



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS
NATURAIS
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**



**INFLUÊNCIA E CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS
COM INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E DIABETES *MELLITUS***

HERONIDES DOS SANTOS PEREIRA

CAMPINA GRANDE - PB

- 2012 -

HERONIDES DOS SANTOS PEREIRA

INFLUÊNCIA E CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS
COM INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO E DIABETES *MELLITUS*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (Doutorado) da Universidade Federal de Campina Grande em cumprimento a uma das exigências para obtenção do grau de Doutor em Recursos Naturais

Área de Concentração: Processos Ambientais

Linha de Pesquisa: Saúde e Meio Ambiente

Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas

CAMPINA GRANDE – PB

- 2012 –

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P436i Pereira, Heronides dos Santos.
Influência e correlação de variáveis meteorológicas com infarto do /
miocárdio e diabetes mellitus / Heronides dos Santos Pereira . - Campina
Grande, 2012.
88f.: il. col.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de
Campina, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientador: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas.
Referências.

1. Meio Ambiente Atmosférico - Saúde. 2. Saúde. 3. Temperatura e
Umidade Relativa do Ar. 4. Morbidades. I. Título.

CDU 502.3:613(043)

HERONIDES DOS SANTOS PEREIRA

**INFLUÊNCIA E CORRELAÇÃO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS COM INFARTO
AGUDO DO MIOCÁRDIO E DIABETES MELLITUS**

APROVADA EM: 29/02/2012

BANCA EXAMINADORA



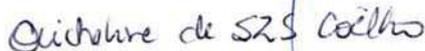
Dr. RENILSON TARGINO DANATAS
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. PATRÍCIO MARQUES DE SOUZA
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - CCBS
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dr. MANOEL FRANCISCO GOMES FILHO
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG



Dra. MICHELINE DE SOUSA ZANOTTI STAGLIÓRIO COELHO
Universidade Federal de São Paulo – USP



Dr. JOSÉ FIDELES FILHO
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB

*Quantos caminhos se tem que andar
antes de tornar-se alguém?
Quantos mares temos que atravessar
para poder na areia descansar?
Quantas vezes olharemos os céus
antes de sabermos enxergar?
Escute o que diz o vento, "my friend",
o vento vai responder...*

Blowin' in the wind (Bob Dylan - versão Zé Ramalho)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela bênção da vida.

A Universidade Federal de Campina Grande pela estrutura didático-científica.

Ao professor Dr. Renilson Targino Dantas pela seriedade, amizade, compreensão, estímulo e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, pela oportunidade concedida para que eu pudesse estudar.

A minha esposa Patrícia Maria de Freitas e Silva e ao meu filho Ítalo Freitas Pereira pelo afeto, compreensão e amor em todos os momentos e por estar sempre ao meu lado, esperando pacientemente por este final.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

Ao amigo Roberto Alan Ferreira Araújo pelos conhecimentos prestados na estatística deste trabalho.

A Gustavo Adolfo Di Pace Tejo pelo auxílio na diagramação e layout deste trabalho.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

A Secretária Cleide por todos os seus préstimos.

A Secretaria Municipal de Saúde de Campina Grande, especialmente a Denildo Batista, Irvson Alves, e Mychel Queiroz pela disponibilização dos dados relativos à saúde.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Brasília na pessoa de Fabrício Daniel, pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do Recife, em especial a Alissandra Mota pelos dados meteorológicos fornecidos.

Aos professores Micheline de Souza Zanotti Stagliório Coelho, Patrício Marques de Souza, José Fideles Filho, Alana Abrantes Nogueira de Pontes, Gesinaldo Ataíde Cândido, Teobaldo Gonzaga R. Pereira, Wilson Wouflan Silva e Manoel Francisco Gomes Filho pelas contribuições ao projeto de tese.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	19
2.1. Geral	19
2.2. Específicos	19
3. REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1. Clima e saúde	21
3.2. A saúde e o ambiente no Brasil	24
3.3. O clima e as doenças cardiovasculares	26
3.4. Condições meteorológicas que influenciam a saúde humana	30
3.5. O clima e o <i>diabetes mellitus</i>	33
4. MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1. Tipo de Estudo	36
4.2. Área Geográfica do Estudo	36
4.3. Material	37
4.3.1. Morbidade	37
4.3.2. Variáveis meteorológicas não padronizadas	38
4.4. Metodologia	39
4.4.1. Análise de Componentes Principais (ACP)	39
4.4.2. Condições necessárias para a ACP	40

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1. Média de casos de infarto agudo do miocárdio	43
5.2. Média de casos de diabetes <i>mellitus</i>	56
6. CONCLUSÕES	72
7. RECOMENDAÇÕES	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
9. ANEXOS	82

RESUMO

As modificações no processo de urbanização das cidades e as mudanças que ocorrem com as variáveis meteorológicas sobre uma região contribuem para maior ocorrência de morbidades. Este trabalho teve o objetivo de estudar a influência e correlação de elementos meteorológicos nos casos de infarto agudo do miocárdio e *diabetes mellitus* em Campina Grande-PB nos anos de 2000 a 2009, visando entender o comportamento habitual e melhorar o controle sobre essas doenças, mediante as médias mensais de pressão atmosférica, temperatura média do ar, temperaturas máxima e mínima do ar, amplitude térmica, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, velocidade do vento, insolação e evaporação. Utilizando-se de dados meteorológicos coletados na estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia localizada na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária em Campina Grande (07°13' Sul, 35°53' Oeste). Altitude de 543 m e de informações sobre morbidades fornecidas pela Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura Municipal de Campina Grande-PB, este trabalho apresenta correlações que envolvem essas variáveis. Possíveis relações entre as variáveis dependentes e independentes, comprovando a influência do clima nas morbidades estudadas, foram demonstradas, neste estudo, utilizando-se Análise de Componentes Principais. Verificou-se que os elementos meteorológicos influenciam diretamente na incidência do infarto agudo do miocárdio e do *diabetes mellitus* e que os elementos que mais contribuíram para o aumento do número de casos de infarto agudo do miocárdio são a temperatura máxima do ar e a velocidade do vento. Os casos de *diabetes mellitus* teve melhor correlação com a precipitação e insolação, contudo, as temperaturas máximas e mínimas do ar também foram grandes responsáveis pelas referidas incidências. Foi verificado também que a insolação foi o principal elemento meteorológico na incidência das morbidades estudadas.

