipolo sobre o Atlântico Tropical, assim referidas por apresentarem configurações que mostram anomalias de sinais opostos ao norte e ao sul do equador, e o aparecimento de anomalias de TSM sobre o Pacífico Equatorial central leste durante as ocorrências de episódios de ENOS estão entre os principais fatores de grande escala que contribuem para as mudanças na circulação atmosférica responsáveis pela variabilidade interanual da precipitação sobre o NEB (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Aragão *et. al.* 1994).

Lima (1991) investigando as características climatológicas da precipitação no leste do NEB identificou os principais processos responsáveis pela variação interanual da precipitação sobre a região. São a posição e intensidade dos sistemas de alta pressão no Atlântico Sul, as ocorrências ou não de El Niño e a TSM no Atlântico.

Segundo Hastenrath e Heller (1977) e Moura e Shukla (1981), as configurações tipo dipolo de TSM sobre o Atlântico Tropical verificada para o norte do Nordeste também foi observada na estação chuvosa do litoral leste do Nordeste.

A Zona de Convergência Inter Tropical (ZCIT) é formada a partir da interação entre a confluência dos ventos alísios, a região do cavado equatorial, as áreas de máxima TSM e de máxima convergência de massa (Uvo, 1989).

O movimento ascendente de ar, gerado pela convergência dos ventos alísios nos baixos níveis, é facilmente observado nas fotos de satélite pela área de nebulosidade convectiva que se forma na faixa equatorial em volta do globo. A Paraíba recebe as influências de tal zona de convergência na área do Sertão onde as estações chuvosas vão de Janeiro a Junho, com o máximo de precipitações durante Março e Abril, meses nos quais a ZCIT atua de forma mais sistemática (Melo, 1997 apud Melo *et al.* 2000).

A Figura 1 apresenta a banda de nebulosidade associada à ZCIT próxima à costa do Nordeste, intensificando a formação de áreas de instabilidade no extremo norte brasileiro.

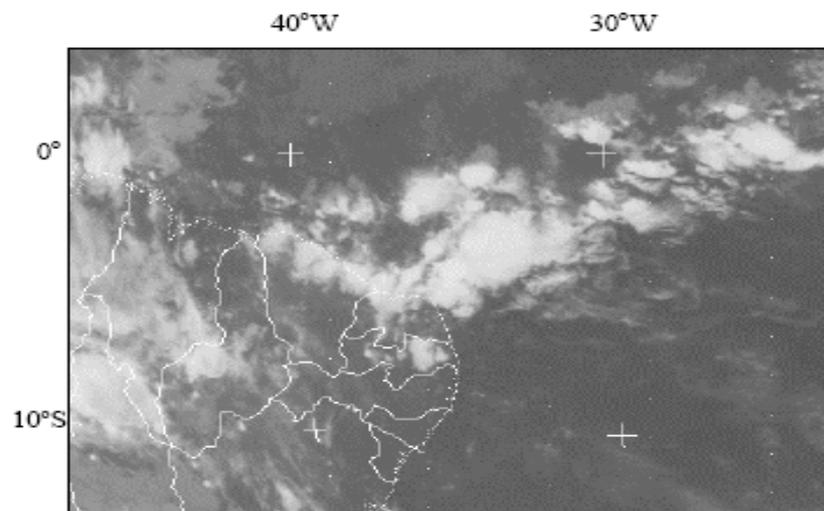


Figura 1. Imagem do satélite METEOSAT 5, no canal infravermelho, mostrando a ZCIT influenciando o setor norte do NEB em 15/03/94 às 18:00 TMG (Fonte: Melo, 1997)

Calbete e Lemos (1996) ao estudarem precipitações intensas sobre o Brasil apontaram os sistemas que atuam sobre a região Nordeste: linhas de instabilidade associadas à brisa marítima, distúrbios de leste, vórtices ciclônicos e sistemas de grande escala como a ZCIT, como sendo os grandes responsáveis por chuvas intensas. Por exemplo, os distúrbios de leste, em julho e agosto de 1989, provocaram desvios positivos de precipitação superiores

a 300 mm no litoral de Pernambuco e em Guaramiranga, CE. Em junho de 1994, ocorreram chuvas em Fortaleza, onde a precipitação mensal foi aproximadamente três vezes superior à média climatológica. Em algumas localidades do Piauí, os totais mensais foram sete vezes superiores à média climatológica. Esse excesso de precipitação foi causado pela atuação de distúrbios de leste e pelos ventos Alísios que formaram uma zona de confluência sobre a parte Norte do Nordeste (NNE).

Molion e Bernardo (2000), sugeriram que a variabilidade interanual da distribuição de chuvas sobre o NEB, tanto nas escalas espacial quanto temporal, esteja intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação atmosférica de grande escala e com a interação oceano-atmosfera no Pacífico e no Atlântico. Eles apontaram, para o NNE, que os principais mecanismos de produção de chuva são a ZCIT, a convergência de umidade (brisas e Perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios POAS), a convecção local e, muito raramente, a influência direta das frentes frias.

O Sul do Nordeste (SNE) tem, como principal mecanismo de precipitação, a estacionariedade dos sistemas frontais alimentados pela umidade proveniente do Atlântico Sul, que definem a ZCAS, sistemas pré-frontais, convecção local e brisas de mar e terra no litoral. O regime do SNE é semelhante ao da parte norte da região Sudeste do Brasil (Molion e Bernardo, 2002).

O máximo de chuvas na faixa costeira do Leste do Nordeste (ENE) estaria ligado à maior atividade de circulação de brisa que advectiona bandas de nebulosidade para o continente e à ação das frentes frias, ou seus remanescentes, que se propagam ao longo da costa. Foi sugerido ainda que esse máximo de chuvas estaria possivelmente associado à máxima convergência dos Alísios com a brisa terrestre, à Zona de Convergência do ENE (ZCEN) e as POAS que, por sua vez, associam-se à topografia e à convergência de umidade (Molion e Bernardo, 2000).

Braga (2000) usando uma análise de agrupamentos hierárquica aglomerativa dos principais fatores comuns espaciais e escores temporais das precipitações mensais no período de 1960-1989 definiu nove regiões homogêneas em relação à variabilidade sazonal e interanual das precipitações (Figura 2). Nas regiões 1, 3, 6 e 7 (Norte) o período chuvoso vai de fevereiro a abril; na região 2 (interior do Leste) de março a maio; nas regiões 4 e 5 (Sul) de dezembro a fevereiro e nas regiões 8 e 9 (Leste) de maio a julho

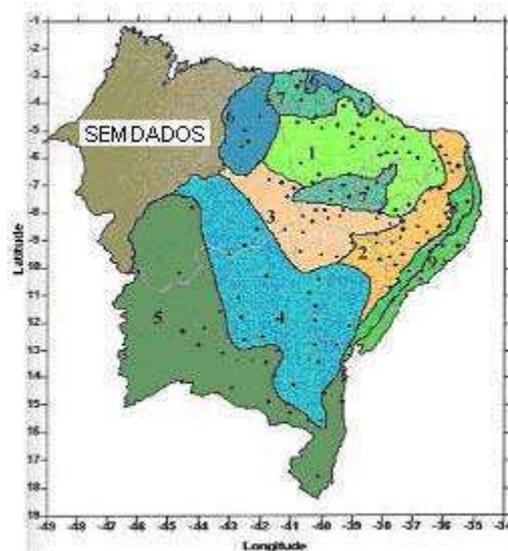


Figura 2. Regiões homogêneas em relação à variabilidade sazonal e interanual das precipitações no NEB (1,3,6 e 7 – Região Norte, 2 – Interior da região Leste, 4,5 – Região Sul e 8,9 – Região Leste Costeira). Fonte: Braga (2000)

2.6.1. Perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios (POAS)

No Atlântico Sul, a convergência dos ventos de sul, associados aos sistemas frontais que passam pelo continente sul-americano, com os Alísios, POAS que se propagam para oeste, imersas no campo dos Alísios. Esses sistemas são de extrema importância para a região do NEB, porque causam intensas precipitações sobre o continente, quando se deslocam sobre superfícies oceânicas superaquecidas com temperatura de 28°C. As POAS se originam

quando os sistemas frontais do hemisfério norte (HN) penetram profundamente em latitudes equatoriais durante o inverno-primavera daquele Hemisfério, dezembro a abril, e a ZCIT está em sua posição mais ao sul, tanto sobre o Atlântico quanto sobre a África Equatorial produzindo, na região da ZCIT, grandes complexos convectivos de escala subsinótica (CCS) que, por sua vez, geram POAS (Molion e Bernardo, 2000; Da Silva, 2003).

Yamazaky e Rao (1977) apud Molion e Bernardo (2000), analisaram imagens de satélites de órbita polar para as faixas de 5°S-10°S e 10°-15°S e concluíram que as POAS poderiam ser a causa das chuvas na costa leste do Nordeste nos meses de junho a agosto.

As POAS se propagam para oeste com velocidades de 6° a 8° de longitude por dia, cruzam o equador, mas não têm condições de se desenvolverem sobre o oceano devido à forte inversão higrótérmica (de umidade e temperatura do ar) sempre presente sobre o campo dos Alísios. Porém, geralmente se intensificam quando chegam à costa, devido ao aumento da convergência do fluxo de umidade e ao contraste térmico entre continente e oceano. Quando em fase com a brisa marítima, essas perturbações chegam a penetrar até 300 km para o interior do continente. Se confluírem com a brisa terrestre, o que ocorre com uma frequência próxima à costa ENE à noite. Podem intensificar-se e causar tempestades com totais pluviométricos superiores a 50 mm dia⁻¹ e rajadas de vento superiores a 50 km h⁻¹. Sua maior frequência é observada em anos de La Niña devido maior troca de energia entre as regiões tropicais, ao contrário do que ocorre em anos de El Niño, que causa um bloqueio das frentes frias que são uma das causas de POAS (Molion e Bernardo, 2000).

2.6.2. Ondas de leste

São ondas que se formam no campo da pressão atmosférica, ao longo dos alísios, na faixa tropical do Globo, deslocando-se de leste para oeste. Embora não seja fácil distinguí-

las nas cartas sinóticas, essas ondas são capazes de causar precipitações acentuadas ao longo de suas trajetórias. Na região de baixa pressão da onda, o tempo é caracteristicamente chuvoso, associando-se frequentemente a tempestades. As nuvens do tipo cumulus e cumulonimbus destacam-se (Molion e Bernardo, 2000; Da Silva, 2003).



Figura 3. Imagem do Satélite Meteosat-7 mostrando nebulosidade que está se deslocando do Atlântico até o litoral leste do Brasil. (Fonte: FUNCEME)

Na América do Sul, as ondas de leste ocorrem na faixa tropical do Atlântico e deslocam-se para oeste até atingir o litoral e a Zona da Mata do Nordeste, desde o Recôncavo Baiano até o litoral do Rio Grande do Norte, principalmente no inverno. Como essa região é dominada pela massa tropical marítima e pelo Anticiclone do Atlântico Sul, que provoca subsidência e a conseqüente inversão dos alísios, essas ondas se desenvolvem e se deslocam sob tais condições. Entretanto, à proporção que a baixa avança, promove-se a subida da inversão dos alísios. O ar úmido é injetado pela circulação anticiclônica e a zona de convergência, associada ao cavado, provoca ascensão desse ar, favorecendo a formação de nuvens de grande extensão vertical. Imediatamente após a passagem da onda, o nível de inversão dos alísios volta a baixar (Molion e Bernardo, 2000; Da Silva, 2003).

2.6.3. Vórtices ciclônicos em altos níveis (VCAN)

Simpson (1952) verificou que o deslocamento dos vórtices ciclônicos geralmente é irregular, porém existe uma tendência nas baixas latitudes, entre 10°S – 15°S de deslocamento para oeste e os que se formam na costa leste do Brasil deslocam-se também para oeste, em direção ao interior do continente.

Lacava (1995) ao estudar a formação e a estrutura dos VCANs destacou que na sua maioria, os vórtices ciclônicos se originam nos meses de verão sobre o Oceano Atlântico.

Segundo Varejão Silva (2001), os VCANs são sistemas caracterizados por uma baixa pressão originada na alta troposfera. Possuem uma circulação ciclônica fechada com centro mais frio que a sua periferia. Os VCANs atuam sobre a costa leste no Nordeste principalmente durante o verão do hemisfério sul (HS) e formam-se anualmente. Podem ter um tempo de atividade curto ou persistirem por vários dias consecutivos, ou mesmo semanas, mantendo-se quase-estacionários ou movendo-se rápida e irregularmente. Para sua formação, parece ser necessário que a alta da Bolívia (AB) está bem desenvolvida sobre o continente e seu deslocamento longitudinal, para leste ou oeste, está associado ao deslocamento do anticiclone acoplado, que se estabelece junto à costa da África.

De acordo com Silva *et al.* (2001), a atuação dos VCANs é a principal causa para o aumento ou decréscimo da taxa de precipitação durante o verão no NEB. Um VCAN atuou sobre o NEB em fevereiro de 1992, trazendo chuvas e fazendo com que, por exemplo, o total mensal de precipitação atingisse 226 mm na cidade de Maceió, quando a média histórica é de 80 mm. Em janeiro de 2002, um VCAN fez com que o total pluviométrico mensal atingisse a marca de 381 mm em Maceió, tendo sido o janeiro mais chuvoso dos últimos 100 anos.

Souza *et al.* (2001) destacaram que, nos meses de novembro e dezembro de 2000, os VCANs ficaram semi-estacionários, enquanto nos meses de janeiro e fevereiro, esses adentraram sobre o continente atuando sobre o Centro-norte do país. No verão de 2000/2001, notaram que houve uma maior atuação de VCANs sobre essa região do país e na maioria dos casos os VCANs ficaram semi-estacionários sobre a Bahia inibindo assim a precipitação no centro-leste desse Estado. Dependendo do posicionamento geográfico do seu centro de subsidência, eles podem intensificar a precipitação fazendo com que os totais mensais de precipitação sejam superiores a 300% das normais, ou contribuir para que o verão seja mais seco e mais quente nas localidades sob a região de movimento descendente.

2.6.4. Linhas de Instabilidade (LI)

Geralmente, associadas às ondulações frontais, formam-se pequenas depressões barométricas, ao longo das quais nuvens cumuliformes se desenvolvem e se deslocam, podendo resultar em precipitações intensas e localizadas. Essas formações ocorrem principalmente no verão do HS, encontram-se ao sul da Linha do Equador influenciando as chuvas no litoral norte do Nordeste e regiões adjacentes e ocorrem no período da tarde ou início da noite (Varejão Silva, 2001).

Em virtude da forma alongada que assumem, são designadas linhas de instabilidade. No continente sul-americano, ocorrem no interior da massa equatorial continental. O forte aquecimento diurno desempenha papel de destaque em sua formação. Assim é que, frequentemente, na estação do verão, o dia amanhece calmo e o céu azul. À medida que a intensa radiação solar incide sobre a região tropical, inicia-se o processo de desenvolvimento de cumulus, atingindo formações de cumulonimbus, isoladas ou alinhadas,

desenvolvem-se rapidamente, provocando pancadas fortes e localizadas, associando-se rajadas de vento, granizo, descargas elétricas e trovoadas (Vianello e Alves, 2000).

As LIs são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha (Figura 4), daí o seu nome. Outro fator que contribui para o incremento das LI, principalmente nos meses de fevereiro e março, é a proximidade da ZCIT.



Figura 4. Linha de Instabilidade desde o litoral do Maranhão até o Rio Grande do Norte. (Fonte: METEOSAT-7, FUNCEME).

2.6.5. Brisas marítima e terrestre

Nobre e Molion (1987) sugeriram que a confluência dos Alísios com a brisa de terra possa ser um dos mecanismos importantes na produção de chuva na região costeira. Durante o dia, o vento sopra do mar para a terra e em sentido contrário durante a noite. No início da manhã, a diferença de temperatura entre a terra e o mar é pequena, resultando num escoamento praticamente nulo. À medida que o Sol se eleva, a terra se aquece mais rapidamente que o mar, porque o calor armazenado no continente fica concentrado na superfície atingindo uma profundidade de aproximadamente 1 m, enquanto no oceano, que armazena uma quantidade maior de calor, é transmitido para camadas mais profundas e

transportado pelas correntes marinhas, resultando na formação de uma baixa pressão sobre a terra. Nesse caso, a força, devida ao gradiente horizontal de pressão, determina um escoamento à superfície, do mar para a terra. Na região terrestre aquecida, a convecção dá origem a correntes ascendentes. Por continuidade da massa, fecha-se uma célula de circulação, caracterizando um escoamento de terra para o mar em níveis superiores (1.500 a 2.000 m) da camada, e correntes descendentes sobre o mar. À tarde, quando a terra se esfria e desaparece o contraste de temperatura, a brisa cessa.

À noite, em razão da maior taxa de resfriamento continental, em relação ao oceano, inicia-se a formação de um novo contraste térmico, permanecendo o mar mais aquecido que o continente. Nesse caso, as isóbaras irão afastar-se sobre o mar, estabelecendo aí uma baixa pressão, contrastando-se com a alta estabelecida sobre a terra mais fria. O mecanismo se inverte, ocorrendo a formação de uma célula de circulação em que o vento soprará da terra para o mar em baixos níveis e no sentido contrário nos níveis mais elevados (Vianello e Alves, 2000).

Para Molion e Bernardo (2000, 2002) as brisas, por si só, são mecanismos que produzem chuvas leves e de curta duração. É um mecanismo sempre presente em todo o litoral nordestino.

2.6.6. Complexos convectivos de mesoescala (CCM)

Os CCMs são aglomerados de nuvens que se formam devido às condições locais favoráveis (temperatura, relevo, pressão, etc) e provocam chuvas fortes e de curta duração. Normalmente as chuvas associadas a este fenômeno meteorológico ocorrem de forma isolada (Figura 5). As condições médias de grande escala associadas a Complexos Convectivos de Mesoescala, foram enfocadas tanto em Guedes (1985) como em Velasco e Fritsch (1987). A

característica principal é a presença de um jato em baixos níveis (850 hPa) que proporciona forte advecção de ar quente e úmido. Além disso, ambos trabalhos mostram a presença de um jato de oeste em altos níveis, localizado por volta de 5° ao sul da posição do CCM no horário de máxima extensão.

Alguns sistemas, inicialmente classificados como CCM, podem evoluir para vórtices. A trajetória dos CCM subtropicais tem, geralmente, início na região a leste dos Andes numa latitude média de 25°S e sobre os vales dos rios Paraná e Paraguai.

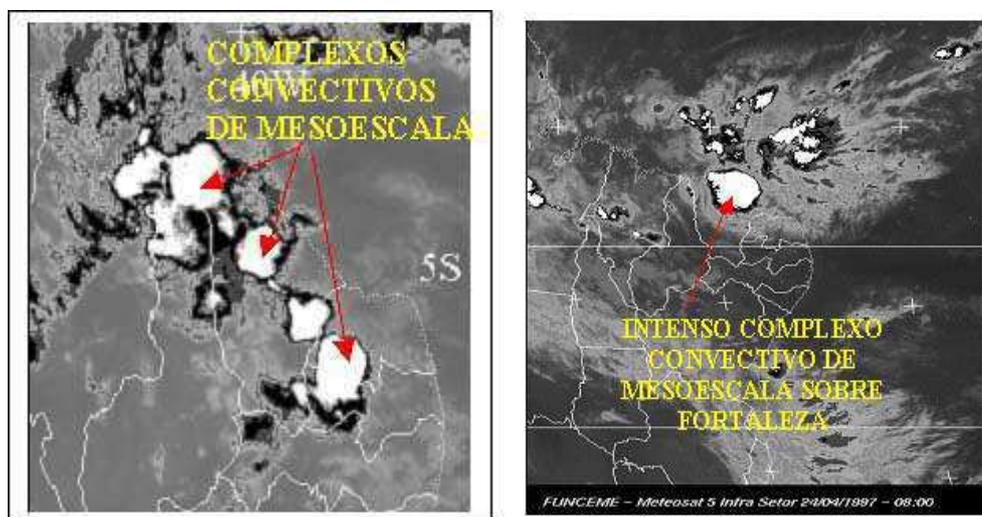


Figura 5: Casos de CCM ocorridos em Fortaleza. a) dia 21/01/96 às 21h TMG; b) Dia 24/04/98 às 08h TMG (Fonte:METEOSAT-7, FUNCEME)

Os CCMs estão associados a eventos de precipitações intensas, fortes rajadas de vento e até tornados, motivando seu estudo com base nas aplicações em previsão do tempo. Esses sistemas possuem uma espessa cobertura de nuvens de topo frio, constituídas basicamente, pelos topos e bigornas dos cumulonimbus que os constituem. O horário de máxima extensão do CCM ocorre de madrugada, na grande maioria dos casos observados. As primeiras células convectivas que ainda precedem à definição do início do CCM podem ocorrer tanto no início da tarde como no início da noite. O fim do CCM ocorre, em sua grande

maioria, por volta do meio-dia subsequente. Pode-se notar que o tempo de vida mais freqüente está entre 10 e 20 horas (Velasco e Fritsch, 1987).