ABSTRACT

The changes in the cities urbanization process and the changes that occur with meteorological variables over a region contribute to higher incidence of morbidity. This work aimed to study the influence of meteorological elements and its correlation in cases of acute myocardial infarction and diabetes mellitus in Campina Grande-PB in the years 2000 to 2009, in order to understand the normal behavior and improve control of these diseases, by the monthly averages of atmospheric pressure, mean temperature, maximum and minimum temperatures of air, temperature range, relative humidity, rainfall, wind speed, solar radiation and evaporation. Using weather data collected at the main meteorological station of the National Institute of Meteorology located at the Brazilian Enterprise for Agricultural Research in Campina Grande (07 ° 13 'South, 35 ° 53' W). Altitude 543 m and information about morbidity provided by the Municipal Health Department of Campina Grande-PB city, this study presents correlations involving these variables. Possible relationships between the dependent and independent variables, showing the influence of climate on the morbidities studied were demonstrated in this study using Principal Component Analysis. It was found that the weather elements directly influence the incidence of acute myocardial infarction and diabetes mellitus and the factors that contributed most to the increase in the number of cases of acute myocardial infarction are the maximum air temperature and wind speed. The cases of diabetes mellitus had better correlation with rainfall and sunshine, however, the maximum and minimum temperatures of air were also largely responsible for these incidents. It was also noticed that sunlight was the main weather element in the incidence of morbidities studied.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Vasos sanguíneos obstruídos por placas ateromatosas	28
Figura 2.	Localização da cidade de Campina Grande-PB	37
Figura 3.	Estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (EMBRAPA) CNPA.	38
Figura 4.	Teste de inércia para média de casos de IAM na cidade de Campina Grande-PB.....	43
Figura 5.	Relação entre a média de casos de IAM e temperaturas média, máxima e mínima do ar na cidade de Campina Grande-PB.....	46
Figura 6.	Relação entre IAM e temperatura máxima do ar	47
Figura 7.	Relação entre IAM e temperatura mínima do ar	48
Figura 8.	Relação entre a média de casos de IAM e amplitude térmica na cidade de Campina Grande-PB	49
Figura 9.	Relação entre a média de casos de IAM e pressão atmosférica na cidade de Campina Grande-PB	50
Figura 10.	Relação entre IAM e pressão atmosférica.....	51
Figura 11.	Relação entre a média de casos de IAM e insolação na cidade de Campina Grande-PB	52
Figura 12.	Relação entre IAM e insolação	52
Figura 13.	Relação entre a média de casos de IAM e velocidade do vento na cidade de Campina Grande-PB.....	53
Figura 14.	Relação entre IAM e velocidade do vento	54
Figura 15.	Relação entre a média de casos de IAM e precipitação pluvial na cidade de Campina Grande-PB.....	54
Figura 16.	Relação entre a média de casos de IAM e evaporação na cidade de Campina Grande-PB	55

Figura 17. Teste de Inércia para média de casos de diabetes <i>mellitus</i> na cidade de Campina Grande	56
Figura 18. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e temperaturas média, máxima e mínima na cidade de Campina Grande-PB	59
Figura 19. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e temperatura máxima do ar	60
Figura 20. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e temperatura mínima do ar	61
Figura 21. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e amplitude térmica na cidade de Campina Grande-PB	62
Figura 22. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e amplitude térmica.....	62
Figura 23. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e pressão atmosférica na cidade de Campina Grande-PB.....	63
Figura 24. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e insolação na cidade de Campina Grande-PB	64
Figura 25. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e insolação	65
Figura 26. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e velocidade do vento na cidade de Campina Grande-PB	66
Figura 27. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e velocidade do vento	66
Figura 28. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e precipitação pluvial	67
Figura 29. Relação entre a média de casos de diabetes <i>mellitus</i> e evaporação na cidade de Campina Grande-PB	68
Figura 30. Relação entre diabetes <i>mellitus</i> e evaporação	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Processos termorregulatórios fisiológicos e voluntários	26
Tabela 2. Efeitos diretos das condições atmosféricas sobre a ocorrência de algumas doenças	34
Tabela 3. Matriz da componente rotacionada da média de IAM na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2009, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 5 interações	44
Tabela 4. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Bartlett para IAM.....	45
Tabela 5. Coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (R) das variáveis meteorológicas e o infarto agudo do miocárdio.....	56
Tabela 6. Matriz da componente rotacionada da média de diabetes <i>mellitus</i> na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2009, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 5 interações	57
Tabela 7. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Bartlett para diabetes <i>mellitus</i>	58
Tabela 8. Coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (R) das variáveis meteorológicas e o diabetes <i>mellitus</i>	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACP	Análise de Componentes Principais
AVC	Acidente Vascular Cerebral
CNPA	Centro Nacional de Pesquisa Algodoeira
CP	Componente Principal
DIP	Doenças Infecto Parasitárias
DM	<i>Diabetes Mellitus</i>
EMBPAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
OMS	Organização Mundial da Saúde
SMS	Secretaria Municipal da Saúde

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O estudo das relações entre a Biosfera e a atmosfera, tornou-se hoje em dia uma ciência cujo fim é prevenir as pessoas em risco 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, devido a influência dos elementos meteorológicos sobre o organismo humano, evidenciando um dos ramos da meteorologia pouco explorado até bem pouco tempo no Brasil, devido ao fato de que a maioria dos estudos dirigidos a esta área é voltada mais para os vegetais e os animais do que aos seres humanos.

Não é novidade que as alterações climáticas produzem efeitos diretos e indiretos na saúde, entretanto nunca se deu tanta atenção às pesquisas que envolvem os temas relacionados com as variáveis ambientais e a saúde humana. 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 dessas áreas, aumentando o nível de pesquisas com uma interdisciplinaridade, que visa uma melhor compreensão das inter-relações entre os seres vivos e o meio ambiente.

As mudanças que ocorrem com as variáveis meteorológicas sobre as regiões são vistas como um fator preocupante pelos estudiosos em climatologia. Sabe-se que essas mudanças não influenciam somente o microclima dessas regiões podendo também ocasionar variações fisiológicas consideráveis no que diz respeito às doenças relacionadas com as variáveis climatológicas, agravando algumas doenças pré-existentes e favorecendo o aparecimento de outras, tornando-se um problema de saúde pública.

Assim, é de grande relevância para a ciência estudar a relação do clima e saúde, sendo esta uma área de crescente preocupação internacional por parte dos profissionais de saúde 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 das mais diversas enfermidades.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (2003), alerta para o fato de que as

doenças crônicas não transmissíveis, em que estão incluídas as doenças cardiovasculares e o *diabetes mellitus* (DM), são responsáveis pelas principais causas de morte e incapacidade no mundo, e o seu crescimento significativo nos países em desenvolvimento, alerta para o potencial impacto nas classes menos favorecidas, representando um grande desafio para o setor de saúde pública.

O *diabetes mellitus* é uma síndrome de etiologia múltipla decorrente da falta de insulina e/ou da incapacidade de a insulina exercer adequadamente seus efeitos, influenciada por múltiplos e complexos fatores genéticos e ambientais, que interagem potencializando sua expressão patológica levando a sintomas agudos e complicações crônicas características. Esta doença atinge em todo o mundo grande número de pessoas de qualquer condição social, configurando-se como um dos mais importantes problemas individual e de saúde pública dos tempos atuais, de alta relevância, visto que sua incidência e prevalência têm aumentado nos últimos anos e já alcança proporções epidêmicas.

Mais de 200 milhões de pessoas em todo mundo tem diabetes, destas 10 milhões apenas no Brasil comparado a 5 milhões no ano 2000. Estima-se que o número de pessoas diabéticas no mundo alcance 333 milhões em 2025, das quais 80% viverão em países pobres. Esta perspectiva para o Brasil é de 16,5 milhões de pessoas, sendo que cerca de 50% destas desconhecem que têm a doença e 24% sabem que têm, mas não seguem nenhum tratamento. Totalizando um gasto anual com internações hospitalares e programas de controle que ultrapassa 1 bilhão de dólares (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

O *Diabetes Mellitus* tornou-se um dos mais importantes problemas de saúde pública dos tempos atuais, alcançando expressiva significação como causa de doença e de morte, quaisquer que sejam os países ou raças consideradas. E as chances dessa síndrome associar-se com outras como, por exemplo, a hiperlipemia é muito grande. O risco da hiperlipemia causar doenças coronarianas é duas vezes maior em diabéticos, sendo responsável, nos países industrializados por 30 a 40% das mortes de diabéticos com mais de 40 anos de idade (INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2011).

A importância do controle do diabetes acentua-se pelo fato de constituir-se como a 6ª causa básica de morte no Brasil, a principal causa de cegueira adquirida e

de amputação de membros inferiores. Além disso, em pacientes com *diabetes mellitus* tipo 2, as doenças cardiovasculares são a principal causa de morte em 52% dos casos (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

As doenças do aparelho circulatório representam um importante problema de saúde pública em nosso país. Há algumas décadas, são a primeira causa de morte no Brasil.

Os seres humanos mantêm sua temperatura interna independente da exterior, mediante distintos processos termorregulatórios de acordo com sua exposição em ambientes quentes ou frios. Devido ao fato de que estes diferentes processos fisiológicos são regulados por enzimas específicas, e a concentração destas ser controlada pela temperatura corporal, a regulação térmica pode demandar um custo metabólico que nem sempre o corpo está em condições de realizar. Nestas condições o estado de saúde pode estar comprometido.

Identificando como o clima afeta a incidência de morbidades humanas, pode-se levar uma melhor prevenção destas com a introdução de técnicas para o controle de diminuição de doenças, utilizando para isso a interdisciplinaridade entre a biologia e a climatologia, visando buscar o bem estar do homem.

2. OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar as variáveis meteorológicas e verificar suas correlações com o infarto agudo do miocárdio e *diabetes mellitus* em Campina Grande-PB.

2.2. Específicos

- Identificar a ocorrência de infarto agudo do miocárdio e *diabetes mellitus* em decorrência de variações meteorológicas;
- Obter a relação do infarto agudo do miocárdio e o *diabetes mellitus* com as variações sazonais;
- Sugerir a realização de programas de prevenção junto à saúde pública municipal e estadual, mobilizando os profissionais da rede básica de saúde para aplicação do desenvolvimento de ações que visem à reorganização dos serviços públicos relativos ao infarto agudo do miocárdio e o *diabetes mellitus*;
- Estimular o estabelecimento de uma cultura institucional entre os profissionais da rede básica de saúde, buscando uma ampliação dos campos do conhecimento relativo às variáveis ambientais.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Clima e saúde

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

É crescente o interesse na investigação das variações sazonais na ocorrência de morbidades e na relação mortalidade-clima em seres humanos por profissionais de saúde 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, especialmente crianças e 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), 2003.

De acordo com 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 da 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, transmissores e reservatórios, e mesmo, possivelmente, quanto a algum fator de risco cuja variação na natureza dependa da variação de algum desses fatores, verificando algumas relações existentes entre a correlação das variáveis meteorológicas e as morbidades.

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).

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 a 75 anos.

Vários estudos têm correlacionado mudanças rápidas da pressão atmosférica e de temperatura do ar com a incidência de úlceras duodenais; a insuficiência de 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, 1980; ROUQUAYROL, 1994; CAVALCANTE, 2001).

Pitton (2004) evidenciou 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 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. 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, 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; HUFFMAN e MARTIN, 1994; JACKSON, 2000).

Os mais importantes eventos meteorológicos 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 serão sobrecarregados demasiadamente, a doença se agravará ou levará à morte. O mesmo se aplica aos efeitos das ondas de frio. A capacidade fisiológica do corpo humano para a receptividade do frio são pobres comparadas, àquelas para a adaptação ao calor, aumentando a mortalidade (SARTORI, 2000).

Os seres humanos por estarem permanentemente em contato com a atmosfera alteram a sua dinâmica e desta forma tornam-se vítimas da influência que exercem sobre o ambiente. Desta maneira, determinadas doenças manifestam-se, surgem ou desenvolvem-se devido às variações (naturais ou antrópicas) periódicas dos elementos climáticos. O clima e os diferentes tipos de tempo (ondas de calor, períodos de estiagem, variações súbitas das temperaturas), são entendidos como um fator ambiental que influencia no organismo humano, não como um caráter determinista, mas como um elemento que pode contribuir de maneira benéfica ou maléfica para a saúde humana (LACAZ, 1972).

Ayoade (2007) destaca que os elementos meteorológicos interferem de modo marcante no aparecimento e na manutenção de determinadas doenças e afirma que temperaturas extremamente altas provocam a incidência de choques térmicos, exaustão e câibras pelo calor. Por outro lado, temperaturas extremamente baixas causam doenças como artrites, sinusites e enrijecimento de juntas. O ar muito seco prejudica ou diminui o vigor físico e a disposição para o trabalho mental.