2.7. Conceitos das variáveis utilizadas

2.7.1. Temperatura

No sistema globo-atmosfera a temperatura pode variar de ponto para ponto, num dado instante, ou, num mesmo ponto, ao longo do tempo. Quando se considera um ponto isolado daquele sistema, seja ele localizado no ar, no solo ou na água, dois aspectos distintos devem ser levados em conta: (1) a temperatura instantânea, referente apenas ao momento em que é observada e (2) as temperaturas extremas, máxima e mínima, que se verificaram num intervalo de tempo preestabelecido, anterior ao instante que se considera. Esse intervalo, para o caso de observações sinóticas e climatológicas, é, em geral, de 24 horas. A diferença entre as temperaturas extremas (máxima e mínima) efetivamente observadas num determinado dia dá-se o nome de amplitude térmica do dia em questão. Quando o período de referência for o mês, o ano, etc., costumam-se estabelecer, ainda, as seguintes grandezas: Temperatura máxima absoluta, definida com a mais elevada que se registrou no período. Temperatura mínima absoluta, definida como a mais baixa temperatura observada no período. Amplitude térmica absoluta, definida como a diferença entre a máxima e a mínima temperaturas absolutas do período (Araújo, 2004).

O conceito de temperatura indica o nível de energia térmica de um corpo. James Maxwell estudou que “a temperatura” de um corpo é seu estado térmico considerado como referencial para a habilidade de comunicar calor para outros corpos. Todavia, Maxwell refere-

se a habilidade para transferir calor, até certo ponto a quantidade de calor que pode ser transferida. A quantidade de energia ganha (ou perdida) requerida para causar uma mudança unitária na temperatura depende da massa do corpo e do calor específico. O calor específico é a quantidade de energia térmica requerida para mudar a temperatura de uma unidade de massa por uma unidade na escala de temperatura. Assim, por exemplo, muito mais energia pode ser retirada para produzir uma mudança igual na temperatura em uma unidade de volume de água que no ar (Alonso e Fin, 1999).

2.7.2. Pressão atmosférica

O ar exerce uma força sobre as superfícies com as quais tem contato, devido ao contínuo bombardeamento das moléculas que compõem o ar contra tais superfícies. A pressão do ar é uma medida de tal força por unidade de área. Mudanças na pressão podem dever-se à advecção de massa de ar ou à modificação de massa de ar. A modificação de uma massa de ar (mudanças na temperatura e/ou concentração de vapor d'água) pode ocorrer quando a massa de ar se desloca sobre diferentes superfícies (neve, solo aquecido, oceano, etc...) ou por modificação local, se a massa é estacionária (Alonso e Finn, 1999).

2.7.3. Umidade relativa do ar

As variáveis mais importantes de umidade são: pressão de vapor, umidade absoluta, razão de mistura, umidade específica, umidade relativa, temperatura virtual e temperatura ponto de orvalho.

A umidade relativa é uma das variáveis mais utilizada quando se fala no conteúdo do vapor de água. Esta expressa a relação entre a razão de mistura real de uma amostra de ar, a uma dada temperatura e pressão e a razão de mistura de saturação, ambas à mesma temperatura e pressão. Sendo a razão de mistura, a relação entre a massa de vapor de água e a massa de ar seco que contém (Vianello e Alves, 2000).

2.8. Descrição do aparelho respiratório

A necessidade de combater as forças de desagregação que agem sobre as estruturas orgânicas, sempre presentes nas mais diferentes formas, desde que surgiram os primeiros seres vivos - exige um consumo constante de energia. Neste mesmo propósito, as diversas frentes de luta entre o ser e o meio, deram origem as diferentes funções tais, como respiração, nutrição, excreção, etc., e a, transcendental multiplicação. De acordo com essa luta, o individuo busca, nos meios circundantes, alimentos oxigênio, sobre três formas operacionais, consegue obter a energia de forma livre para o seu uso, isto é, pelas fermentações, combustões e pela fotossíntese. Uma dessas formas operacionais, a combustão, tem a sua mais elevada e patente representação, através do fenômeno designado, respiração, Leão (1982).

A respiração é um meio de obtenção de energia usado por numerosos seres vivos. Em última análise, ela consiste em um processo de oxiredução no qual está sempre presente o oxigênio. Em termos mais simples e mais divulgado é um fenômeno de combustão. Os seres que usam este processo são chamados de aeróbio. Os seres anaeróbios são, por outro lado, aqueles que obtém energia também por oxiredução, mas sem a presença do oxigênio. Neste caso o mecanismo denomina-se fermentação. A respiração é, todavia um processo que oferece maior rendimento na libertação de energia. Daí ele ser usado pelos seres mais

sofisticados, inclusive o homem. Analisando o fenômeno da respiração em primeira aproximação, podemos defini-lo como um mecanismo pelo qual o ser fixa o oxigênio e libera o gás carbônico. Olhando a respiração de um indivíduo, podemos definir este processo como um mecanismo pelo qual o ser fixa o oxigênio e libera o gás carbônico. Olhando a respiração, portanto, segundo este aspecto mais singelo, é possível distinguir-se entre os seres vivos, quatro tipos de procedimento para sua realização: respiração pulmonar (encontrada nos seres mais avançados); realização branquial (efetuada pelos peixes); respiração traqueal (adotada pelos Insetos) e finalmente a respiração cutânea (comum entre os batráquios e os vegetais). Os seres unicelulares usam um mecanismo parecido com o cutâneo, pois, as trocas são efetuadas através de suas membranas celulares. Por qualquer daqueles processos, o ar atmosférico penetra a estrutura do órgão próprio que, por um processo de atmólise, faz o oxigênio alcançar um sistema de distribuição e, ao mesmo tempo, pelo mesmo mecanismo, libera o gás carbônico oriundo do metabolismo celular e que lhe foi trazido, Leão (1982).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizados os dados mensais das morbidades coletados no Programa Saúde da Família (PSF) do Governo Federal vinculado a Prefeitura Municipal de Campina Grande, PB. As informações constam de morbidades observadas tanto por consulta aos postos do PSF, como dos atendimentos domiciliares que são efetuados por médicos, enfermeiros e agentes de saúde, fazendo com que, de certa forma, tais números sejam até mais contundentes de que os números dos Hospitais que também recebem e fazem este tipo de atendimento aos cidadãos.

3.1.1. Morbidades

Dados das seguintes morbidades foram coletados; Tuberculose (Figura 6); Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos (Figura 7); Hospitalização por IRA em menores de 5 anos de idade (Figura 8); Diarréia (Figura 9); Infecção Respiratória Aguda (IRA) (Figura 10); Hipertensos (Figura 11). A série formalizada por esses dados foi produzida

através dos totais observados durante o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, totalizando 84 observações. É importante um tratamento estatístico nos dados meteorológicos (variáveis independentes), para compatibilizar ao período dos dados das variáveis dependentes (morbidades).

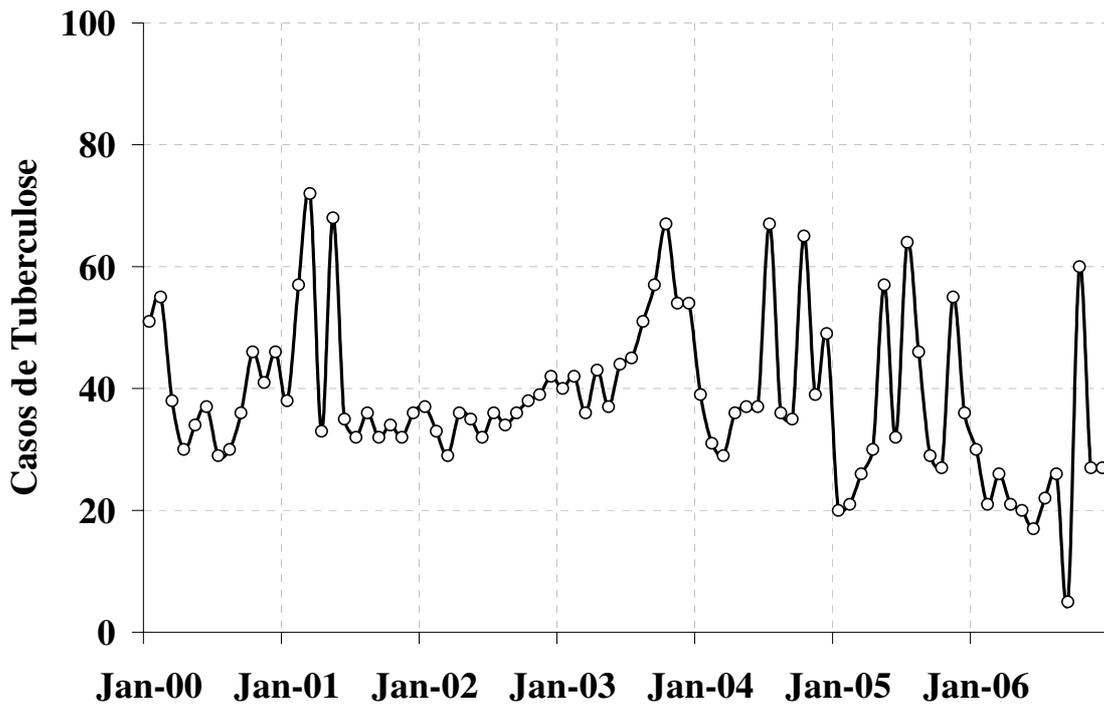


Figura 6. Incidência de Tuberculose na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

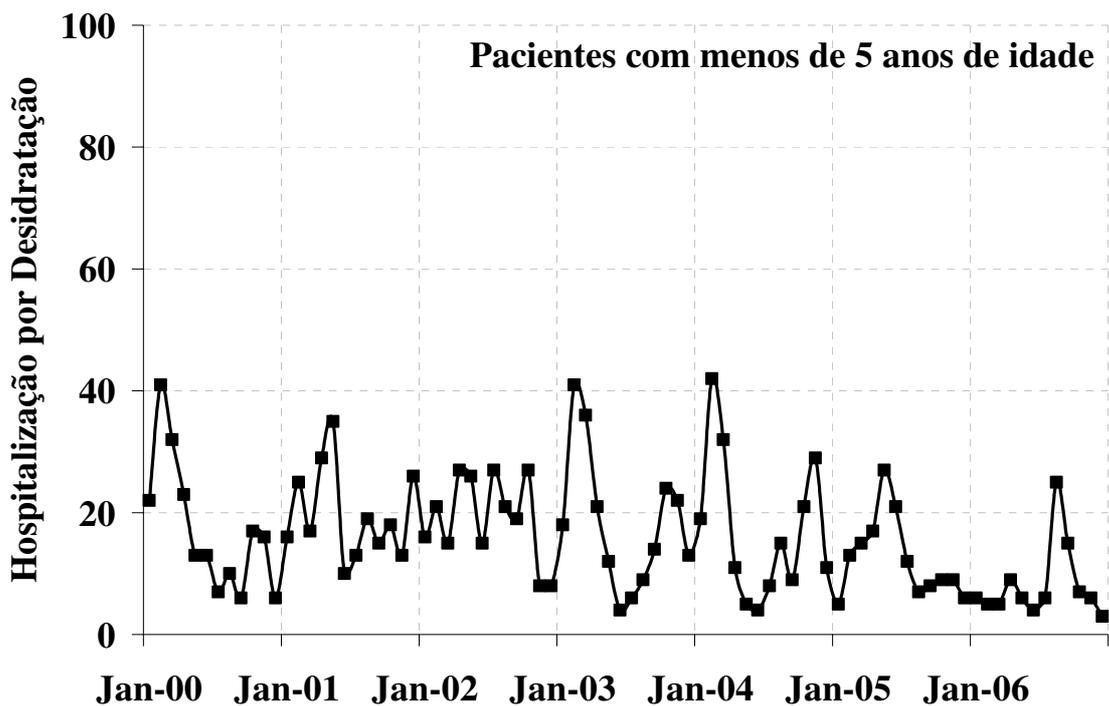


Figura 6. Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

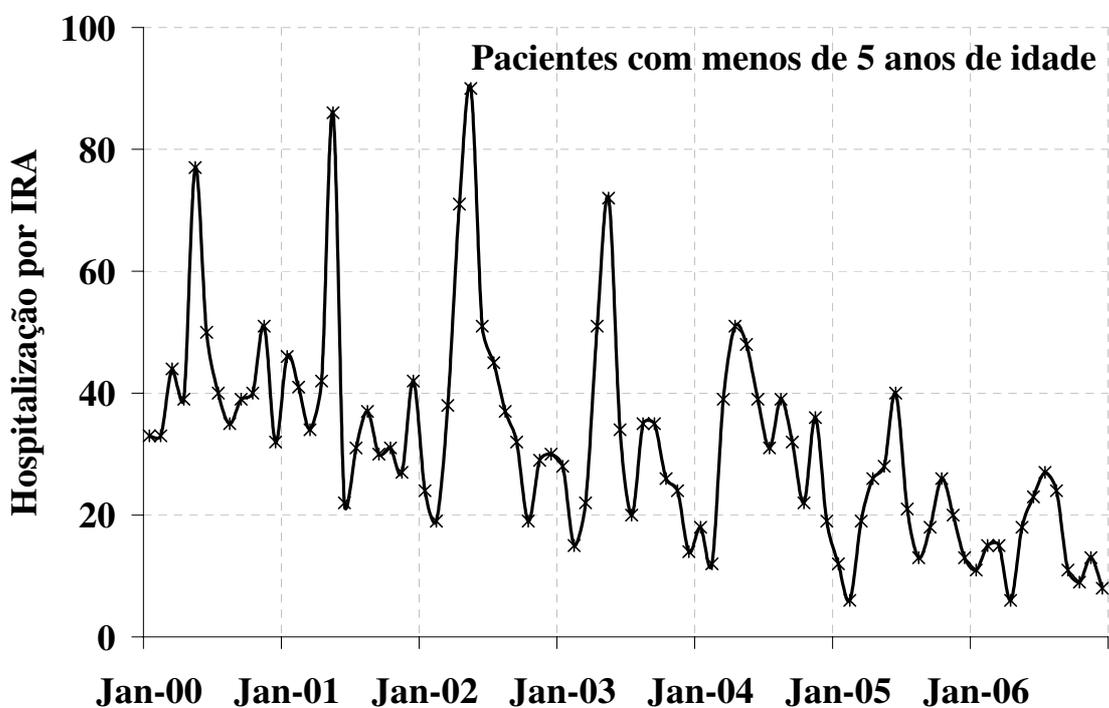


Figura 7. Hospitalização por IRA em menores de 5 anos de idade na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

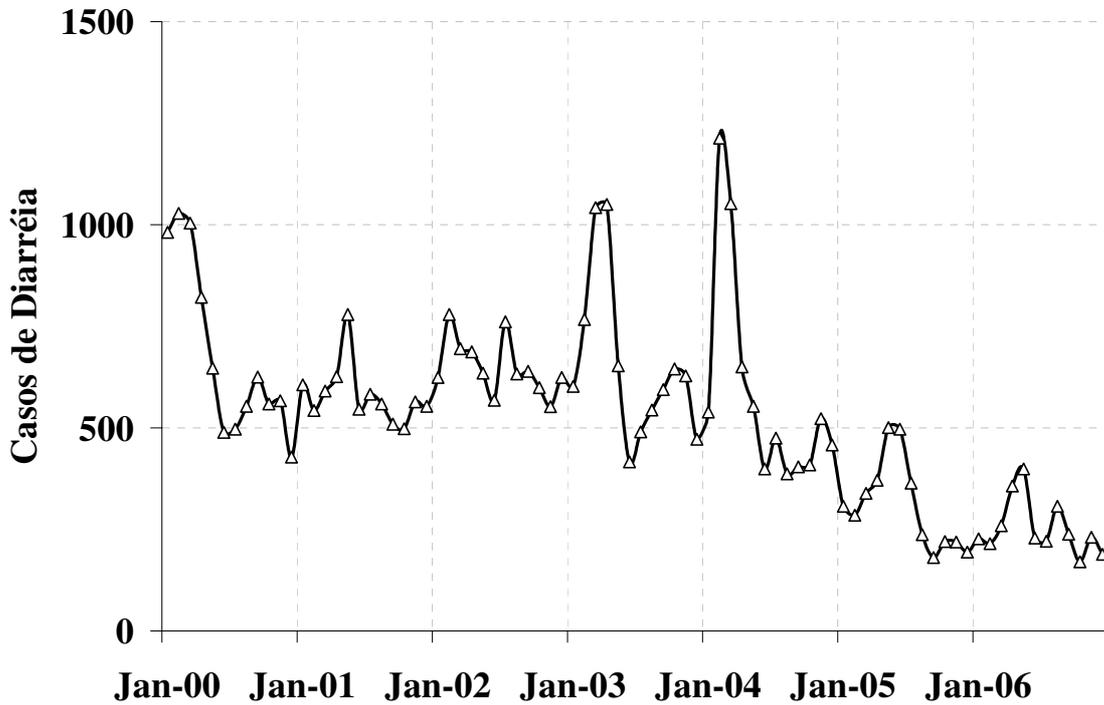


Figura 8. Incidência de Diarréia na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

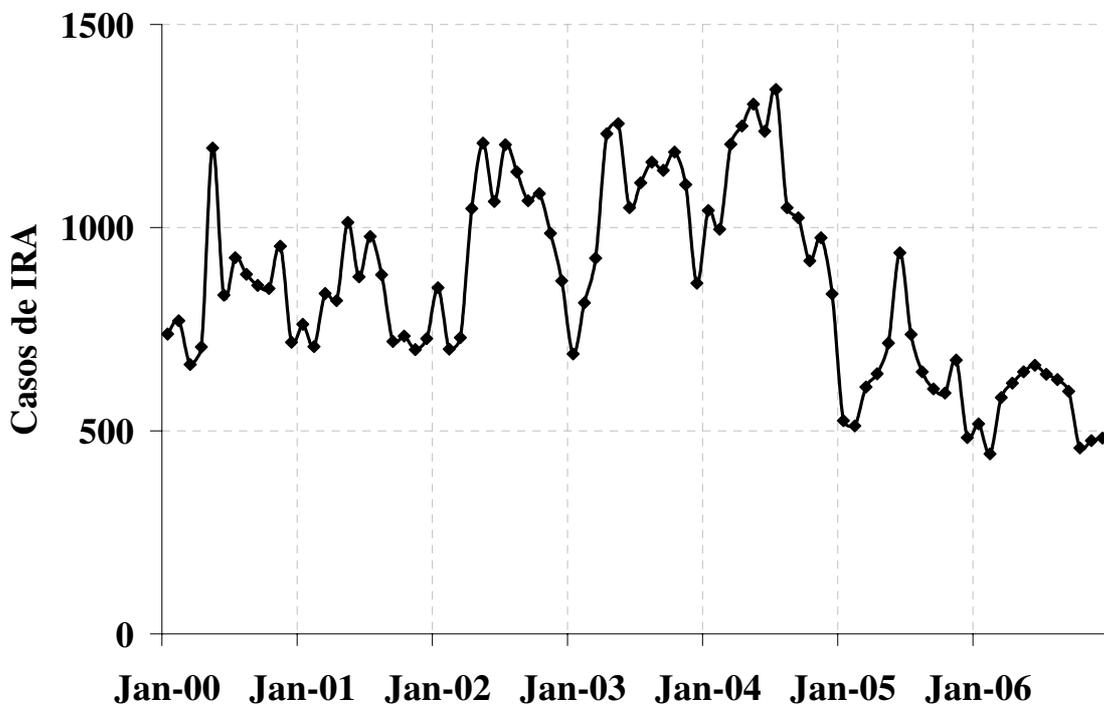


Figura 9. Infecção Respiratória Aguda (IRA) na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