As causas da influência do tempo e do clima sobre os seres humanos não são totalmente conhecidas, logo é de grande importância à elaboração de estudos relacionando clima e saúde humana, pois esta é uma área de crescente preocupação por parte de médicos e climatologistas, entre outros profissionais. A existência de fatores como a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica afetam o ciclo vital de vários patógenos e animais vetores, tanto direta como indiretamente. Muitas dessas variações constituem parte da flutuação climática normal, resultando na sazonalidade dessas doenças. Mas as alterações no clima, além desses limites, poderiam alterar a dinâmica dos vetores, resultando no incremento potencial da transmissão. Assim sendo, eles influenciam sobre o tempo e a intensidade da ocorrência de surtos epidêmicos. Portanto, as mudanças no quadro geral do clima por tempo prolongado influem na distribuição geográfica de muitas enfermidades (FORANTTINI, 2004).

O tempo é o aspecto do ambiente físico que tem concentrado maior atenção para os estudos epidemiológicos. Entre os fatores do clima que mais influenciam os seres vivos nos processos de transmissão e causa de doenças destacam-se a temperatura do ar e a precipitação pluviométrica. Estudam-se os fatores climáticos, para que através deles possam ser verificadas algumas relações existentes entre as alterações das variáveis meteorológicas e as doenças (ROUQUAYROL e ALMEIDA FILHO, 2003).

3.2. A saúde e o ambiente no Brasil

Ao ser criada uma relação, eminentemente concreta, entre a saúde e o meio ambiente, observa-se que a influência deste último pode ser positiva ou negativa, na medida em que promove condições que propiciam o bem-estar e a plena realização da capacidade humana para todas as populações ou, por outro lado, contribuem para o aparecimento e manutenção de doenças, agravos e lesões traumáticas, assim como para o aniquilamento e morte da população como um todo, ou para grupos populacionais particulares (BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007).

No ambiente, os processos de produção e de desenvolvimento social e econômico interferem nas relações que se desenvolvem nos ecossistemas, ao determinarem e contribuírem para a existência de condições ou situações de risco que influenciam o padrão e os níveis de saúde das populações que sofrem alterações no seu perfil de morbi-mortalidade, a partir de diferentes fontes e modalidades de poluição (acumulação dos elementos abióticos causadores de agravos), de contaminação (presença de agentes biológicos de doenças), e de maneiras de constituição de dinâmicas ambientais que possibilitam a liberação descontrolada de formas específicas de energia (CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA, 1992).

Reconhece-se, entretanto, que não é qualquer estado, dinâmica ou alteração ambiental que possui a propriedade de exercer diretamente este papel. Questões que incluem a urbanização acelerada estão relacionadas com o crescimento de áreas de pobreza nas periferias. Projetos de desenvolvimento não sustentáveis, a ampliação do desmatamento principalmente na Amazônia e no cerrado, além da qualidade da água para o consumo e o saneamento são fatores que estão associados ao aumento de doenças infecto-contagiosas, como a malária e a

diarréia, entre outras. A contaminação ambiental por poluentes químicos, por sua vez, é um importante fator na geração de agravos à saúde (CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA, 1992).

Por outro lado, não se pode restringir, na maioria dos casos, a presença destes agentes a um compartimento único ambiental. Vários compartimentos ambientais podem conter um mesmo agente abiótico (químico ou físico), desde que funcione como veículo ou depósito, ou biótico (biológico), desde que forneça as condições necessárias para sua sobrevivência. Acrescentam-se, ainda, aquelas situações em que ambos os tipos de agentes são elementos ou substratos do ecossistema (LIMA, 2005).

O conhecimento científico tem avançado no sentido de elaborar e estabelecer relações entre um grande número de indicadores ambientais e de saúde, notadamente aqueles referentes a morbidades particulares e processos fisiopatológicos, mas também indicadores biológicos de exposição. Portanto, para explicar cientificamente a relação ambiente-saúde torna-se necessário que esteja disponível um banco de dados sobre os dois termos da relação. Na realidade brasileira, não há disponibilidade dessas informações para todo o espaço delimitado pelo País, seja para o ambiente, seja para a saúde. Além disso, são reduzidos os estudos que têm como objeto esta relação em suas múltiplas possibilidades, exceção feita para as doenças infecto-parasitárias (DIP). Estas doenças estiveram presentes por mais tempo em nosso meio e possuem registros oficiais, inclusive de notificação compulsória, e que, embora incompletos do ponto de vista da cobertura e falhos do ponto de vista da fidedignidade, podem fornecer uma primeira aproximação sobre a realidade desta relação específica e identificar sua distribuição em populações selecionadas (OMS, 2003).

Historicamente construído, o quadro de saúde atual está composto de um cenário principal, condicionado de maneira maior ou menor por condições sócio-ambientais. Este cenário revela, predominantemente, doenças cardiovasculares e neoplásicas (respectivamente primeira e terceira causas de óbito), cuja tendência crescente nos últimos dez anos acompanha o envelhecimento da população. Esta situação se torna possível, na medida em que as expressões mórbidas são consideradas como efeito de condições genéticas, de vida e trabalho vivenciados por estas populações, principalmente aquelas expostas a determinados poluentes

químicos. O aumento da cobertura dos serviços de saúde, o acesso a novas tecnologias e insumos, mesmo que sem equidade social, certamente favorecem a consolidação desse cenário (SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE, 2005).

3.3. O clima e as doenças cardiovasculares

Os seres vivos podem ser divididos de acordo com a temperatura corporal em poiquilotérmicos ou heterotérmicos e homeotérmicos. Enquanto os dois primeiros apresentam a temperatura corporal aproximada da temperatura ambiente, este último mantém uma temperatura interna independente da exterior, utilizando diferentes processos de termorregulação.

O homem, como os homeotérmicos, mantém uma temperatura interna de cerca de 37°C usando diferentes processos de termorregulação de acordo com a sua exposição em locais quentes ou frios. Estes podem ser divididos em fisiológicos e voluntários. Na Tabela 1 estão ilustrados alguns exemplos.

Tabela 1. Processos termorregulatórios fisiológicos e voluntários

Ambiente Frio	Ambiente Quente
Fisiológicos	Fisiológicos
Aumento do isolamento interno por: Vasoconstrição, redução da perda de calor, hipotermia regional externa; Aumento da camada de isolamento	Diminuição do isolamento interno por: Vasodilatação, aumento da perda de calor periférico
Maior produção de calor metabólico (tremores de frio)	Transpiração, sudorese, respiração ofegante
Voluntários	Voluntários
Diminuição da área de exposição, Busca de ambientes protegidos, aquecidos e de vestuário. Alimentação	Aumento da área de exposição Busca de ambientes protegidos Ambiente climatizado e ventilação forçada Vestimenta Ingestão de líquidos

Fonte: De Garín, 2001

No Inverno, deve-se ter atenção ao frio. Ele provoca uma aceleração dos batimentos cardíacos e uma contração dos vasos sanguíneos, com conseqüente aumento da pressão arterial. Cada vez que a temperatura baixa 10° C em relação à média da estação, o risco de acidentes cardiovasculares aumenta, sendo mais frequentes quando a temperatura cai para baixo dos 0°C (SARTORI, 2000).

No calor devido à desidratação, o sangue fica mais viscoso, aumentando a

possibilidade de derrame e 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 (SARTORI, 2000).

O corpo humano saudável apresenta maior eficiência a uma temperatura central de 37°C (equilíbrio térmico). As variações dos tipos de tempo influenciam a temperatura corporal, que por sua vez ativam os mecanismos naturais (homeostático) humanos para o controle do equilíbrio entre o meio externo e o organismo interno. O organismo humano responde a esse processo ativando o funcionamento da vasoconstrição (processo de contração dos vasos sanguíneos) e vasodilatação (processo de dilatação dos vasos sanguíneos), sobrecarga ou menor fluxo dos vasos sanguíneos e do coração. Desta forma, normalmente ocorre o aumento da tensão arterial, podendo resultar na maior incidência de doenças circulatórias (TORTORA, 2000).

Em condições ambientais extremamente frias a geração de calor metabólico consegue compensar a perda de calor causando hipotermia interna. A permanência destas condições por um tempo prolongado levará a uma alteração nos processos fisiológicos e a morte (KHAW, 1995).

A hipertensão arterial é uma patologia cardiovascular que resulta da alta pressão arterial. Ela é influenciada pelo débito cardíaco, volume sanguíneo e resistência, cuja variação depende de várias influências diferentes, entre elas as amplitudes térmicas. A diminuição da temperatura corporal, por exposição ao frio, diminui a frequência cardíaca e as forças de contrações, resultando na vasoconstrição do sistema circulatório. Quando há a exposição corporal ao calor, ocorre o aumento da frequência cardíaca e as forças de contrações resultam na vasodilatação do sistema circulatório (CASTILHO, 2006).

O clima atua na manifestação de determinados agravos à saúde, tendo seus elementos – temperatura máxima do ar, temperatura mínima do ar, umidade relativa do ar, precipitação pluvial, pressão atmosférica, amplitude térmica e ventos – interferência no bem estar dos indivíduos. Esses elementos não são os únicos responsáveis pelo desencadeamento de enfermidades, todavia, quando vinculados às características físicas, psicológicas e culturais, ou seja, fatores de riscos ligados

ao estilo de vida (dieta e obesidade, exercícios físicos, tabagismo, níveis de colesterol, fatores de coagulação e suscetibilidade), resultam como mais um contribuinte para o agravamento de determinadas enfermidades (CASTILHO, 2006).

Pitton e Domingos, 2004; Castilho, 2006 em estudos que relacionam a influência dos elementos climáticos sobre as doenças circulatórias constataram uma tendência sazonal no desencadeamento das enfermidades, sendo estas mais ocorrentes no período invernal, com prevalência de extremos térmicos acentuados e predomínio de tempo seco e estável.

A variação sazonal da mortalidade por Infarto Agudo do Miocárdio (IAM), com o aumento do número de mortes no inverno, foi observada em diversos países de climas temperados como Canadá, Nova Zelândia, Estados Unidos e outros. A maior parte destes estudos aponta as baixas temperaturas como fatores causais diretos, alguns autores ainda sugerem a participação de infecções respiratórias, poluição atmosférica ou do efeito da duração do brilho solar (MARSHALL *et al.*, 1998; SHETH *et al.*, 1999).

Na Primavera, as repentinas variações de temperatura desencadeiam reações brutais ao nível das fibras nervosas, como a contração ou a dilatação dos vasos. Os cardiopatas e os hipertensos são os mais afetados, podendo haver desprendimento de trombos e obstruindo vasos de menor calibre ocasionando a obstrução dos referidos vasos (Figura 1) (SARTORI, 2000).

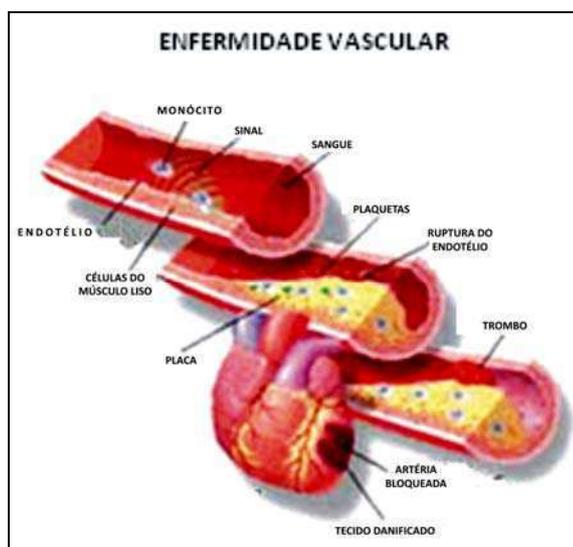


Figura 1. Vasos sanguíneos obstruídos por placas ateroscleróticas

No verão, há um aumento do tônus vascular e o número de mortos é bem menor do que no inverno, mas este efeito protetor não se mantém se a temperatura subir, pois o sangue torna-se mais viscoso e daí o risco de hemorragias cerebrais. E quando o calor e a falta de vento se conjugam, altera a circulação sanguínea e faz aumentar o risco de doenças cardiovasculares, o risco de flebites é muito grande com o forte calor, sobretudo se for úmido (SARTORI, 2000).

Ainda no verão os principais processos homeostáticos estão controlados pelo sistema cardiovascular e pela perda evaporativa de calor. Em condições extremas estes processos podem não ser suficientes para a regulação da temperatura interna, ocasionando a hipertermia e/ou desidratação. A permanência destas condições por um tempo prolongado levará também a uma deterioração generalizada dos processos fisiológicos e a morte (BEJARÁN, 2001).

Os limites térmicos para a eficiência homeostática dependem da adaptação do indivíduo ao meio, a influência da idade, nível sócio-econômico e condições sanitárias (KHAW, 1995).

Vários autores sugerem que existe uma relação entre temperatura e mortalidade com taxas de mortalidade maiores no inverno que no resto do ano, e menores nos dias em que a temperatura esquenta entre 20 e 25°C (variação térmica de menor exigência homeostática) (KHAW, 1995; WILMSHURT, 1994; BEJARÁN, 2001).

Hsia y Lu (1988) estudaram a relação entre temperatura do ar e mortalidade em Shanghai discriminadas por diferentes causas, encontrando que todas apresentaram maior relação no inverno para enfermidades respiratórias, diminuindo para as cardiovasculares.