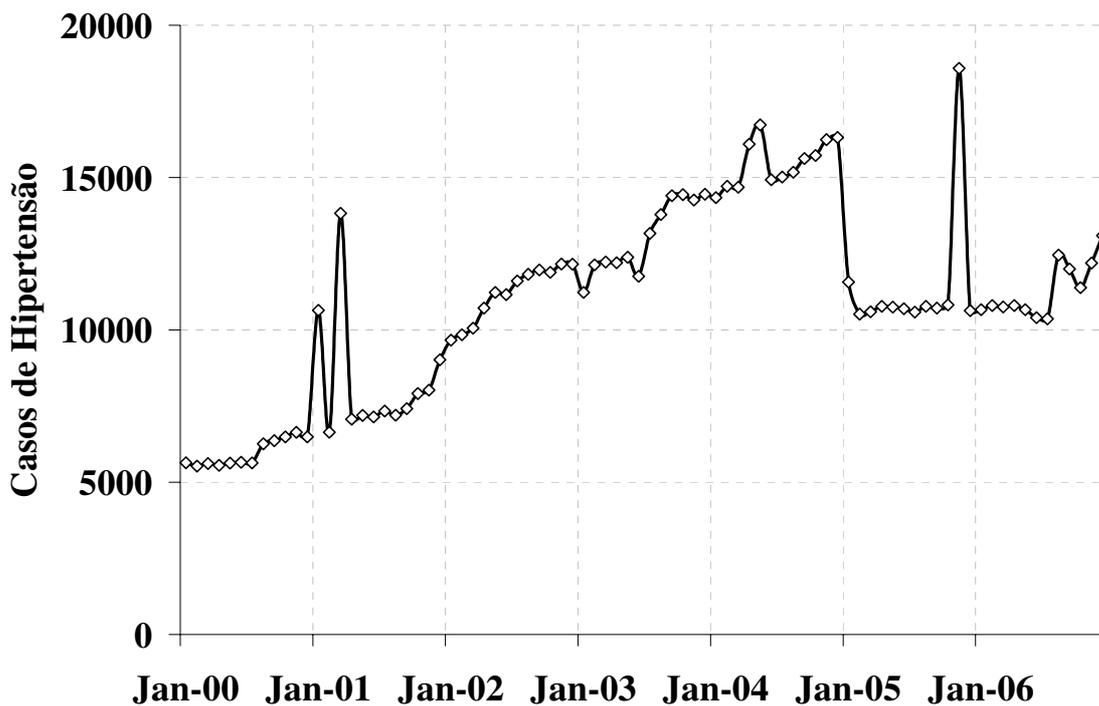


Figura 10. Incidência de Hipertensão na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: PSF)

3.1.2. Variáveis meteorológicas não padronizadas

Os dados meteorológicos foram coletados da estação Climatológica Principal da EMBRAPA ALGODÃO em Campina Grande, PB (07°13'S, 35°53'O, Alt. 547,56 m).

A classificação climática segundo Köppen, é do tipo Aw'i, tropical úmido.

As variáveis meteorológicas (variáveis independentes), não passaram por algum filtro estatístico. Suas variações temporais serão apresentadas a seguir, Pressão Atmosférica (Figura 12); Temperatura máxima do ar (Figura 13); Temperatura mínima do ar (Figura 14); Amplitude Térmica (Figura 15); Umidade Relativa do ar (Figura 16); Precipitação Pluvial (Figura 17); Velocidade do Vento (Figura 18).

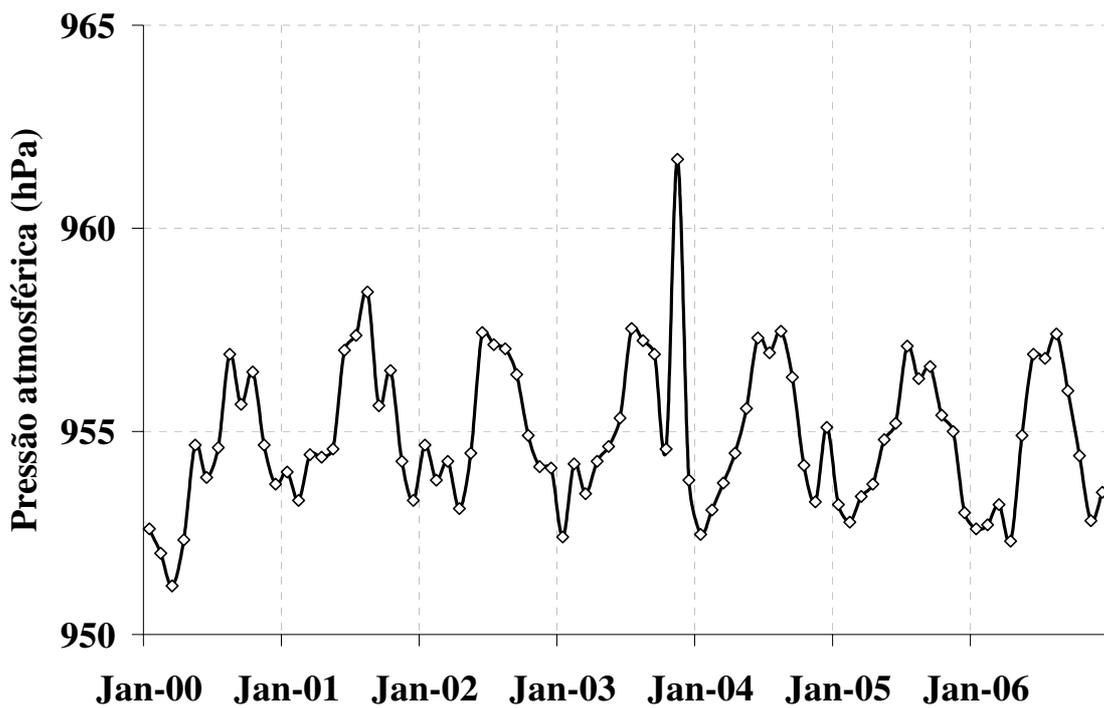


Figura 11. Pressão Atmosférica na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

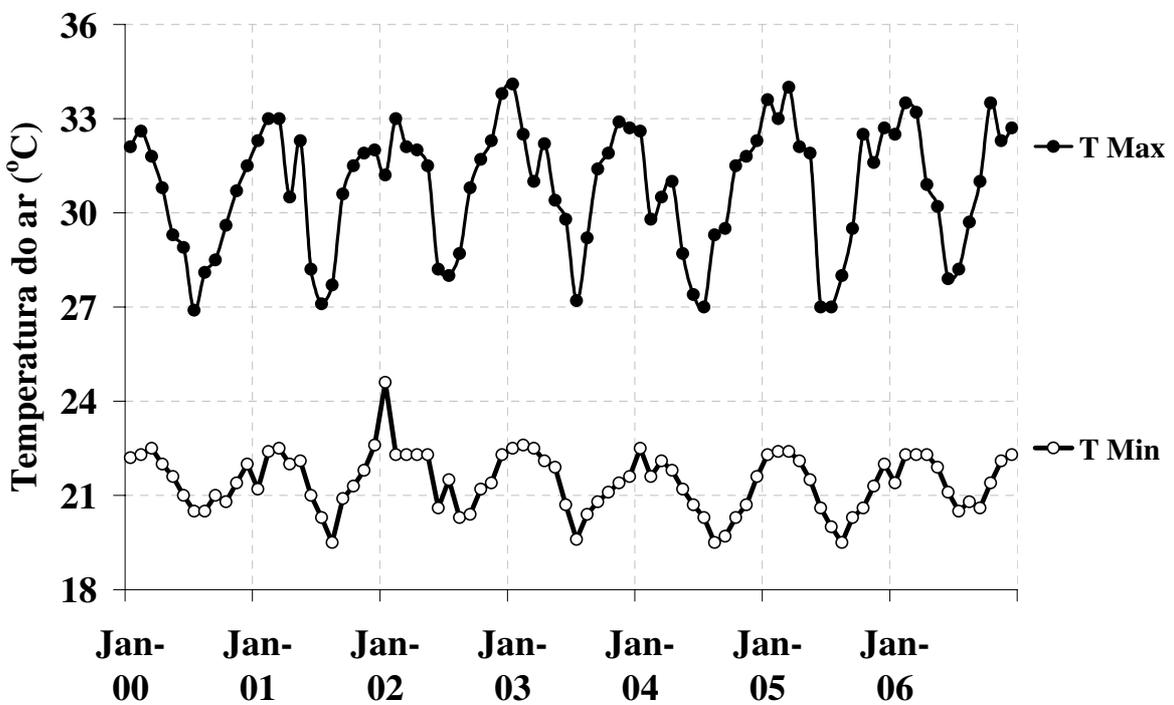


Figura 13. Temperaturas máxima e mínima do ar na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

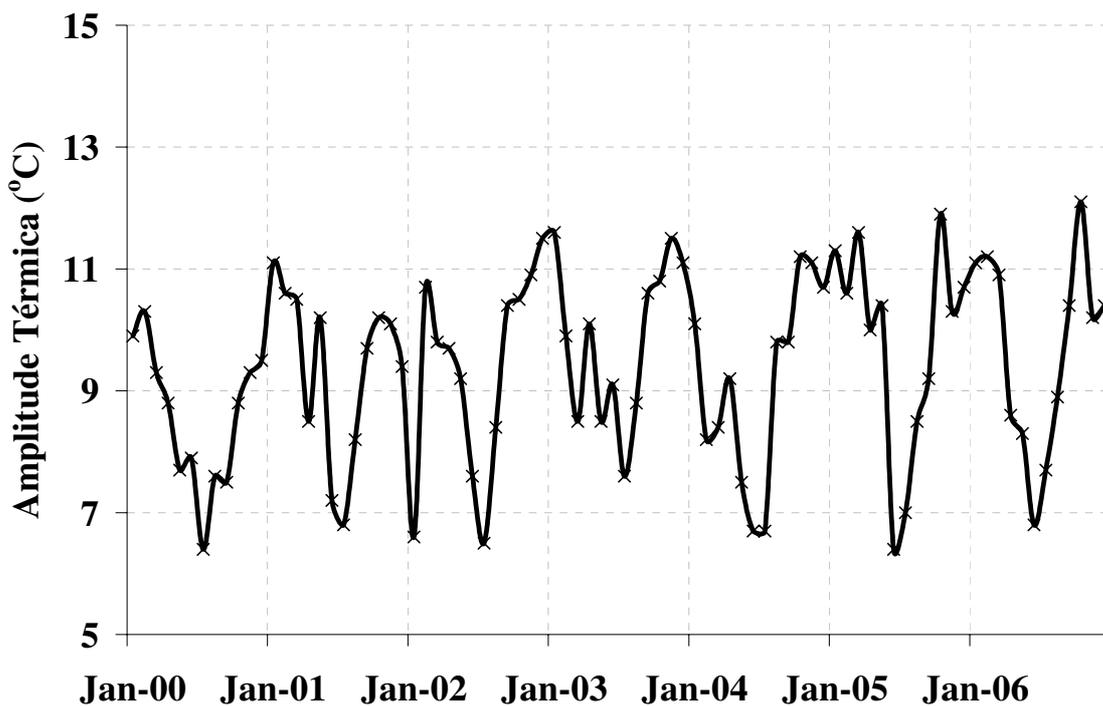


Figura 13. Amplitude Térmica na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

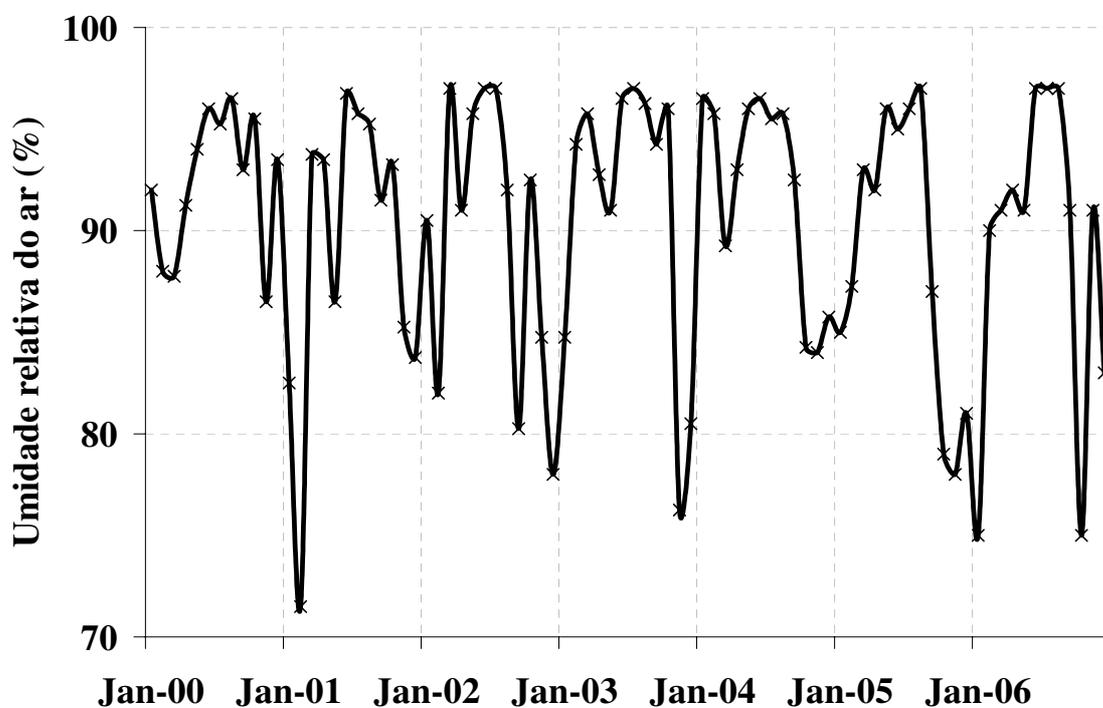


Figura 14. Umidade Relativa do ar na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

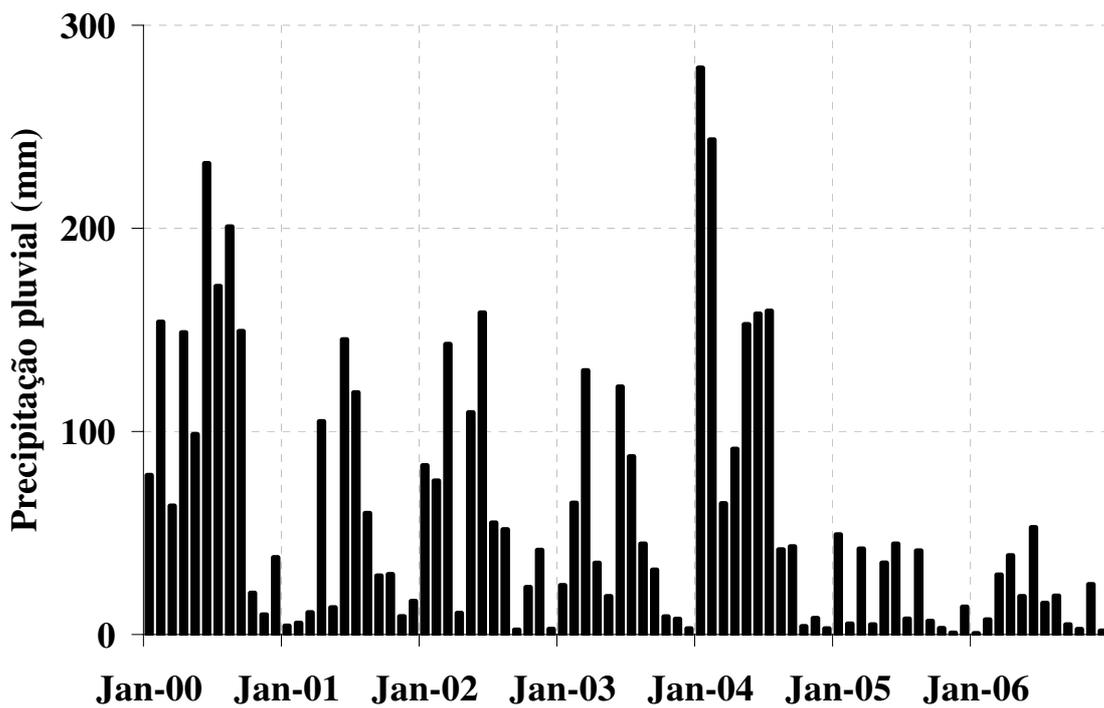


Figura 15. Precipitação Pluvial na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

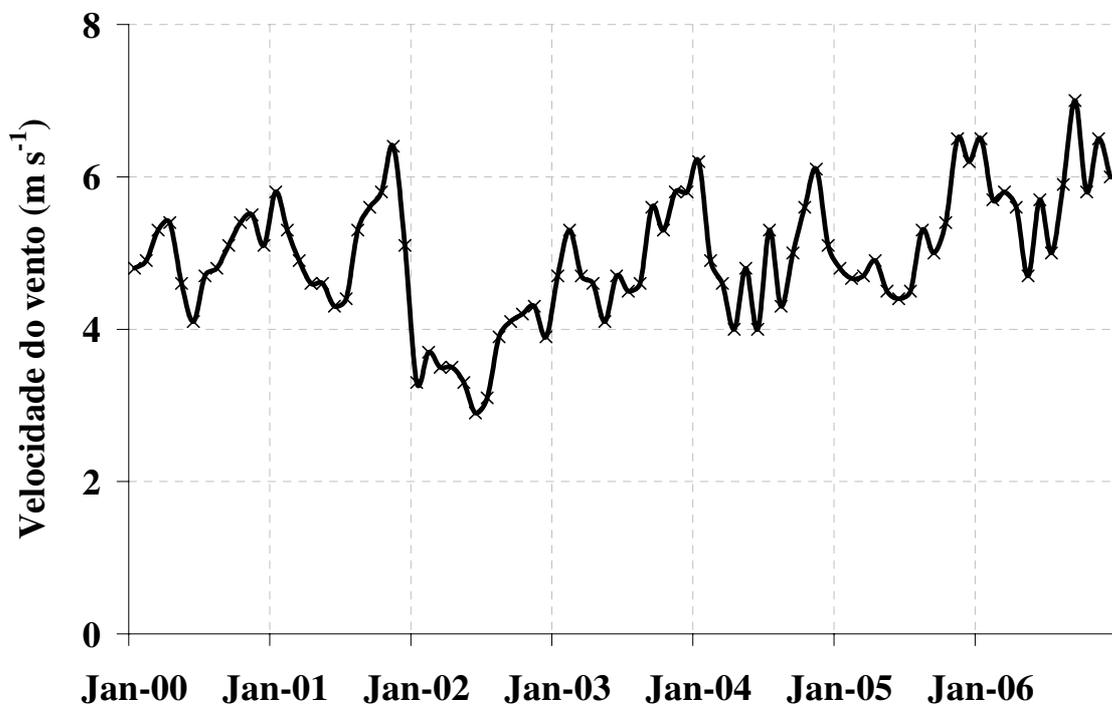


Figura 16. Velocidade do Vento na cidade de Campina Grande entre janeiro de 2000 e dezembro de 2006 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO)

3.2. Metodologia

Para as análises das variáveis meteorológicas, realizou-se a padronização dos dados para aplicar as técnicas estatísticas, considerando os métodos de Análise de Componentes Principais (ACP), Suavização das Séries Através do Uso das Médias Móveis, Análise de Regressão Linear Multivariada (ARLM), assim como a ferramenta estatística SPSS para Windows 9.0[®]

O Primeiro foi utilizada a ACP, trabalhando cada variável dependente (morbidades) com todas as variáveis independentes (meteorológicas).