As condições térmicas extremas podem não ser causa de morte, mas pode comprometer o estado de saúde através de sua influência sobre diferentes doenças. Em análises de chamadas telefônicas a um serviço de emergências médicas permitiram estudar a relação entre a temperatura do ar e emergências para distintos diagnósticos. As principais causas de chamadas foram as doenças cardiovasculares (14,5%), respiratórias (19,3%), otorrinolaringológicas (12,3%) e traumatológicas (14,7%) (DE GARÍN Y BEJARÁN, 2001).

Fica claro no trabalho de Crawford *et al.*, (2003), que os fatores

meteorológicos podem agir direta ou indiretamente nos processos endógenos do organismo, aumentando assim o risco de ocorrência de problemas cardiovasculares ou cerebrovasculares.

Outra evidência forte observada por Lanska *et al.* (1999), mostrando a influência do clima e da temperatura, e por sua vez sua 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).

A despeito do organismo 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 enfermidades, 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).

3.4. Condições meteorológicas que influenciam a saúde humana

Segundo Duchiadé (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 menores pressões, se expandem, e, portanto, se resfriam.

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 calma 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).

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 climáticas e ambientais, sendo mais vulneráveis quando envolve mudanças meteorológicas consideráveis. Por exemplo, expor-se a temperaturas extremas pode levar a insolação ou a depressão, provocada pelo frio. Em vários países, pessoas podem viver confortavelmente com temperatura de 17° a 31°C. Entretanto, quando a temperatura do ar se eleva e, a temperatura interna do corpo está acima de 40°C, pode resultar em morte por excesso de calor. Cientistas também têm achado que muito mais pessoas têm ataque cardíaco devido 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.

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

O calor é uma forma de energia obtida a partir da agitação das moléculas de um corpo e temperatura é o nível de calor armazenado pelos corpos. As formas de transmissão de calor na atmosfera são por radiação, por convecção através dos movimentos verticais e horizontais do ar e por condução. Os principais responsáveis pela distribuição do calor no planeta são as circulações atmosféricas e oceânicas. Na circulação atmosférica o ar quente das zonas equatoriais desloca-se para as zonas polares e o ar polar para as zonas equatoriais. Na circulação oceânica, as correntes marinhas transportam calor para as zonas mais frias e as correntes mais frias se movem para as zonas mais quentes por diferença de massa específica (YAGUE, 2000).

A temperatura do ar varia em função do lugar e do tempo. Fatores como a quantidade de energia recebida de acordo com a latitude, o tipo de superfície, a distância de corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos e as correntes oceânicas influenciam na distribuição da temperatura na superfície da terra. Quanto às variações sazonais da temperatura do ar, que são menores nas zonas tropicais, as temperaturas são mais elevadas no verão devido a maior insolação e mais baixas no inverno, quando há menor insolação (AYOADE, 2007).

A Paraíba tem como características climáticas marcantes as irregularidades do seu regime de chuvas. Sendo observado um aumento do regime das chuvas em períodos de La Niña e diminuição nos períodos de El Niño (MENEZES *et al.*, 2008). Campina Grande localiza-se na microrregião do agreste com período chuvoso de março a julho com precipitação anual em torno de 700 mm.

A precipitação pluvial é uma variável muito importante para a análise no campo da saúde, assim como monitoramento e na tomada de decisões em vários setores da sociedade civil.

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.

3.5. O clima e o *diabetes mellitus*

Pacientes diabéticos transferidos de climas frios para climas mais quentes, ocasionalmente observa-se uma diminuição das necessidades de insulina. O extremo de calor, entretanto, causa um aumento significativo na utilização de glicose resultando em hipoglicemia. Nos extremos de frio ou calor necessita-se ter mais glicose no sangue para elevar o metabolismo, daí a maior necessidade de insulina, para controlar o seu excesso (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2000).

Na Alemanha um estudo relacionou um aumento dos casos de coma da doença no final de outono, inverno e início da primavera (HAJAT, 2005).

A relação entre a temperatura e a mortalidade por diabetes mellitus tem sido estudada por diferentes autores, encontrando que para latitudes subtropicais e latitudes altas existe um ponto de neutralidade térmica associado ao mínimo requerimento corporal para sua regulação e adaptação fisiológica. A temperatura neutra encontrada em latitudes subtropicais foi de 24°C e em altas latitudes de 21°C, no entanto, para latitudes medias não se tem encontrado esta neutralidade (HSIA Y LU, 1988; FROST *et al.*, 1992; BEJARÁN Y DE GARÍN, 2001).

Apesar das generalizações, são apresentados na Tabela 2 os efeitos diretos das condições atmosféricas 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 2. Efeitos diretos das condições atmosféricas sobre a ocorrência de algumas doenças

Doenças	Efeitos atmosféricos
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 frequente 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: Adaptado de Araújo, 2007

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Tipo de Estudo

O presente estudo trata-se de uma investigação do tipo agregado-observacional, de referência temporal-longitudinal, visto que uma mesma área é investigada em momentos distintos.

A partir dos dados sobre exposições e frequência da doença, pode-se então analisar, usando vários métodos estatísticos, a associação entre a doença e determinadas variáveis meteorológicas. Os métodos mais usados neste contexto envolvem a utilização de métodos de correlação e de modelos de regressão, simples ou múltiplos. São apropriados para estudar exposições mais facilmente mensuráveis a nível populacional e monitorar a efetividade de intervenções populacionais.

4.2. Área Geográfica do Estudo

A área objeto de estudo, localiza-se em Campina Grande – Paraíba, situada a 07°13'50" latitude Sul e 35°52'52" longitude Oeste, Altitude de 543 m, com área de 621Km² (Figura 2) e com uma população de aproximadamente 383.764 habitantes (IBGE, 2009).

O clima da localidade em estudo segundo a classificação de Köppen é do tipo Aw'i, considerado como tropical úmido, com período chuvoso de março a julho, e um total anual médio de precipitação em torno de 700 mm. Sua estação seca ocorre do inverno para o verão (de agosto a fevereiro), com temperatura média anual de aproximadamente 25°C, variando pouco ao longo do ano.



Figura 2. Localização da cidade de Campina Grande-PB

4.3. Material

4.3.1. Morbidade

Neste trabalho foram analisados mensalmente os diagnósticos de infarto agudo do miocárdio e *diabetes mellitus* na cidade de Campina Grande-PB, totalizando 2.702 casos de IAM e 7.997 casos de *diabetes mellitus*. Estes dados foram coletados na Secretaria de Saúde do Município de Campina Grande/PB referente ao período de janeiro de 2000 a dezembro de 2009. A série formalizada por esses dados foi produzida através dos totais observados durante o período de Janeiro de 2000 a Dezembro de 2009, totalizando 120 observações. É importante um tratamento nos dados meteorológicos (variáveis independentes), para compatibilizar ao período dos dados das variáveis dependentes (morbidade).