3.2.1. Análise de Componentes principais (ACP)

A aplicação de Componentes Principais nas séries temporais de campos geofísicos tem como principal vantagem à decomposição da variância total das séries em um conjunto de variâncias correspondendo a diferentes escalas temporais de oscilação produzidas por esses campos. A análise por Componentes Principais consiste basicamente em transformar o conjunto original de dados em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, e que são combinações lineares dos dados originais e derivadas em ordem decrescente de importância. As Componentes Principais podem ser classificadas em 3 tipos; Componentes Principais Sem Rotação (ou simplesmente Componentes Principais), Componentes Principais Rotacionadas e Componentes Principais Complexas. Neste trabalho foi utilizada a ACP rotacionada, devido o conjunto de dados utilizados por essa técnica estatística se ajustar melhor aos resultados previstos.

Pode-se dizer que a ACP é uma das técnicas de análise estatística multivariada. Tais análises têm como propósito auxiliar a interpretação da base de dados, quando as

variáveis medidas não são totalmente independentes. Há vários relatos da utilização dessa técnica para diversos tipos de aplicação (Artaxo et al. 1992, 1994, 1997; Cahalan *et al.* 1996; Correia *et al.* 1996, 1998; Currei *et al.*, 1997; Hopke 1991; Jambers *et al.* 1995; Orlic *et al.* 1995; Swietlicki *et al.* 1996; Veltkamp *et al.* 1996; Wellemeyer *et al.* 1997; White *et al.* 1991). A ACP baseia-se na variabilidade das concentrações medidas, utilizando a base de dados originais para construir um modelo que procura reproduzir as correlações observadas entre as variáveis originais (Heidam 1982; Henry *et al.* 1984; Hopke *et al.* 1976), e seu objetivo é reduzir a dimensão da base amostral. Utiliza-se um modelo linear para descrever a matriz das concentrações elementares medidas, em um termo de uma base de novos vetores denominados “componentes principais” (Harman 1976; Heidam 1987; Henry e Hidy 1979; Murtagh e Heck 1987) conforme a equação abaixo:

$$C_{ij} \approx \hat{C}_{ij} = S_{i1}L_{1j} + S_{i2}L_{2j} + \dots + S_{ip}L_{pj} = \sum_{k=1}^p S_{ik}L_{kj} \quad (1)$$

Onde, $1 \leq i \leq n$, sendo n o número de amostras coletadas; $1 \leq j \leq m$, sendo m o número de elementos medidos; $1 \leq k \leq p \leq m$, sendo p o número de componentes do modelo. C_{ij} é a concentração do j -ésimo elemento medido na i -ésima amostra, que também pode ser vista como projeção do j -ésimo elemento sobre o i -ésimo vetor no espaço das amostras. \hat{C}_{ij} é a estimativa de C_{ij} obtida com o modelo. L_{kj} é a projeção do j -ésimo elemento sobre o k -ésimo vetor pertencente a base de CPs. S_{ik} é a projeção do k -ésimo CP sobre o i -ésimo vetor no espaço das amostras.

3.2.1.1. Condições Necessárias para a ACP

É necessário ainda, verificar a adequação da base de dados à ACP. Um dos critérios a serem observados é o número de amostras coletadas e o número de variáveis na análise. Não há um consenso geral sobre o número mínimo de amostras a serem analisadas para que os resultados sejam estatisticamente relevantes. Ito *et al.* (1986) mostraram que reduções no tamanho da base de dados podem levar a modificações quantitativas e qualitativas na interpretação dos resultados. Henry *et al.* (1984) sugerem em método para a estimativa do número mínimo de amostras, baseado no cálculo do número de graus de liberdade do sistema para cada variável analisada: numa ACP com n casos e m variáveis, há nm dados, dos quais são extraídas m médias (das variáveis biológicas e meteorológicas), e $m(m+1)/2$ correlações. Com isso o número total de graus de liberdade por variável é:

$$n - 1 - \frac{(m+1)}{2} \quad (2)$$

Baseado nos trabalhos que estes autores fizeram, os mesmos sugerem que uma base de dados pode ser submetida à ACP quando apresenta um número mínimo de 30 graus de liberdade por variável, e se possível maior que 50. Com isso obtém-se (Henry, 1991);

$$n > 30 + \left(\frac{m+3}{2} \right) \quad (3)$$

Em particular neste trabalho analisaram-se 13 variáveis (m), em 84 amostras (n) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2006. Portanto, a condição de validade da ACP para este trabalho é dada pela Equação 4.

$$84 > 30 + \left(\frac{13+3}{2} \right) = 84 > 30 + 8 = 84 > 38 \quad (4)$$

Portanto é observado que as condições de validade para ACP são completamente satisfeitas neste trabalho.

3.2.1.2. Normalização da Base de Dados

Anteriormente à execução da ACP é realizada uma normalização sobre as concentrações elementares da base de dados, com o objetivo de tornar possível a análise de variáveis de diferentes ordens de grandeza e unidades dimensionais (Gordon 1980; Heidam 1987; Hopke *et al.* 1976). Com isso a matriz das concentrações iniciais $C_{n \times m}$ é transformada numa matriz do tipo $Z_{n \times m}$, cujos os elementos Z_{ij} são relacionados aos C_{ij} de acordo com a Equação 5.

$$Z_{ij} = \frac{C_{ij} - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}}{\sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij} \right)^2 \right)}} \quad (5)$$

A notação matricial possibilita escrever a Equação 5 de forma bem mais compacta (Equação 6), e por este motivo será adotada no restante deste trabalho.

$$Z_{n \times m} = (C - \bar{C})_{n \times m} (S_C^{-1})_{m \times m} \quad (6)$$

onde a matriz $\bar{C}_{n \times m}$ contém em todas as linhas de cada coluna o valor médio $\langle C_j \rangle$ para a coluna em questão, e $(S_C)_{m \times m}$ é uma matriz diagonal contendo as estimativas dos desvios padrões de cada uma das variáveis:

$$\bar{C} = \begin{pmatrix} \langle C_1 \rangle & \langle C_2 \rangle & \dots & \langle C_m \rangle \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \langle C_1 \rangle & \langle C_1 \rangle & \dots & \langle C_m \rangle \end{pmatrix}, \text{ com } \langle C_j \rangle = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}$$

$$S_C = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_m \end{pmatrix}, \text{ com } \sigma_j = \sqrt{\frac{n}{n-1} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij}^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_{ij} \right)^2 \right)} \quad (7)$$

Após a normalização, a equação (03) na forma matricial ficará da seguinte maneira;

$$Z_{n \times m} \cong F_{n \times p} A_{p \times m} \quad (8)$$

sendo a aproximação exata quando $p=m$. A matriz $F_{n \times p}$ corresponde à normalização da matriz $S_{n \times p}$, enquanto $A_{p \times m}$ corresponde à normalização da matriz $L_{p \times m}$.

Segundo o teorema da decomposição em valores singulares (Eckart e Young 1939; Henry 1987, 1991; Hopke e Casuccio 1991; Stewart 1973; Wagner *et al.* 1996) se $Z_{n \times m}$ é uma matriz de números reais, então existem matrizes unitárias $U_{n \times n}$ e $V_{m \times m}$ tais que;

$$U_{n \times n}^t Z_{n \times m} V_{m \times m} = \begin{pmatrix} \Lambda^{1/2} & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}_{n \times m} \quad (9)$$

ou reescrevendo a Equação 9;

$$Z_{n \times m} = U_{n \times n} \begin{pmatrix} \Lambda^{1/2} & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}_{n \times m} V_{m \times m}^t \quad (10)$$

onde $U_{m \times m}$ é a matriz constituída pelos autovetores de $(Z Z^t)_{m \times m}$ enquanto $V_{m \times m}$ é a matriz composta pelo autovetores de $(Z^t Z)_{m \times m}$ e $\Lambda^{1/2}_{p \times p}$ é uma matriz diagonal constituída pela raiz quadrada dos p autovalores positivos e não-nulos correspondentes a $U_{n \times n}$ ou $V_{m \times m}$, arranjados em ordem decrescente de valor. Do teorema decorre que a matriz $U_{n \times n}$ e $V_{m \times m}$ possuem os mesmo autovalores e que ambas são ortogonais, isto é;

$$UU^t = U^tU = 1_n \quad e \quad VV^t = V^tV = 1_m \quad (11)$$

onde 1_n e 1_m denotam matrizes identidade de ordens n e m , respectivamente.

A solução da ACP vem da seguinte identificação;

$$F = U \quad e \quad A = \Lambda^{1/2} V^t \quad (12)$$

onde somente os autovetores correspondentes aos p autovalores não – nulos devem ser considerados. Com isso as dimensões das matrizes F e A são, respectivamente, $n \times p$ e $p \times m$.

Dessa forma, o problema em questão reduz-se a encontrar os autovalores e autovetores da matriz de correlação dos dados, aqui denominada $R_{m \times m}$, uma vez que $(Z^t Z)_{m \times m}$ é proporcional a mesma;

$$R = \frac{Z^t Z}{n-1} \quad (13)$$

Na matriz $A_{p \times m}$, denominada “matriz de pesos (das variáveis originais) nos componentes”, as variáveis podem ser agrupadas segundo seus índices em cada um dos componentes principais, e assim a ACP proporciona uma identificação qualitativa das variáveis em questão neste trabalho. Também é possível examinar a matriz $F_{n \times p}$, denominada “matriz de escores (das amostras) nos componentes” e identificar a importância relativa entre os CPs em cada grupo de variáveis formados para cada rodagem no SPSS.

3.2.1.2.1. Suavização pelo uso das Médias Móveis

Mediante o emprego de médias móveis das ordens apropriadas, podem ser eliminadas as variações cíclicas, estacionais e irregulares, conservando dessa forma o movimento de tendência (Checkley *et al.* 2000).

Assim, podemos definir uma *média móvel de ordem N*, que é obtida pela seqüência das médias aritméticas:

$$\frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_N}{N}, \frac{Y_2 + Y_3 + \dots + Y_{N+1}}{N}, \frac{Y_3 + Y_4 + \dots + Y_{N+1}}{N}, \dots \quad (14)$$

As somas dos numeradores da Equação 14 são denominados *totais móveis de ordem N*.

Para este trabalho, o *N meses* encontrados para uma melhor adequação dos dados foram iguais a 6.

3.2.1.3. Rotação das Componentes Principais

A determinação da base das componentes principais não apresenta solução única. Para contornar esse problema, usualmente impõe-se adicionalmente uma rotação ortogonal dos autovetores encontrados.

Frequentemente é efetuada uma rotação ortogonal na base dos componentes, segundo o procedimento proposto por H. F. Kaiser em 1958 (Harman, 1976). Esse procedimento consiste em encontrar o valor máximo de uma função denominada “VARimax”, o que corresponde a maximizar as projeções da representação de cada elemento sobre os componentes do modelo, preservando os módulos.

Como exemplo qualitativo da rotação Varimax a Figura (18) mostra um caso bidimensional, onde os eixos C'_1 e C'_2 correspondem aos componentes rotacionados e os pontos representam as variáveis no espaço dos componentes.

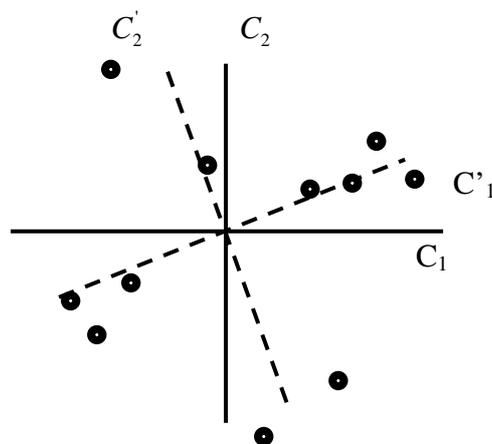


Figura 18. Exemplo qualitativo da rotação Varimax num caso bidimensional

O critério de rotação Varimax procura maximizar a soma, para todos os componentes, das variâncias dos índices A_{kj}^2 normalizados pelas respectivas comunalidades (Harman, 1976). A função que busca maximizar é escrita como:

$$\text{Vari max} = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^m \frac{A_{kj}^4}{h_j^2} - \frac{1}{m(m-1)} \sum_{k=1}^p \left(\sum_{j=1}^m \frac{A_{kj}^2}{h_j} \right)^2 \quad (15)$$

Na Equação 15, h_j é a comunalidade da j - ésima variável, definida como o quadrado do módulo correspondente à representação dessa variável no espaço dos CPs;

$$h_j = \sum_{k=1}^p A_{kj}^2 \quad (16)$$

3.2.3. Regressão Linear Múltipla

A regressão linear 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).

Tal relação é formulada em um modelo linear;

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + U_i \quad (17)$$

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 (0) 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.

Neste trabalho, o pacote SPSS nos dá uma matriz de predição, formatada através da distribuição normal de probabilidade, quando feita a regressão linear múltipla, sendo desta maneira desenvolvida uma correlação entre o valor observado de tal morbidade e o valor previsto pelo modelo de regressão, encontrando assim o coeficiente de determinação que dirá

se o grupo de variáveis preditoras , correlacionados com a variável dependente é o melhor para a observação, sendo tais valores encontrados através da ACP em cada fator.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram obtidos através de observações feitas, em 13 variáveis que foram enumeradas, como observado para serem avaliadas de acordo com a metodologia aplicada.

Desta maneira as variáveis foram colocadas no pacote estatístico SPSS para Windows[®] onde foram obtidas para cada caso de morbidades as componentes principais que são formadas por grupos de variáveis independentes que tem uma maior influência com cada variável dependente, e em seguida foi feita a regressão linear multivariada que nos mostraram os seguintes resultados:

4.1. Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos

Para a morbidade mencionada, foi feita a ACP onde a variância total explicada, através do método de análise das componentes principais, foram obtidas duas CPs, no qual,

através da variância total explicada, os valores foram truncados acima de 1 onde o teste de inércia mostra quais foram os grupos de variáveis escolhidos:

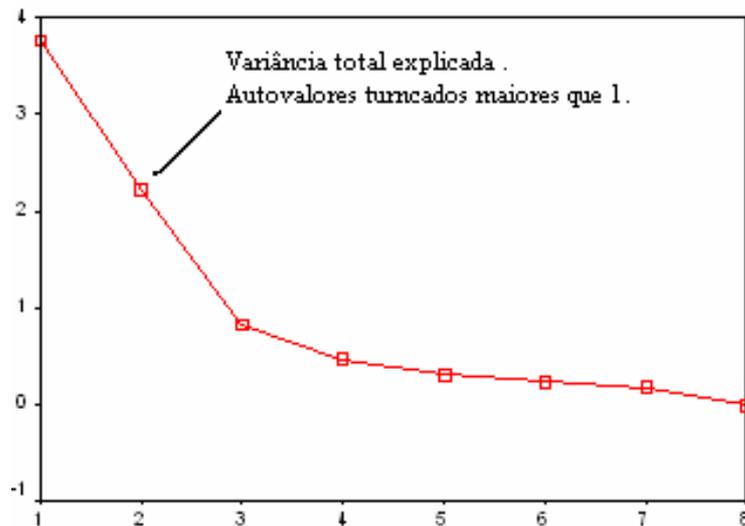


Figura 18. Teste de Inércia para hospitalização por desidratação na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Assim também foi formatada a matriz das CPs, através do método de rotação do tipo varimax e da normalização do tipo Kaiser que apresentou duas CPs onde temos que a tabela abaixo mostra tal interação:

Tabela 2. Matriz da componente rotacionada da hospitalização por desidratação na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 3 iterações

	Componentes	
	1	2
Hosp. Desidrat. < 5 anos	-0,395	0,683
Pressão (hPa)	-0,143	-0,802
Temp. máx. (°C)	0,654	0,732
Temp. mín. (°C)	9,909 E -02	0,894
Amp. Térmica (°C)	0,837	0,411
Umid, Relativa (%)	-0,826	-0,342
Precipitação (mm)	-0,814	8,471 E -02
Vel Vento (m s ⁻¹)	0,696	-0,313

Desta maneira tem-se que a 1ª CP é formada pelas seguintes variáveis predictoras; Temperatura Mínima (positivamente), Amplitude térmica (positivamente), Umidade Relativa (negativamente), Precipitação (negativamente), Velocidade do Vento (positivamente).

Assim foi observado que a variável estudada com relação a 1º CP, é diretamente proporcional a velocidade do vento, temperatura mínima, amplitude térmica e inversamente proporcional a umidade relativa e a precipitação.

Com essas informações foi feita a regressão linear multivariada que nos deu um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,4924$) pela análise da linha de tendência.

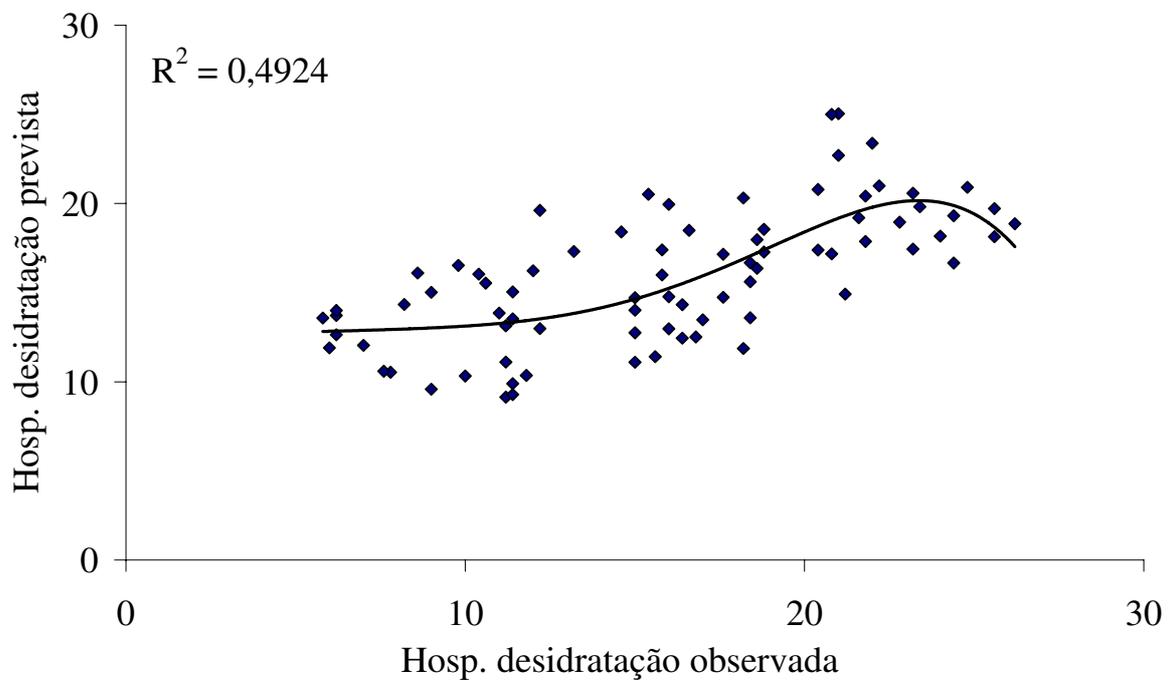


Figura 19. Hospitalização por desidratação prevista X observado fator 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

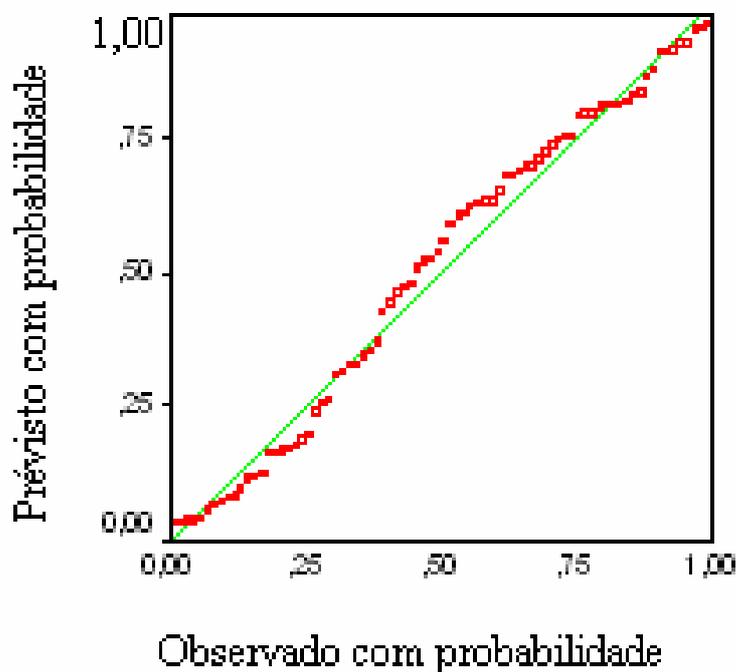


Figura 20. Distribuição Normal da Variável dependente Hospitalização por desidratação na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

A Figura 26 mostra dados observados acumulados em função dos dados previstos utilizando o modelo proposto pela Equação 21. É verificado que a distribuição normal para que seja válida tem-se que observar uma reta, como evidenciado na Figura 26, desta maneira a Equação 21 é satisfatória para explicar a incidência de tal morbidade.

$$(Hosp_Desidrat) = -2E - 5(Tx)^5 + 0,0011(Tx - Tn)^4 - 0,0202(Ur)^3 + 0,1807(Pr)^2 - 0,7441(V) + 13,911 \quad (21)$$

De acordo com a regressão linear multivariada, o modelo de predição para a Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos. Ainda verificou-se na Figura 26 que o modelo, em todo decorrer da análise, se manteve instável, hora superestimando os valores hora subestimando.

De acordo com as variáveis predictoras, é observado que tal morbidade, em relação a CPI, é uma função da temperatura, devido a mesma ter uma relação positiva com a

temperatura mínima, amplitude térmica e velocidade do vento e uma relação negativa com a umidade relativa do ar e a precipitação.

Já para a segunda componente, obteve-se o seguinte grupo de variáveis preditoras; Pressão (negativamente), Temperatura Máxima (positivamente), Temperatura Mínima (positivamente).

As variáveis acima mostram que tal morbidade é uma função de temperaturas altas, sendo que tais acréscimos das temperaturas é uma das causadoras mais influentes dos processos de morte devido ao calor excessivo. Graficamente foi obtido o seguinte resultado:

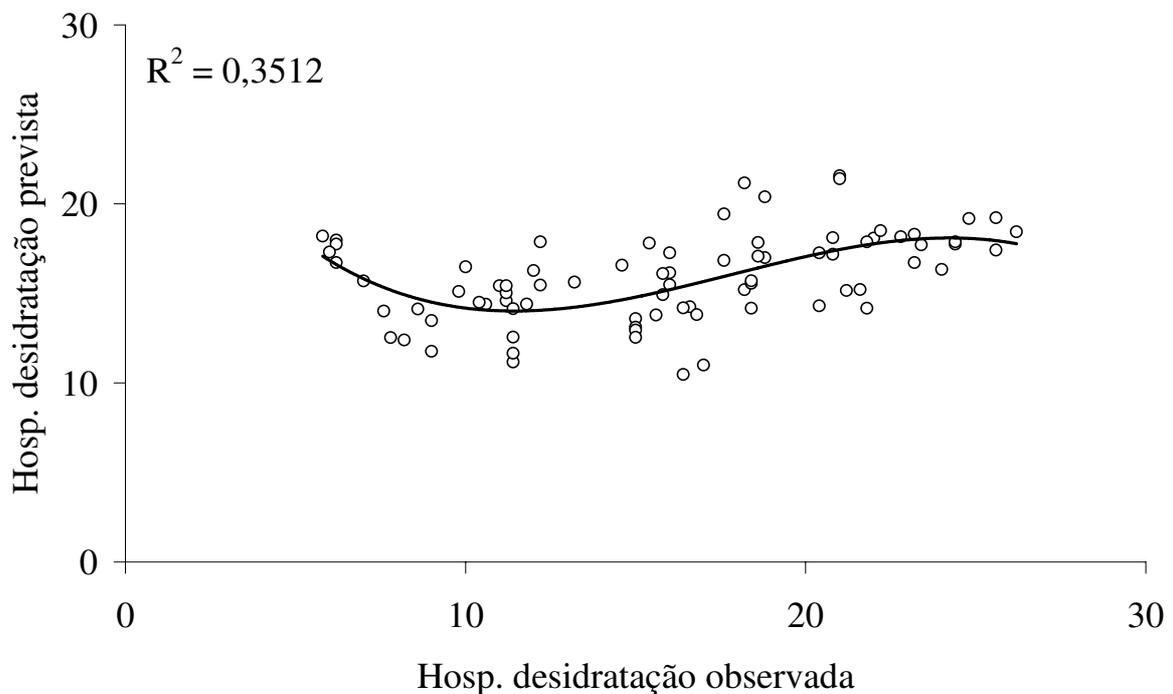


Figura 21. Hospitalização por desidratação observada x prevista fator 2, na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

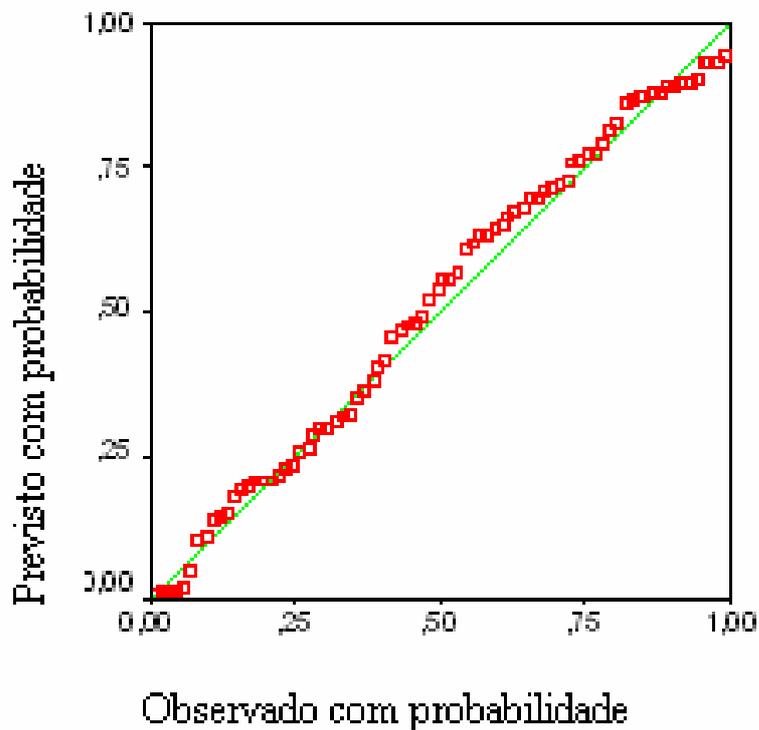


Figura 22. Distribuição Normal da variável dependente hospitalização por desidratação observado X previsto (SPSS)

Para a CP2, foi encontrado um $R^2 = 0,222$ onde se pode afirmar que as variáveis predictoras que melhor se adequaram para explicar tal morbidade, foram as da CP1.

4.2. Hospitalização por IRA em menores de 5 anos

Para a ACP da morbidade acima, foram obtidas duas CPs, através do método de extração de CPs, sendo que os valores foram truncados acima de 1 na matriz do autovalores e o total da variância explicada foi igual a 76,8% onde obtivemos o seguinte gráfico do teste de inércia:

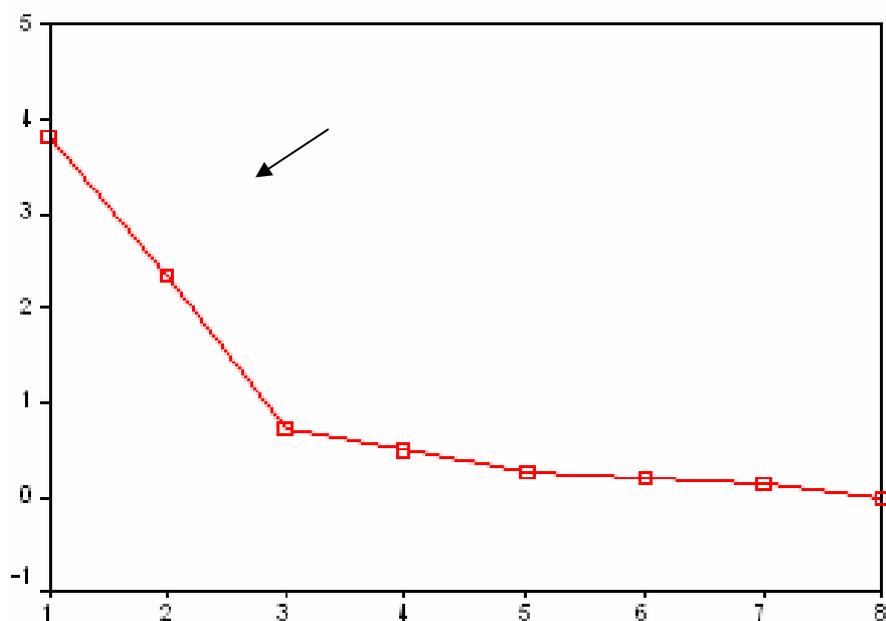


Figura 29. Teste de inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

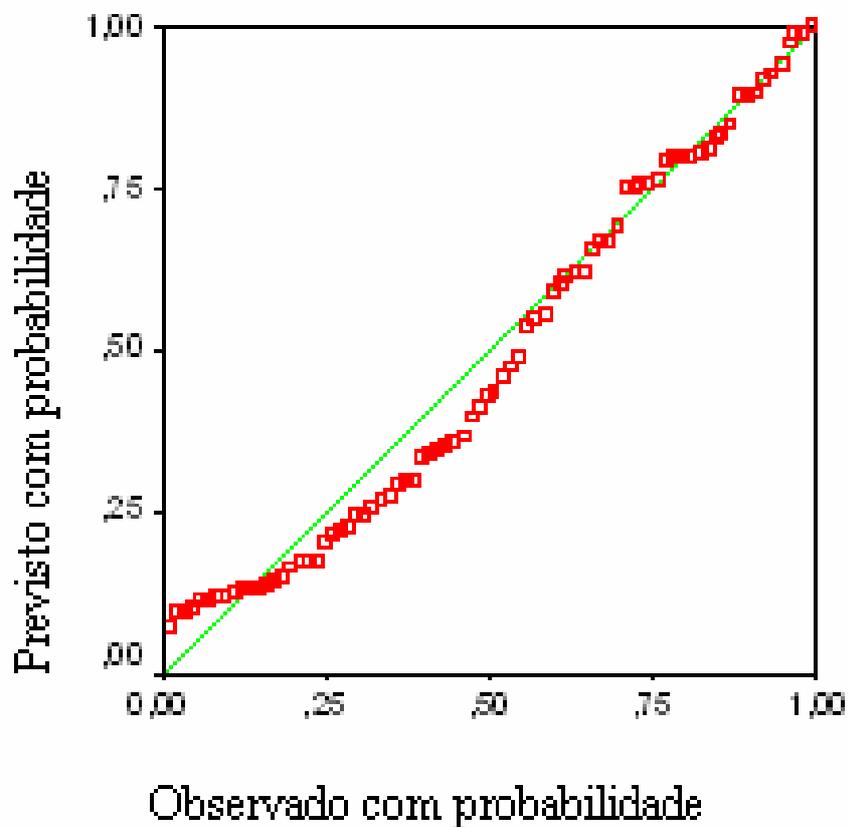
De acordo com a Figura 29 e levando em consideração tal teste de inércia, foram encontradas, através da matriz rotacionada das CPs, os grupos de variáveis predictoras para a morbidade mencionada no qual obtivemos a Tabela 4.

Tabela 4. Matriz da Componente Rotacionada da Hospitalização por IRA na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 3 interações

	Componentes	
	1	2
Hosp. IRA < 5 anos	-0,853	4,858 E -03
Pressão (hPa)	-5,31 E -02	-0,862
Temp. máx. (°C)	-0,493	0,843
Temp. min. (°C)	9,877 E -2	0,919
Amp. Térmica (°C)	-0,749	0,548
Umid, Relativa (%)	0,699	-0,513
Precipitação (mm)	0,815	-7,20 E-02
Vel Vento (m s ⁻¹)	-0,748	-0,143

Foi observado que a 1º CP é formada pelas seguintes variáveis predictoras; Pressão (negativamente), Temperatura Máxima (positivamente), Temperatura Mínima (positivamente), Amplitude Térmica (positivamente), Umidade relativa (negativamente).

Através da análise de regressão linear multivariada, e levando em consideração as variáveis do grupo da 1ª CP obtivemos valores preditos, que plotados com os valores observados resultaram nas Figuras 30 e 31.



:

Figura 24. Distribuição Normal da variável dependente Hospitalização por Ira observada X prevista CP 1(SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

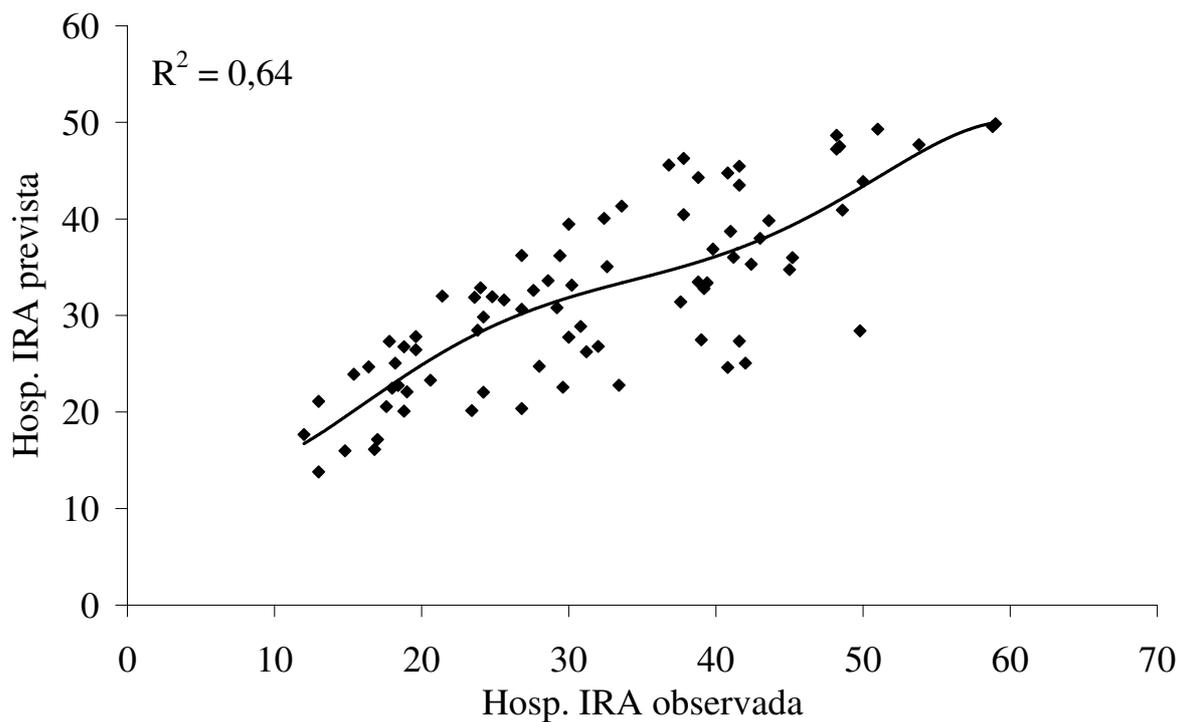


Figura 25. Hospitalização por Ira observada X predita CP 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta forma, com os resultados obtidos acima encontramos a seguinte equação polinomial, fazendo o uso de regressão linear multivariada, onde mesma nos deu os valores preditos para a formação das Figuras 30 e 31.

$$(Hosp_Ira) = -8E - 6(Tx - Tn)^4 + 0,0017(Ur)^3 - 0,111(Pr)^2 + 3,5781(V) - 13,998 \quad (22)$$

Foi obtido um $R^2 = 0,6385$, usando uma linha de tendência polinomial de grau 5 em relação as variáveis predictoras da CP 1.

Com relação a CP 2, as variáveis predictoras de tal fator foram as seguintes; Pressão (negativamente), Temperatura Máxima (positivamente), Temperatura Mínima (positivamente). As Figuras conseguidas através da regressão linear multivariada, onde foram obtidos valores preditos que foram plotados com os valores observados para a CP 2.

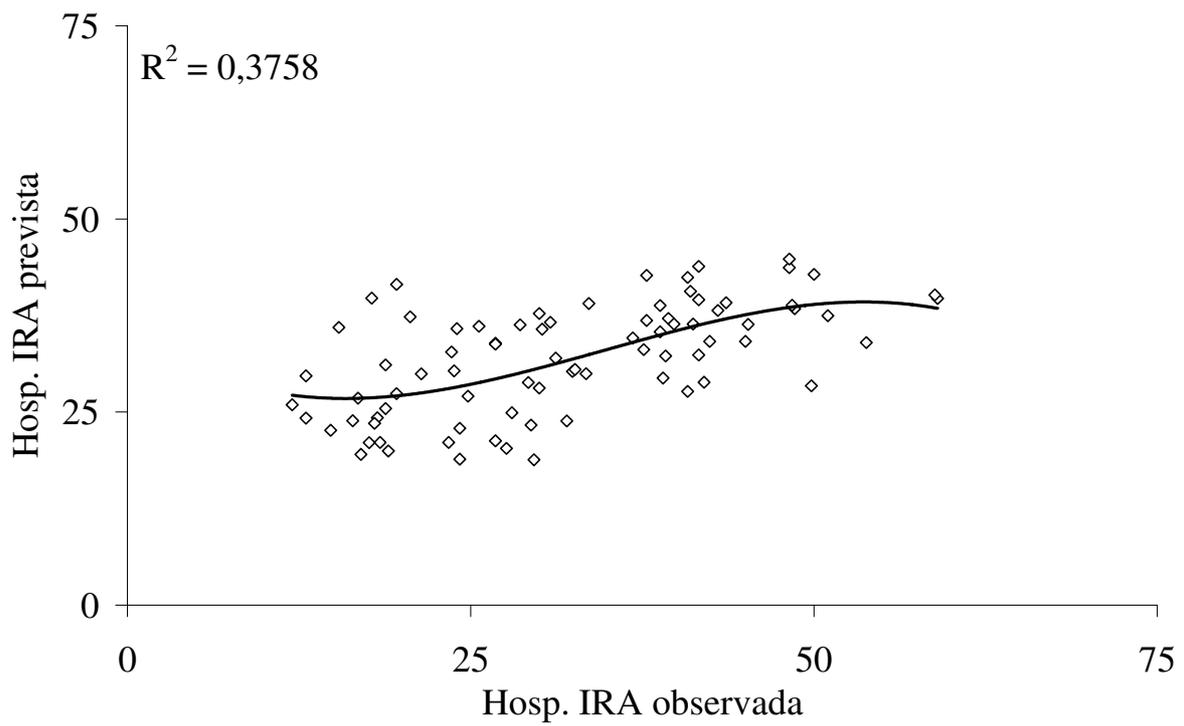


Figura 26. Previsto x observado CP 2 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

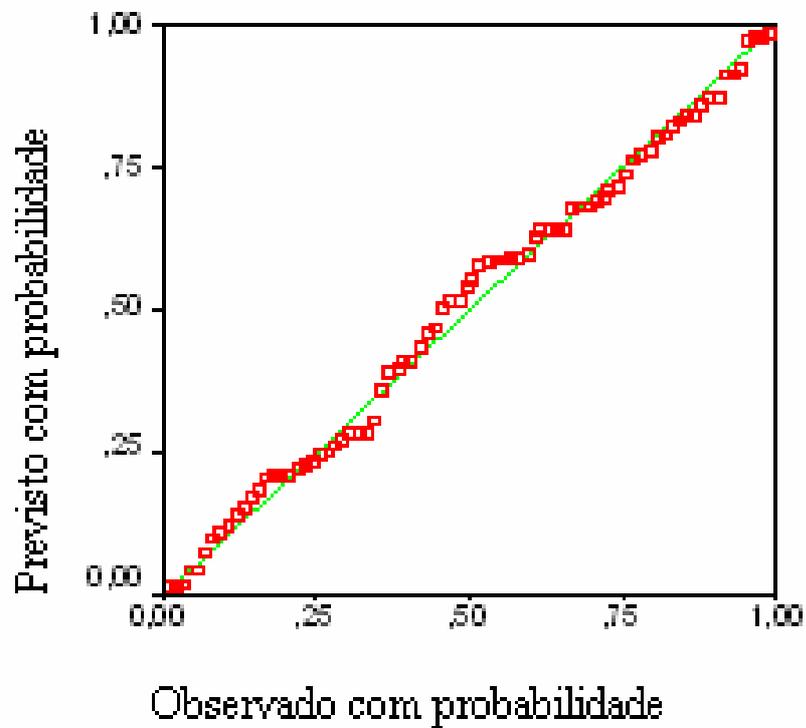


Figura 27. Previsto x Observado CP 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

As Figuras 32 e 33 mostram as distribuições espaciais do previsto versus o observado e a distribuição normal com probabilidade respectivamente, onde através da linha de tendência encontramos o $R^2 = 0,3758$, com relação a CP 2. Desta maneira podemos afirmar estatisticamente que as variáveis que melhor explicam a morbidade de Hospitalização por Ira em menores de 5 anos são as variáveis preditoras da CP 2.