4.3.2. Variáveis meteorológicas não padronizadas

Os dados meteorológicos foram coletados no CNPA (Centro Nacional de Pesquisa Algodoeira) em Campina Grande-PB, na estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (Figura 3).

Para averiguar a influência dos elementos climáticos no desencadeamento de enfermidades, o presente trabalho buscou relacionar tais elementos com a ocorrência de morbi-mortalidade por infarto agudo do miocárdio e *diabetes mellitus*.

Para isso foram utilizadas as médias mensais das variáveis meteorológicas (variáveis independentes) que não passaram por algum filtro estatístico. Suas variações temporais serão apresentadas a seguir: Pressão Atmosférica; Temperatura Média do Ar; Temperaturas Máxima e Mínima do Ar; Amplitude Térmica; Umidade Relativa do Ar; Precipitação Pluvial; Velocidade do Vento; Insolação e Evaporação.



Figura 3. Estação climatológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (EMBRAPA) CNPA.

4.4. 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) e Suavização das Séries Através do Uso das Médias Móveis, assim como a ferramenta estatística SPSS versão 9.0 para Windows®.

No primeiro foi utilizada a ACP, trabalhando cada variável dependente (morbidade) com todas as variáveis independentes (meteorológicas).

4.4.1. Análise de Componentes Principais (ACP)

A aplicação de Componentes Principais nas séries temporais de campos geofísicos teve 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 consistiu 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 teve 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 1:

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

Onde: $1 < i < n$, sendo n o número de amostras coletadas; $1 < j < m$, sendo m o número de elementos medidos; $1 < k < p < m$, 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. \bar{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.

4.4.2. Condições necessárias para a ACP

Foi necessário ainda, verificar a adequação da base de dados à ACP. Um dos critérios observado foi 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 as 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:

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

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):

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

Em particular neste trabalho analisaram-se 10 variáveis (m), em 120 amostras (n) no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2009. Portanto, a condição de validade da ACP para este trabalho é dada pela Equação 4.

$$120 > 30 + \left(\frac{10+3}{2} \right) = 120 > 30 + 6,5 = 120 > 36,5 \quad (\text{Eq. 4})$$

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos através de observações feitas, em 10 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, os quais mostraram os seguintes resultados:

5.1. Média de casos de infarto agudo do miocárdio (IAM)

Para a morbidade mencionada, foi feita a ACP onde a variância total explicada, através do método de análise das componentes principais, foram obtidas quatro CPs, no qual, através da variância total explicada, os valores foram truncados acima de 1 onde o teste de inércia (Figura 4) mostra quais foram os grupos de variáveis escolhidos:

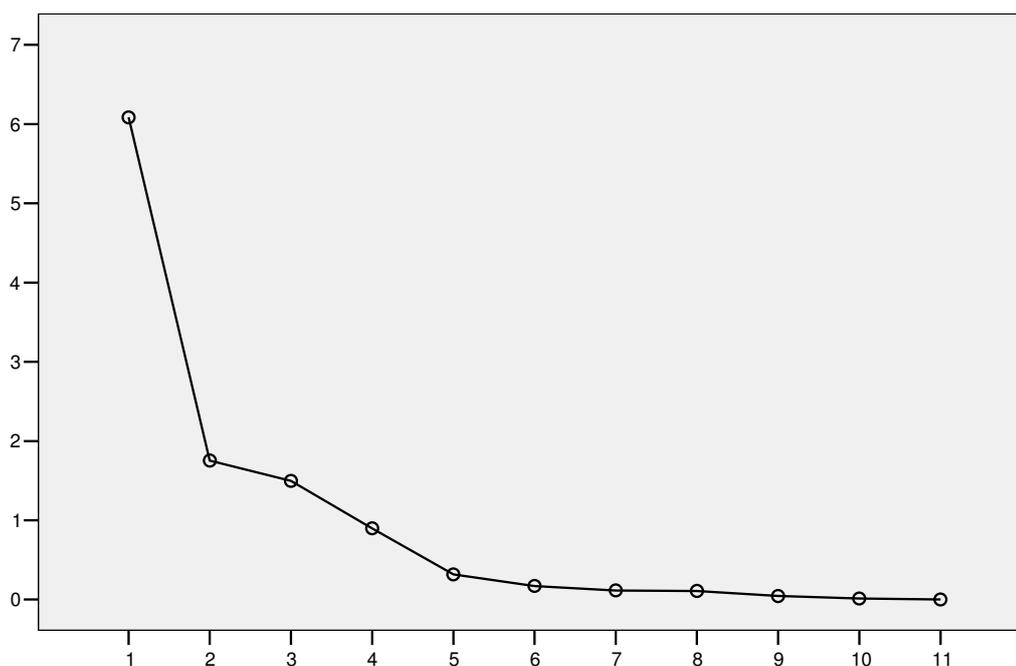


Figura 4. Teste de inércia para média de casos de IAM na cidade de Campina Grande-PB.

Assim também foi formatada a matriz da covariância das CPs, através do método de rotação do tipo Varimax e da normalização do tipo Kaiser que apresentou quatro CPs como mostra a Tabela 3:

Tabela 3. Matriz da componente rotacionada da média de IAM na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2009, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 5 interações

Variáveis	Componentes			
	1	2	3	4
Infarto	0,065	-0,043	0,056	0,994
Temperatura Média (°C)	0,367	0,923	-0,016	-0,012
Temperatura Máxima (°C)	0,671	0,728	0,023	0,020
Temperatura Mínima (°C)	0,051	0,980	-0,071	-0,060
Amplitude Térmica (°C)	0,905	0,284	0,086	0,072
Umidade Relativa do Ar (%)	-0,849	-0,225	0,301	0,092
Pressão Atmosférica (hPa)	0,059	-0,047	0,980	0,050
Insolação (horas)	0,872	0,329	-0,184	0,033
Velocidade do Vento (m/s)	0,633	0,010	-0,753	-0,030
Precipitação Pluvial (mm)	-0,873	0,054	-0,021	-0,090
Evaporação (mm)	0,855	0,396	-0,078	0,043

Desta maneira tem-se que a 1ª CP é formada pelas seguintes variáveis preditoras: temperatura máxima (positivamente), amplitude térmica (positivamente), umidade relativa do ar (negativamente), insolação (Positivamente), velocidade do vento (positivamente), precipitação pluvial (negativamente) e evaporação (positivamente).