4.3. Incidência de diarreia

Para tal morbidade foi feita a ACP utilizando o método de extração das CPs, sendo que os valores foram truncados acima de 1 na matriz do autovalores e o total da variância explicada foi igual a 77% (Figura 34).

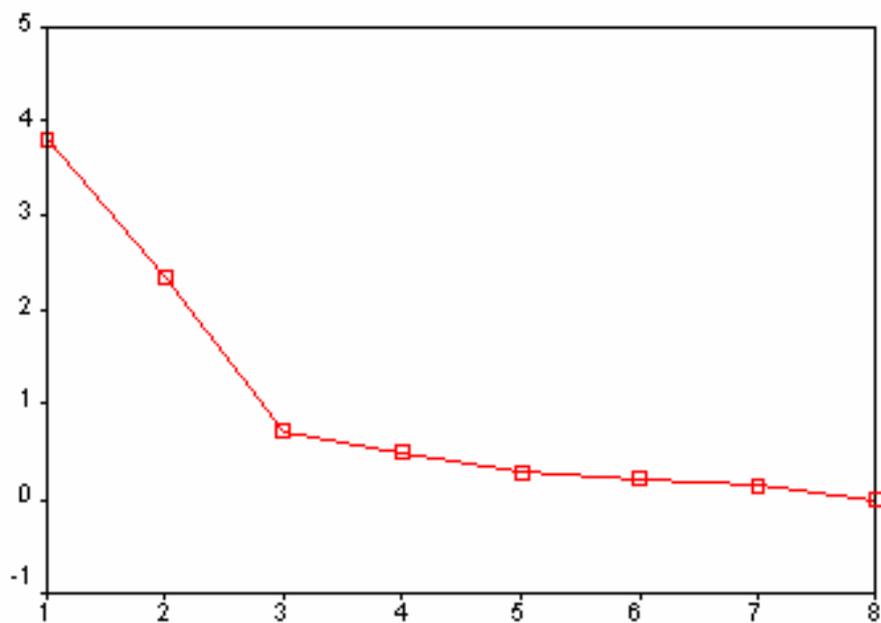


Figura 28. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta forma foi verificada a formação de 2 CPs através da matriz da componente rotacionada, formatada através do método de análise de componentes principais e rotacionada através do método da varimax com a normalização Kaiser.

Tabela 4. Matriz da componente rotacionada da Incidência de diarreia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 3 interações

	Componentes	
	1	2
Diarreia	0,300	0,817
Pressão (hPa)	-0,824	-0,145
Temp. máx. (°C)	0,910	-0,364
Temp. min. (°C)	0,887	0,215
Amp. Térmica (°C)	0,662	-0,647
Umid, Relativa (%)	-0,606	0,646
Precipitação (mm)	-0,164	0,8425
Vel Vento (m s ⁻¹)	-3,32 E-02	-0,724

Logo observamos que para a 1ª CP temos as seguintes variáveis preditoras; Pressão (negativo), Temperatura Máxima (positivo), Temperatura Mínima (positivo), Amplitude Térmica (positivo), Umidade Relativa do Ar (negativo).

Através do grupo de variáveis preditoras formado com a 1ª CP, foi feita a regressão linear Multivariada, onde foi encontrado o valor previsto tendo $R^2 = 0,4878$ (Figuras 35 e 36).

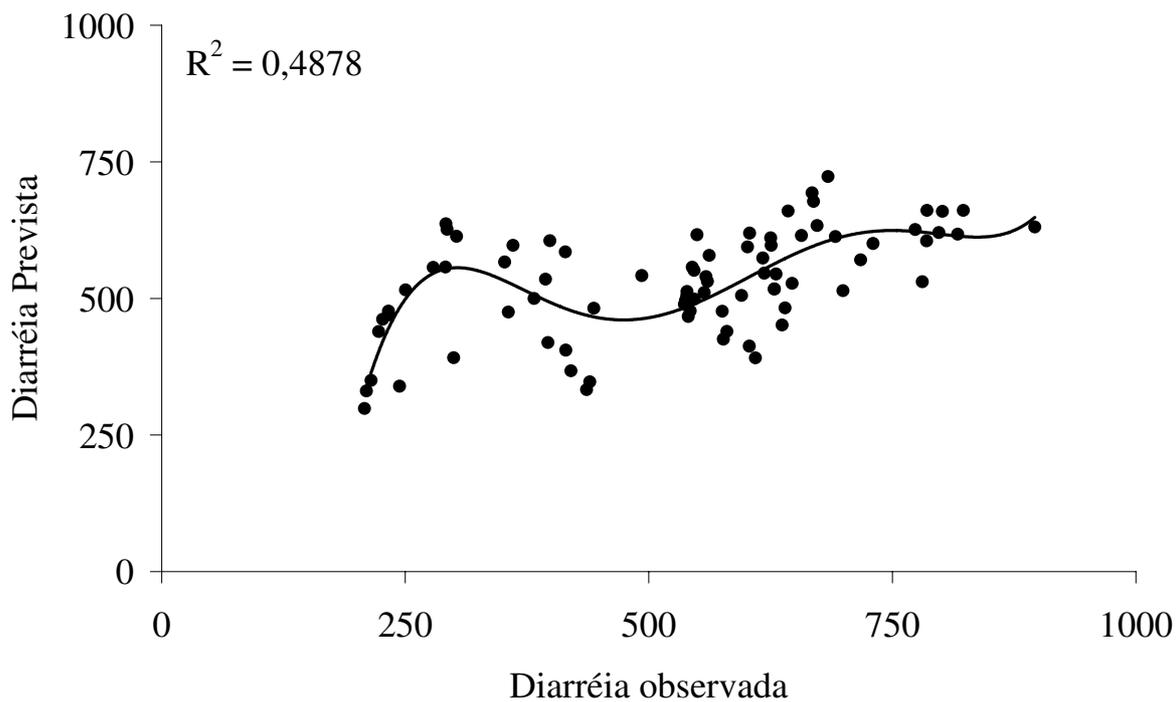


Figura 29. Diarréia observada x prevista 1ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

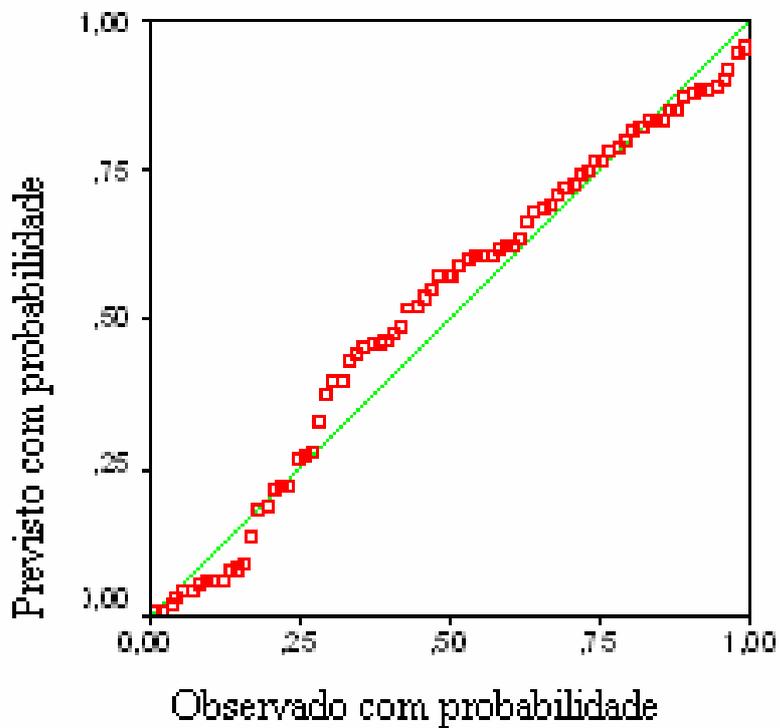


Figura 30. Probabilidade Normal da 1ªCP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta maneira podemos verificar nas Figuras 35 e 36 que a probabilidade Normal para o modelo adotado, ao longo da série, na maioria da observação, superestima os valores da morbidade.

Para a 2ª CP, obtivemos o seguinte grupo de variáveis preditoras; Amplitude Térmica (negativo), Umidade Relativa (positivo), Precipitação (positivo), Velocidade do Vento (negativo).

Com estas informações acima, foi feita a regressão linear multivariada, levando em consideração o grupo de variáveis preditoras encontradas acima, sendo que o coeficiente de determinação encontrado foi de 59,33% (Figura 37 e 38).

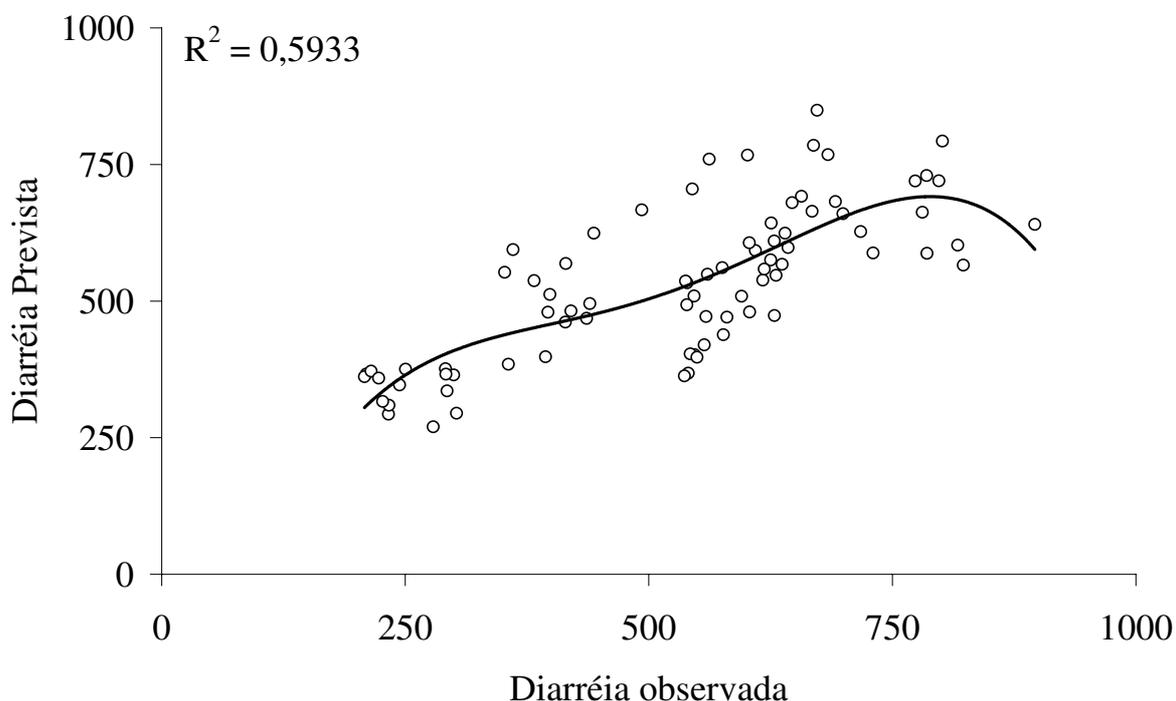


Figura 31. Diarréia observada x prevista 2ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

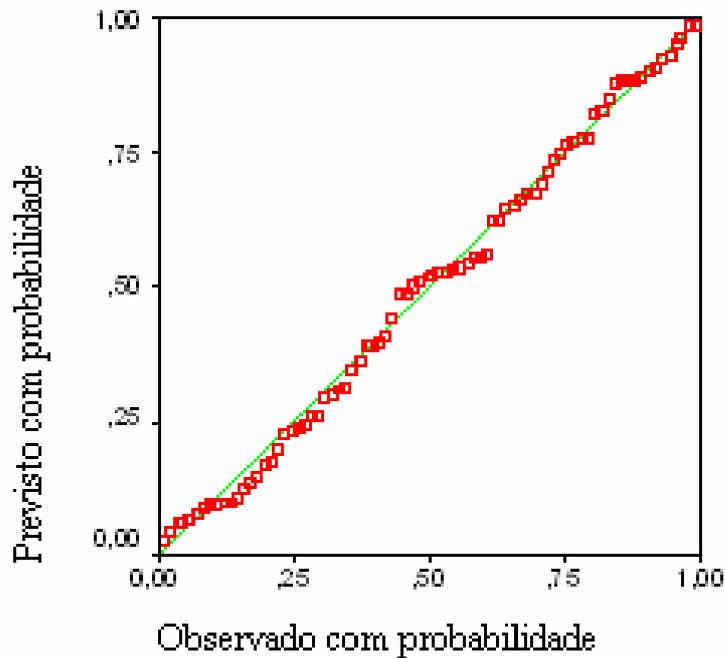


Figura 38. Probabilidade Normal da 2ª CP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta maneira afirmar-se estatisticamente que o grupo de variáveis preditoras que melhor representam a morbidade Diarréias Totais, são as da 2ª CP, desta forma é formatada uma equação polinomial da seguinte forma:

$$(Diarreia) = -2E - 8(Tx - Tn)^4 + 4E - 5(Ur)^3 - 0,0257(Pr)^2 + 8,5035(V) - 633,94 \quad (23)$$

4.4. Incidência de Hipertensão

Para a morbidade acima foi feita a ACP utilizando o método de extração das CPs, sendo que os valores foram truncados acima de 1 na matriz do autovalores e o total da variância explicada foi igual a 83,3% (Figura 39).

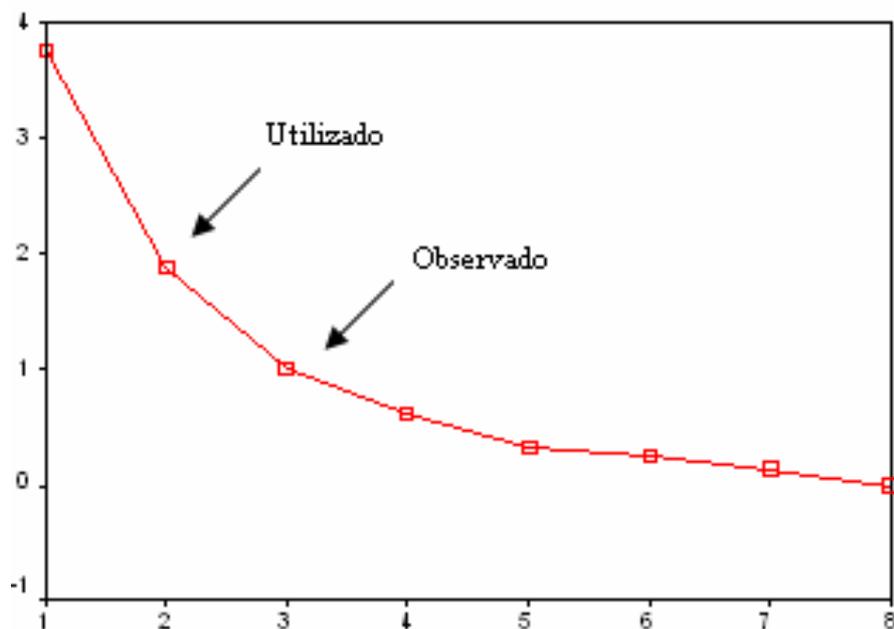


Figura 33. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta forma foi verificada a formação de 3 CPs através da matriz da componente rotacionada, entretanto para este caso iremos levar em consideração apenas as duas primeiras componentes, devido a componentes principal 3 ser a própria variável dependente, (Tabela 6).

Tabela 5. Componentes Rotacionada da incidência de hipertensos na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 6 interações

	Componentes		
	1	2	3
Hipertensão	-0,135	8,693 E-02	0,162
Pressão (hPa)	-0,877	-1,95 E -02	0,259
Temp. máx. (°C)	0,801	0,512	-8,38 E -02
Temp. min. (°C)	0,935	-3,64 E 02	0,415
Amp. Térmica (°C)	0,479	0,732	-0,145
Umidade Relativa (%)	-0,443	-0,764	-0,202
Precipitação (mm)	-1,38 E -02	-0,799	-0,231
Vel Vento (m s ⁻¹)	-0,178	0,786	0,931

Logo observamos que para a 1ª CP temos as seguintes variáveis predictoras; Pressão (negativo), Temperatura Máxima (positivo), Temperatura Mínima (positivo).

Com estas informações acima, foi feita a regressão linear multivariada, levando em consideração o grupo de variáveis predictoras encontradas acima, sendo que o $R^2 = 0,276$ (Figuras 40 e 41).

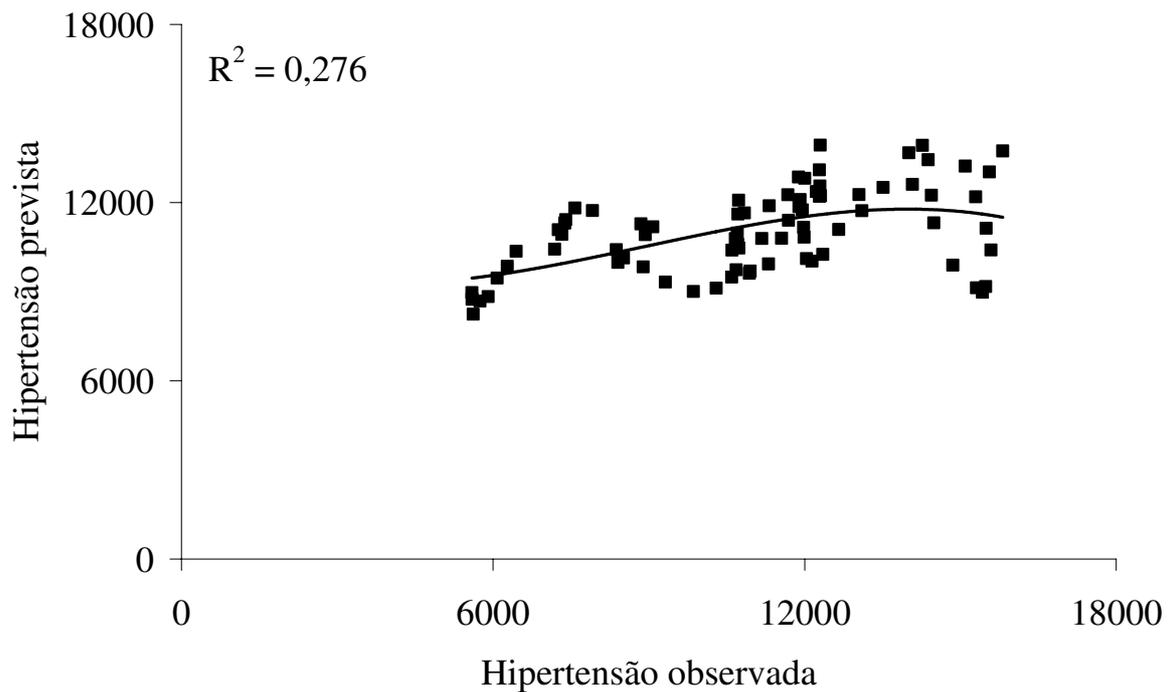


Figura 34. Hipertensão observada x prevista 1ª CP na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

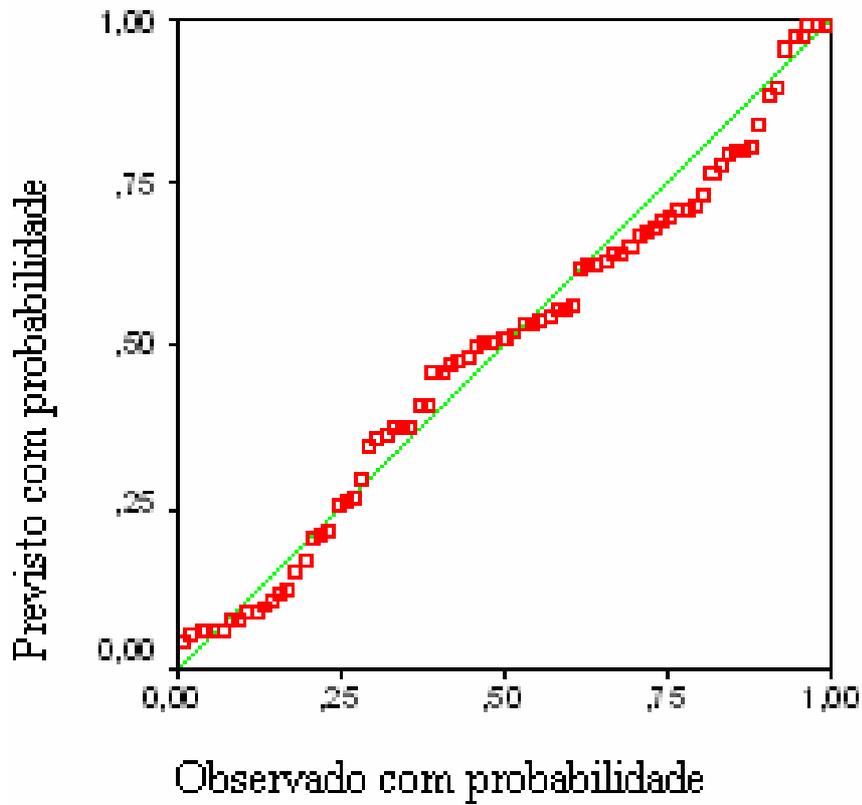


Figura 35. Probabilidade Normal da 1ª CP (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Já para a segunda CP, obteve-se o seguinte grupo de variáveis predictoras; Amplitude Térmica (positivo), Umidade Relativa (negativo), Precipitação (negativo), Velocidade do Vento (positivo).

Com estas informações acima, foi feita a regressão linear multivariada, levando em consideração o grupo de variáveis predictoras encontradas acima, sendo que o coeficiente de determinação encontrado foi de 33% (Figuras 42 e 43).

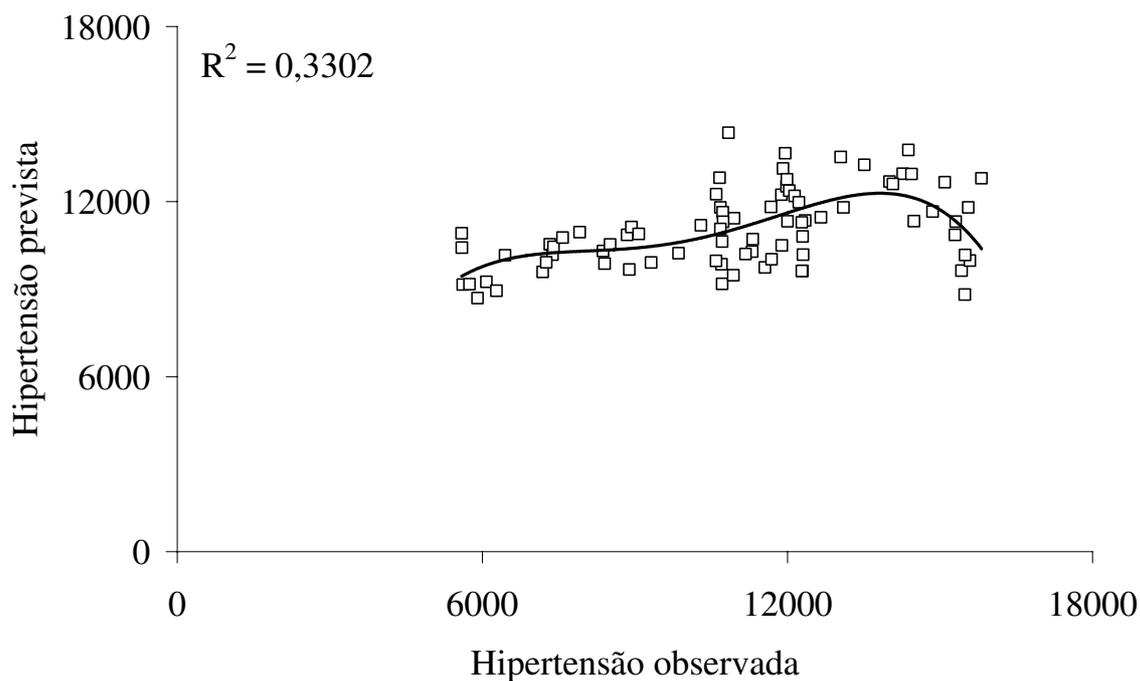


Figura 36. Hipertensão observada X prevista CP 2 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

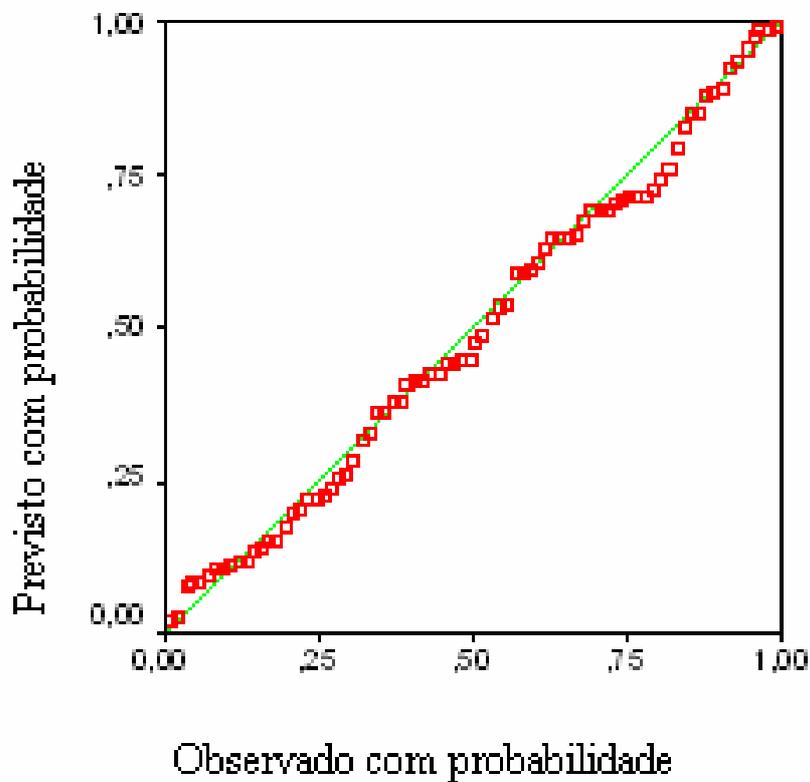


Figura 37. Probabilidade Normal do Fator 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta forma, levando em consideração a estatística aplicada, observamos que o grupo de variáveis preditoras que melhor explicam a morbidade Hipertensão são as do fator 2 nos dando a seguinte equação polinomial de 4 grau:

$$(Hipert) = -5E - 12(Tx - Tn)^4 + 2E - 7(Ur)^3 - 0,0026(Pr)^2 + 16,254(V) - 27345 \quad (24)$$

4.5. Incidência de IRA

Para a morbidade acima foi feita a ACP utilizando o método de extração das CPs, sendo que os valores foram truncados acima de 1 na matriz do autovalores e o total da variância explicada foi igual a 74% (Figura 44).

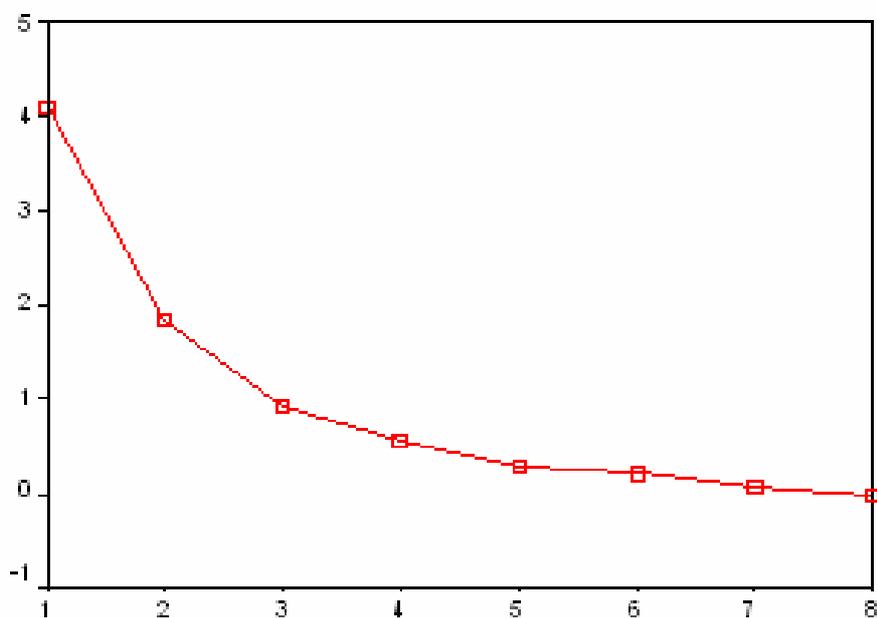


Figura 38. Teste de Inércia na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Desta forma foi verificada a formação de 2 CPs através da matriz da componente rotacionada, formatada através do método de ACP e rotacionada através do método da varimax com a normalização Kaiser, como podemos observar na Tabela 7.

Tabela 6. Matriz da Componente Rotacionada Caso de IRA na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 3 iterações

	Componentes	
	1	2
Casos de IRA	0,704	-0,171
Pressão (hPa)	1,986 E -02	-0,870
Temp. máx. (°C)	-0,519	0,812
Temp. min. (°C)	2,894 E -02	0,927
Amp. Térmica (°C)	-0,738	0,500
Umid, Relativa (%)	0,748	-0,449
Precipitação (mm)	0,852	-5,90 E -03
Vel Vento (m s ⁻¹)	-0,742	-0,181

Logo observamos que para a 1ª CP temos as seguintes variáveis preditoras; Temperatura Máxima (negativa), Amplitude Térmica (negativa), Umidade Relativa (positiva), Precipitação (positiva), Velocidade do Vento (negativa).

Com estas informações acima, foi feita a regressão linear multivariada, levando em consideração o grupo de variáveis preditoras encontradas acima, sendo que o coeficiente de determinação encontrado foi de 69,55% (Figuras 45 e 46).

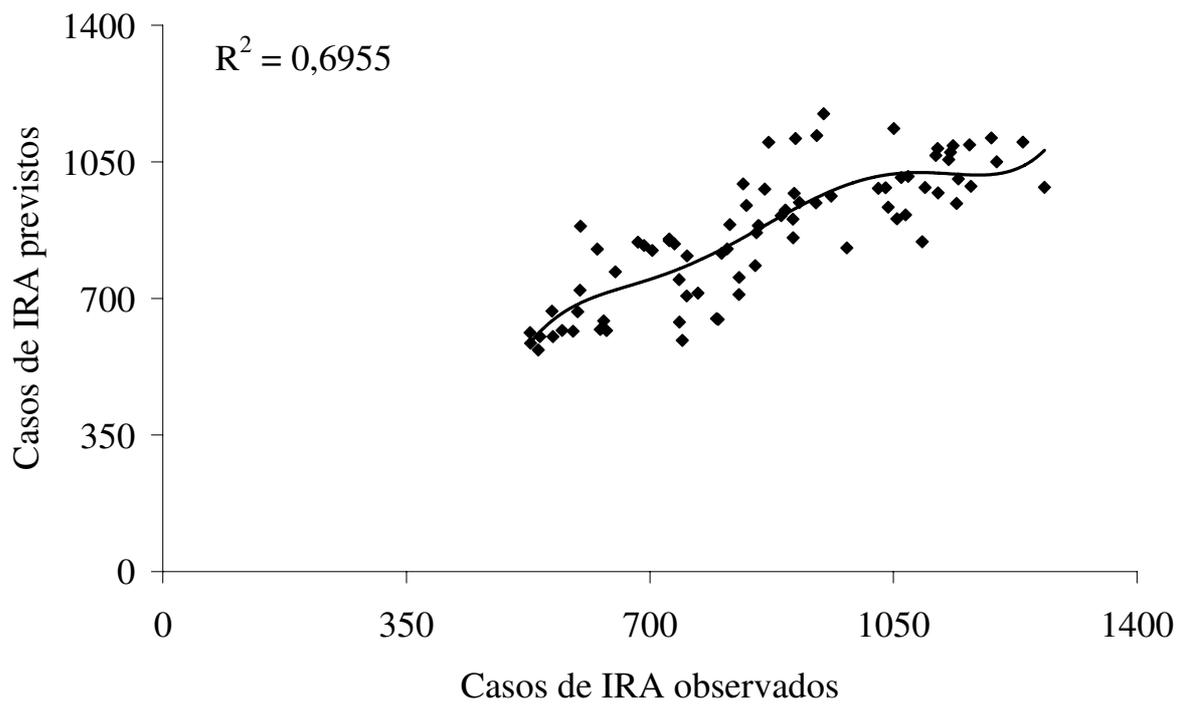


Figura 39. IRA total Observado x previsto fator 1 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

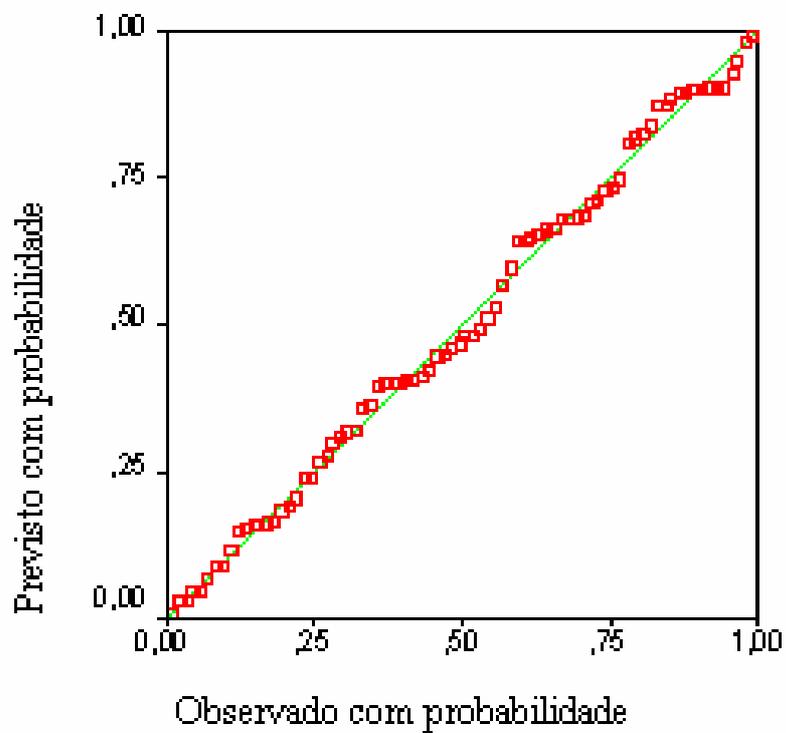


Figura 40. Probabilidade Normal fator 1 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Já para a 2ª CP temos que as variáveis preditoras encontradas foram as seguintes; Pressão (negativo), Temperatura Máxima (positivo), Temperatura Mínima (positivo), Amplitude Térmica (positivo).

Com estas informações acima, foi feita a regressão linear multivariada, levando em consideração o grupo de variáveis preditoras encontradas acima, sendo que o coeficiente de determinação encontrado foi de 22,14% (Figuras 47 e 48).

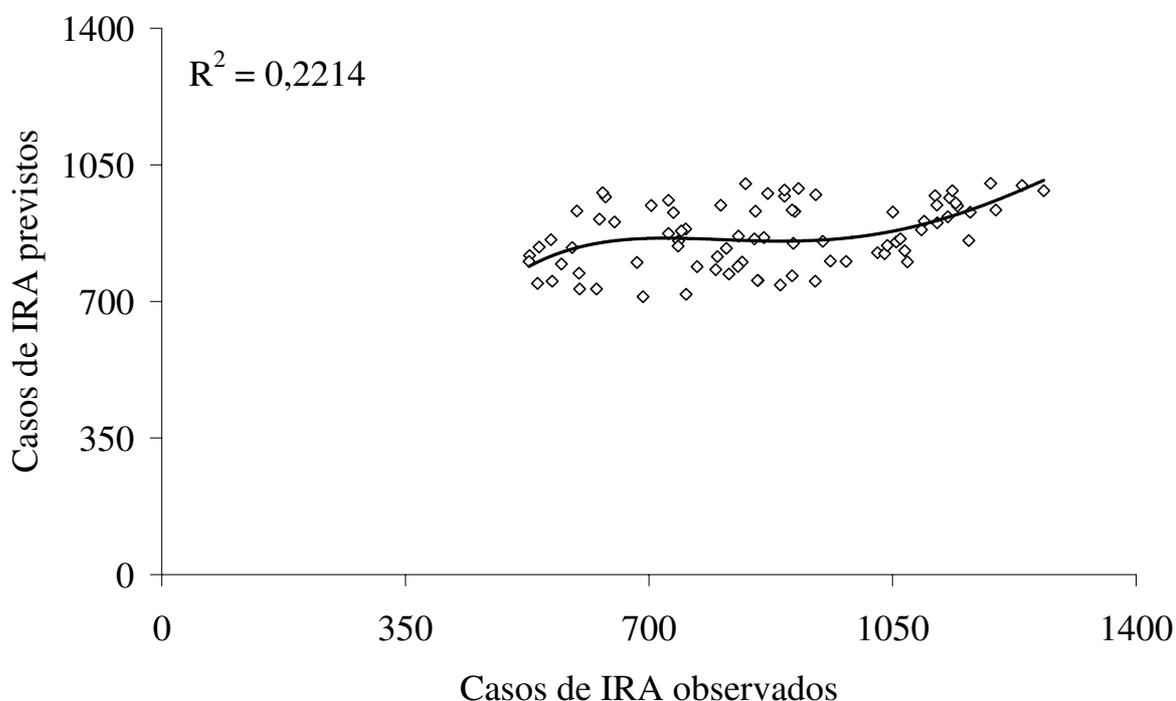


Figura 41. IRA total observada x prevista fator 2 na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

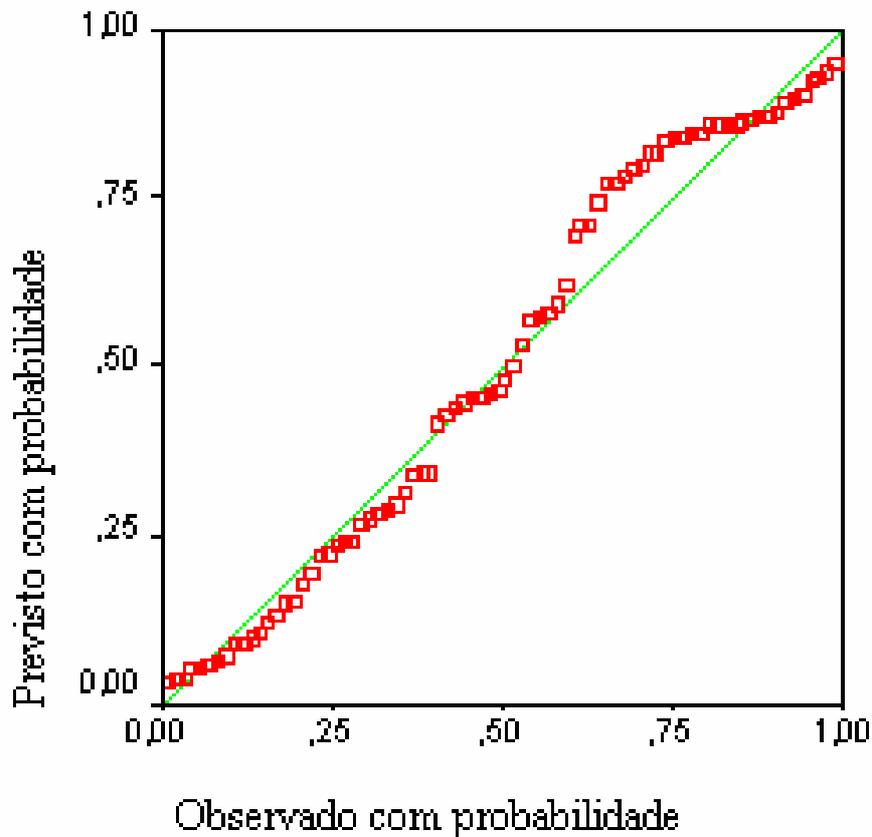


Figura 42. Probabilidade Normal para o fator 2 (SPSS) na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2006

Com os resultados observados acima, verificamos estatisticamente que as variáveis predictoras que explicaram melhor a incidência da morbidade estudada foram as da 1ª CP, onde o $R^2 = 0,695$, formatando assim uma equação polinomial de 5 grau da seguinte forma.

$$(IRA) = 5E - 11(Tx)^5 - 2E - 7(Tx - Tn)^4 + 0,0004(Ur)^3 - 0,3454(Pr)^2 + 144,1(V) - 23062 \quad (25)$$

5. CONCLUSÕES

O clima tem uma influência na incidência das morbidades estudadas. Sendo assim, as variações climáticas em uma determinada região têm importância, pois se podem traçar metas para prevenir as conseqüências para a saúde humana de eventos climáticos extremos.

Para as morbidades estudadas, conclui-se que;

1. Hospitalização por desidratação em menores de 5 anos, a incidência de desidratação nesta faixa etária de crianças obteve duas Componentes Principais onde foram verificadas características peculiares em cada uma delas. Esta morbidade teve as seguintes relações; diretamente proporcional a temperatura máxima, velocidade do vento e amplitude térmica e inversamente proporcional à umidade relativa e precipitação pluvial.

2. Hospitalização por IRA em menores de 5 anos, esta morbidade é diretamente proporcional a temperatura máxima, temperatura mínima e amplitude térmica e inversamente proporcional a precipitação e umidade relativa do ar, onde deduz-se que este caso em especial tem uma maior incidência em períodos secos levando em consideração a baixa umidade que propicia um aumento nos casos alérgicos.

3. Incidência de diarreia, teve uma variação diretamente proporcional à umidade relativa e precipitação e inversamente proporcional a amplitude térmica e velocidade do vento. Com isso presume-se que as questões de falta de higiene e de saneamento básico estão ligadas diretamente com tal morbidade.

4. Incidência de hipertensão, não foi encontrado um bom coeficiente de determinação. Pois se trata de uma morbidade que tem como característica principal o seu acréscimo em eventos extremos de frio e calor, e de curta duração.

5. Incidência de IRA(valores totais observados), é diretamente proporcional a umidade relativa e a precipitação e inversamente proporcional a temperatura máxima, amplitude térmica e a velocidade do vento. Tal morbidade tem seu ápice no período mais frio, ou seja, está relacionada com o período chuvoso e de menor temperatura.

6. É importante a determinação dos períodos críticos das morbidades, para traçar estratégias de combate por parte de médicos e virologistas que diminuam as conseqüências dessas infecções, que em sua maioria atingem idosos e crianças.

Sugere-se para trabalhos futuros, a obtenção de dados de materiais particulados dispersos no ar, para correlacionar com as variáveis meteorológicas, e a utilização de modelos de previsão numérica do tempo, para prevenir a ocorrência de morbidades que tenham correlação com o clima.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, M.; Finn, E.J.; Física, 1999, Editora Addison Wesley Longman Ltd.

Aragão, J. O. R. Roucou, P.; Harzallah, A.; Fontaine, B.; Janicot, S. Variabilité Atmosphérique sur le Nordeste Brésilien dans le Modèle de Circulation Générale de Lmd (1970-1988), Publications de l'association Internationale de Climatologie, Vol. 7, P.432-438, Toulouse-França, 1994.

Aragão, J.O.R. Um Estudo da Estrutura das Perturbações Sinóticas do Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado em Meteorologia - São José dos Campos - SP, Inpe, 47 P., 1975.

Araújo, R.A.F. Uma contribuição ao estudo do clima urbano através de medições de temperatura nas áreas de asfalto, paralelepípedo e areia. Trabalho Acadêmico Orientado, Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campina Grande, 2004, 34 p.

Artaxo, P.; Correia, A.L.; Maenhaut, W.. *“Measurements of Atmospheric Aerosols in the Antarctic Peninsula From 1985 to 1996”*. Melbourne 1997 .

- Besancenot, J. P. Le Climat et la Santé. (Org. Dubrevil, V. Et Marchand, J. P. “Le Climat, L’eau et les Homes.”. France, Presses Universitaires de Rennes. 1997 (Pp. 87-104).
- Blacklow, N.R. & Greenberg, H.B. (1991). “*Viral Gastroenteritis*”. N. Engl. J. Med., 325: 252-64.
- Botelho, C.; Correia, A.L.; Silva, A.M.C.; Macedo, A.G.; Silva, C.O.S. *Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória Aguda (IRA)*. Cadernos de Saúde Pública, Rio De Janeiro, V. 19, 2003.
- Botelho, C., 1999. *Os Males da Poluição*. Informativo Da SBPT, 4:11.
- Braga, C. C. Inter-Relações entre padrões de Índice de Vegetação e de Pluviometria no Nordeste Brasileiro. 2000. 129p. Tese (Doutorado Em Recursos Naturais) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.
- Bricks, F. L., 1998. *Utilização De Medicamentos No Tratamento De Infecções Respiratórias Agudas (Ira)*. Revista Paulista De Pediatria, 16(Sup):24.
- Calbete, N.O.; Lemos, C.F. Sistemas Frontais Que Aturam No Litoral De 1987 A 1995, Climanálise Edição Comemorativa De 10 Anos, 1996.
- Cavalcante, Erica Renata Do Nascimento; “Estudo Da Possível Influência Dos Parâmetros Climáticos No Organismo Das Pessoas Na Paraíba”. Relatório Final De Iniciação Científica, Agosto De 2001, UFPB.
- Checkley, W.; D. L.; Gilman, R. H.; Figueroa, D.; Cama, R.I.; Patz, J. A.; Black, R. E.. “*Effects Of Ambient Temperature On Hospital Admissions For Diarrheas Diseases In Peruvian Children*”. The Lancet, V. 355, P. 442 – 450, Fev. 5, 2000.
- Colwell, R.; Patz, J. A.; *Climate, Infectious Disease And Health – An Interdisciplinary Perspective*. American Academy Of Microbiology, 1998.

- Crawford, V. L. S.; Mccann, M.; Stout, R.W.; “*Changes In Seasonal Deaths From Myocardial Infarction.*”. Q J Med 96:45–52, (2003).
- Da Silva, D.F. Influência Da Variabilidade Climática Interanual Na Hidrologia Da Bacia Do Rio São Francisco, Trabalho De Conclusão De Curso (Bacharelado Em Meteorologia), Universidade Federal De Alagoas – Ufal, 2003.
- Denny, F. W. & Loda, F. A., 1986. *Acute Respiratory Infections Are The Leading Cause Of Death In Children In Developing Countries.* American Journal of Tropical Medicine And Hygiene, 35:1-2.
- Diaz. J.; Garcia, R.; Castro, F. V.; Hernandez, E.; Lopes, A.; Otero, A.; “Effects Of Extremely Hot Days On People Older Than 65 Years In Seville (Spain) Form 1986 To 1997”. Journal of Biometeorology, 2002, 46: 145 – 149.
- Donaldson G.C., Keatinge W.R. “*Early Increases In Ischaemic Heart Disease Mortality Dissociated From And Later Changes Associated With Respiratory Mortality After Cold Weather In South East England.*” (1997) J Epidemiol Community Health 51:643–648.
- Duchiade, M. P.; “*Poluição Do Ar E Doenças Respiratórias: Uma Revisão*”; Departamento De Epidemiologia E Métodos Quantitativos Em Saúde Da Escola Nacional De Saúde Pública. Caderno Saúde Pública. Rio De Janeiro, 8 (3): 311 – 330, Jul/Set, 1992.
- Gomes Filho, M. F.; “*Um Estudo De Casos De Doenças Respiratórias E Crianças De 0 A 4 Anos Em Campina Grande – Pb E Sua Relação Com O Clima*”; 2000.
- Gomes Filho, M.F. A Study of Differencial Albedo and Orographical Influence on The Atmospheric Circulation Application to Northeast Brazil. Master Thesis Presented At The Institute For Space Research, Inpe, 1640.Tdl/015, 85pp, 1979.

- González ,S.; Díaz , J.; Pajares, M.S.; Alberdi,J.C. ; Otero , A.; López ,C. ; “*Relationship Between Atmospheric Pressure And Mortality In The Madrid Autonomous Region: A Time-Series Study*” . Int. J. Biometeorology (2001) 45:34–40
- Guedes, R. L. Condições De Grande Escala Associadas A Sistemas Convectivos De Meso-Escala Sobre A Região Central Da América Do Sul. Dissertação De Mestrado, Universidade De São Paulo (Sp) - Iag/Usp, 89pp, 1985.
- Hastenrath, S.; Heller, L. Dynamics Of Climatic Hazards In Northeast Brazil. Quarterly, Journal Of The Royal Meteorological Society, N° 103, V. 435, P.77-92, Jan. 1977.
- Hobbs, J. E. Weather And Human Behavior. Applied Climatology: A Study Of Atmospheric Resources. New York, Dawson West View Press, 1980.
- Holland, W. W.; Bennett, A. E.; Cameron, I. R.; Florey, C. V.; Leeder, S. P.; Schilling, R. S. F.; Swan, A. V. & Waller , R. R., 1979. “*Health Effects Of Particulate Pollution: Reappraising The Evidence: Special Issue On Particulate Air Pollution.*” American Journal Of Epidemiology, 110: 525-679.
- Huffman, S. L. E Martin, L., 1994. *Child Nutrition, Birth Spacing, And Child Mortality-Acute Respiratory Infections And Child Nutrition.* Annals New York Academy Of Science, 709:236-247.
- Junger, W.; Cruz,J. C.; Cunha, C. Da; Leon, A. P. De; Mendonça G. A. E S.; “*Poluição Do Ar E Efeitos Na Saúde: Uma Abordagem Dos Estudos De Séries Temporais De 200 À 2002.*” Programa De Investigação Qualidade Do Ar E Efeitos Na Saúde - Ares – Rio; Mestrando Em Engenharia Elétrica, Área De Concentração Métodos De Apoio À Decisão Na Puc-Rio. Universidade Do Estado Do Rio De Janeiro. Instituto De Medicina Social.

- Karl Tr, Knight Rw, Plummer N (1995); “*Trends In High-Frequency Climate Variability In The Twentieth Century*”. Nature Magazine, 377:217– 220.
- Kousky, V. E.; Frontal Influences On Northeast Brazil, Monthly Weather Review, V.107, N° 9, P. 1140-1153, 1979.
- Laaidi, M; Laaidi, Ka; Besancenot, Jean-Pierre; “*Temperature-Related Mortality In France, A Comparison Between Regions With Different Climates From The Perspective Of Global Warming*”. International Journal Of Biometeorology, Doi
- Lacava, C. I. V. Influências De Zonas De Convergência Na Organização Da Convecção Tropical Sobre O Neb. Dissertação De Mestrado Em Meteorologia, (Publicação Dca/Cmm – Td), Campina Grande-Pb, 117 P., Março De 1995.
- Lanska, D.J.; Hoffmann, R. G.; Seasonal Variotion In Strok Mortality Rates. American Academy O Neurology, 1999, 52:984.
- Leão, M.A.C. Princípios de Biofísica. 2ª Edição, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1982, 510p.
- Leowski, J., 1986. *Mortality From Acute Respiratory Infection In Children Under 5 Years Of Age: Global Estimares*. World Health Statistics Quarterly, 39:138-144.
- Lima, Edivania De Araújo; “Previsão Da Distribuição Espacial Dos Casos De Dengue No Estado De Alagoas A Partir Da Precipitação Obtida Por Modelos Atmosféricos Regionais.” Universidade Federal De Campina Grande – Ufcg, 65 P: Il. Dissertação (Metrado). Ufcg/Cct/Dca. Março De 2005.
- Lima, M. C. De; Variabilidade Da Precipitação No Litoral Leste Da Região Nordeste Do Brasil. (Dissertação De Mestrado Em Meteorologia), Inpe, São José Dos Campos – Sp, Junho De 1991.

- Lin, C. A.; Martins, M. A.; Farhat, S. C.; Pope 3rd., C. A.; Conceição, G. M.; Anastácio, V. M.; Hatanaka, M.; Andrade, W. C.; Hamaue, W. R.; Böhm, G. M. & Saldiva, P. H. N., 1999. *Air Pollution And Respiratory Illness Of Children In São Paulo, Brazil. Paediatric And Perinatal Epidemiology*,13:475-488
- McMichael, A. J.; Kovats, R. S.; “Strategies For Assessing Health Impacts Of Global Environmental Changes.” In: Crabbé P. Et Al., Eds. Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional An Global Environmental And Human Healt. Dordrecht, Kluwer Academic Publish, 2000. P. 217 – 231.
- McMichael, A. J.; Kovats, R. S.; Strategies For Assessing Health Impacts For 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.
- Melo, A.B.C.; Nobre, P.; Melo, M.L.D.; Santana, S.C.; “*Estudo Climatológico Da Posição Da Zcit No Atlântico Equatorial E Sua Influência Sobre O Nordeste Do Brasil*” , 2000.
- Melo, S. C. & Teixeira, R. L., Distribuição, Reprodução E Alimentação De *Cathorops Spixii* E *Arius Rugispinis* (Pisces, Ariidae) Do Complexo Mundaú/Manguaba, Maceió, Al. *Revista Brasileira De Biologia*, 52(1): 169-180, 1992.
- Molion, L. C. B.; Bernardo, S.O. Dinâmica Das Chuvas Sobre O Nordeste Brasileiro, In: Xi Congresso Brasileiro De Meteorologia. Anais Sociedade Brasileira De Meteorologia – Sbmec CI00132, Rio De Janeiro, Rj, 1 Cd-Rom, 2000.
- Molion, L. C. B.; Bernardo, S.O. Uma Revisão Das Chuvas No Nordeste Brasileiro, *Revista Brasileira De Meteorologia- Sbmec*, V.17, Nº01, P. 1-10, 2002.

- Montero Jc, Mirón Ij, Díaz J, Alberdi Jc (1997) “*Influencia De Variables Atmosféricas Sobre La Mortalidad Por Enfermedades Respiratorias Y Cardiovasculares En Los Mayores De 65 Años Em La Comunidad De Madrid.*” *Gac Sanit* 11:164–170.
- Mota, Maria Aurora Santos Da ; Et Al. “*Possível Influência Das Condições Climáticas Na Ocorrência De Infecção Por Rotavírus Em Belém-Pa*”, Congresso Brasileiro De Biometeorologia 2006.
- Moura, A .D.; Shukla, D. On The Dynamics Of Droughts In Northeast Brazil: Observations, Theory And Numerical Experiments With A General Circulation Model. *Journal Of The Atmospheric Sciences*, V. 38, 2653-2675, 1981.
- Niobey, F. M. L.; Duchiate, M. P.; Vasconcelos, A. G. G.; Carvalho, M. L.; Leal, M. C. & Valente, J. C., 1992. *Fatores De Risco Para Morte Por Pneumonia Em Menores De Um Ano Em Região Metropolitana Do Sudeste Do Brasil. Um Estudo De Tipo Caso-Controle. Revista De Saúde Pública*,26:229-238.
- Nobre, C. A.; Molion, L. C. B. The Climatology Of Droughts And Droughts Prediction, In: *Impacts Of Climatic Variation On Agriculture*, V. 2: Assesments In Semi-Arid Regions, M. P. Parry, T.R. Carter, N.T. Konijin (Eds.), D. Reidel Pub. Co., P. 764, 1987.
- Nunes, M. S.; Restivo, P. C. N. & Valença, L. M., 2000. *Infecção Das Vias Aéreas Superiores (Ivas): Um Levantamento Dos Atendimentos Na Emergência Do Hospital Regional Do Gama (Hrg), Df, Durante O Ano De 1999. Jornal De Pneumologia*, 26(Sup.):3.
- O’neill, S.M.; Hajat, S.; Zanobetti, A.; Aguilar, M. R.; Schwartz, J.; “*Impact Of Control For Air Pollution And Respiratory Epidemics On The Estimated Associations Of Temperature And Daily Mortality*”, *Journal Of Biometeorology*, 2005, 50: 121 – 129.

Obasi, G. O. P.; *Weather, Climate And Health*. Wmo, 1999

Pan, W.H.; Li, L.A.; Tsai, M.J. (1995); “*Temperature Extremes And Mortality From Coronary Heart Disease And Cerebral Infarction In Elderly Chinese.*” *Lancet* 345:353–355.

Pereira, J. C. R.; Saldiva, P. H. N. & Braga, A. L. F., 1995. *Poluição Atmosférica E Internação De Crianças Por Doenças Respiratórias. Arquivos Brasileiros De Pediatria*,2:65-66.

Piton, Sandra Elisa Contri; Domingos, Amanda Érica.; “Tempo E Doenças: Efeito Dos Parâmetros Climáticos Nas Crises Hipertensivas Nos Moradores De Santa Gertrudes – Sp”. *Estudos Geográficos, Rio Claro*, 2(1): 75:86, Junho De 2004 (Issn 1678).

Rouquayrol, M. Z. *Epidemiologia E Saúde*. 4º Ed. Rio De Janeiro: Medse, 1994. 540p.

Saldiva, P. H. N.; Lichtenfels, A. J. F. C.; Paiva, P.S. O., Barone; I. A. & Martins, M. A., 1994. *Association Between Air Pollution And Mortality Due To Respiratory Diseases In Children In São Paulo, Brazil: A Preliminar Report. Environmental Research*, 65:218-225.

Sales, J. A., 1978. *Meteorologia e Poluição do ar*. Rio De Janeiro: Feema.

Sartori, M. G. B. *Clima E Percepção*. (Vol. 1 E 2). }Tese De Doutorado. Faculdade De Filosofia Letras E Ciências Humanas. Usp, Sp, 2000.

Serra, A. *Climatologia Médica. Boletim Geografia*, 33 (240): 89-107, Mai/Jun. 1987.

Sounis, E. “*Epidemiologia Aplicada. Livraria Atheneu.*” Rio De Janeiro. 1985 .

Sousa, Nadja Maria Do Nascimento. “*Influência Das Variáveis Meteorológicas Sobre A Incidência De Dengue, Meningite E Pneumonia Em Campina Grande E João Pessoa.*”

Universidade Federal De Campina Grande – Ufcg, 65 P: II. Dissertação (Mestrado).
Ufcg/Cct/Dca. Cdu: 551.586. Março De 2003.

Souza, C. A.; Damião, M. C.; Alves; L. M. Atuação De Vórtices Ciclônicos Em Altos Níveis
Nos Meses De Verão De 2000/2001 (Parte A). In: Xii Congresso Brasileiro De
Agrometeorologia e III Reunião Latino-Americana

Taranto, J. A. & Sologuren, M. J. J., 2000. *Pneumonias Nas Crianças: Sexo, Idade E Padrão
Sazonal. Jornal De Pneumologia*,26(Sup.):S45.

Tromp, S. W. *Biometeorology - The Impact Of The Weather And Climate On Human And
Their Environment (Animals And Plants)*. Editor L.C. Thomas, Heyden & Son Ltd.
1980.

Uvo, C. B.. *A Zona De Convergência Intertropical (Zcit) e Sua Relação Com A Precipitação
Na Região Norte Do Nordeste Brasileiro*. Dissertação De Mestrado Em Meteorologia,
Inpe. São José Dos Campos, Sp. 1989.

Varejão Silva, M. A. *Meteorologia E Climatologia*, 2ª Edição, Pax Gráfica e Editora, 532 P.,
Brasília – Df, Julho De 2001.

Velasco, I.; Fritsch, J. M.; *Meso-scale Convective Complexes In The Americas*. *Journal
Geophysic Research*, Nº 92, D8, P. 9591-9613, 1987.

Vianello, R. L.; Alves, A. R. *Meteorologia Básica E Aplicações*, Editora UFV, Universidade
Federal De Viçosa, 449 P., 1ª edição 1991, 1ª reimpressão 2000. 499p.:il.