Assim foi observado que a variável estudada com relação a 1ª CP, é diretamente proporcional a temperatura máxima, amplitude térmica, insolação, velocidade do vento, evaporação e inversamente proporcional a umidade relativa do ar e a precipitação pluvial.

Dessa forma a 1ª CP representa o grupo de variáveis que explicam fatores relacionados com temperaturas, precipitação pluvial, velocidade do vento, evaporação e insolação, sendo que esta observação nos mostra relação inversa de

proporcionalidade que há entre umidade relativa do ar e a precipitação pluvial. Isso pode evidenciar o conforto térmico que essas variáveis representam.

A 2ª componente é uma função da temperatura, pois há uma correlação significativa entre o infarto agudo do miocárdio e as temperaturas média, máxima e mínima.

A 3ª componente mostra uma relação de proporcionalidade inversa entre pressão atmosférica e velocidade do vento.

A 4ª componente explica a morbidade.

Dentro das especificações da metodologia do teste KMO, observados nesta pesquisa, foi verificado que os dados se adequam a esta metodologia a qual relata que acima de 50% há correlação. De 50% a 60% correlação fraca a moderada, acima de 60% correlação boa, acima de 70% correlação ótima e de 80% a 100% correlação excepcional. Logo os dados utilizados têm um ótimo valor para a utilização desta metodologia de análise fatorial de componentes (Tabela 4).

Tabela 4. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Bartlett para IAM

Kaiser-Meyer-Olkin Medida da Adequação da amostra.		0,766
	Approx. Chi-Square	2.331,508
Teste de Bartlett de esfericidade	Df	55
	Sig.	0,000

Analisando a Figura 5 observa-se que houve maior ocorrência de IAM nos meses de julho e novembro e menor ocorrência no mês de maio. Os resultados apresentados sugerem que a exposição dos seres humanos ao calor e ao frio em um tempo diário fixo aumenta as chances de infarto agudo do miocárdio.

Para explicar esta situação, fisiologicamente os seres humanos em um ambiente quente ou em condições de hipertermia, os vasos cutâneos dilatam para aumentar o fluxo de sangue e facilitar a transferência de calor interno do interior do corpo para a pele. O calor transmitido pelo sangue é então dissipado da superfície do corpo para o meio ambiente (radiação), perda de calor, quando a temperatura da pele é superior à temperatura ambiente, e/ou (evaporação), perda de calor por

evaporação, quando a superfície da pele está úmida devido à transpiração. Esta resposta é de termorregulação evidente principalmente onde existem anastomoses arteriovenosa que permite um fluxo de sangue muito elevado através dos vasos (Hales *et al*, 1978; Roddie, 2006; Gagge Gonzales, 1996; Midttun e Sejrsen, 1996). Uma grande quantidade de sangue é então transportado para o plexo venoso subcutâneo, retornando pelas veias cutâneas superficiais das extremidades distais, como os antebraços e pernas (Hirata *et al* 1999; Midttun e Sejrsen 1996).

Dessa forma, no sistema venoso cutâneo, o calor é transferido do sangue para os tecidos circundantes e, em seguida, a partir da pele ao meio ambiente. Quando uma grande quantidade de sangue quente é retido nas veias por um longo tempo de dissipação de calor, deve tornar-se fisicamente eficiente. Assim, o cumprimento de alta vasodilatação das veias nas extremidades é considerado vantajoso para facilitar a evaporação e perda de calor, uma vez que permite uma grande quantidade de sangue para ficar nas áreas por via subcutânea por um longo período. Além disso, a vasodilatação das artérias em membros pode ser benéfico para melhorar o fluxo de sangue na pele, uma vez que os vasos podem dilatar a um determinado nível de pressão arterial. Dessa forma, a vasodilatação tanto venosa como arterial das extremidades pode ser um dos essenciais fatores para manter a perda de calor eficiente em serem humanos em condições de altas temperaturas.

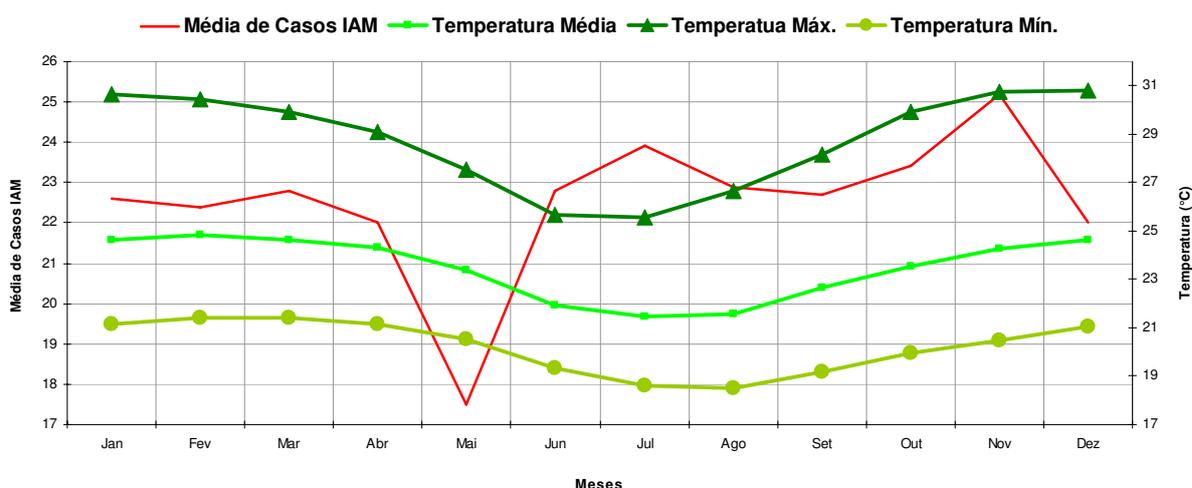


Figura 5. Relação entre a média de casos de IAM e temperaturas média, máxima e mínima do ar na cidade de Campina Grande-PB

Na Figura 6 utilizando o polinômio de grau 5 obteve-se o coeficiente de correlação ($R = 76,43\%$), sendo significativo para o infarto agudo do miocárdio x temperatura máxima, que mostra uma boa correlação com a temperatura, de acordo com os anexos 1 e 5, onde evidencia que no mês de fevereiro de 2003 houve um aumento do número de casos de IAM (28,2) de forma que a temperatura máxima mensal foi uma das maiores do ano ($29,9^{\circ}\text{C}$).

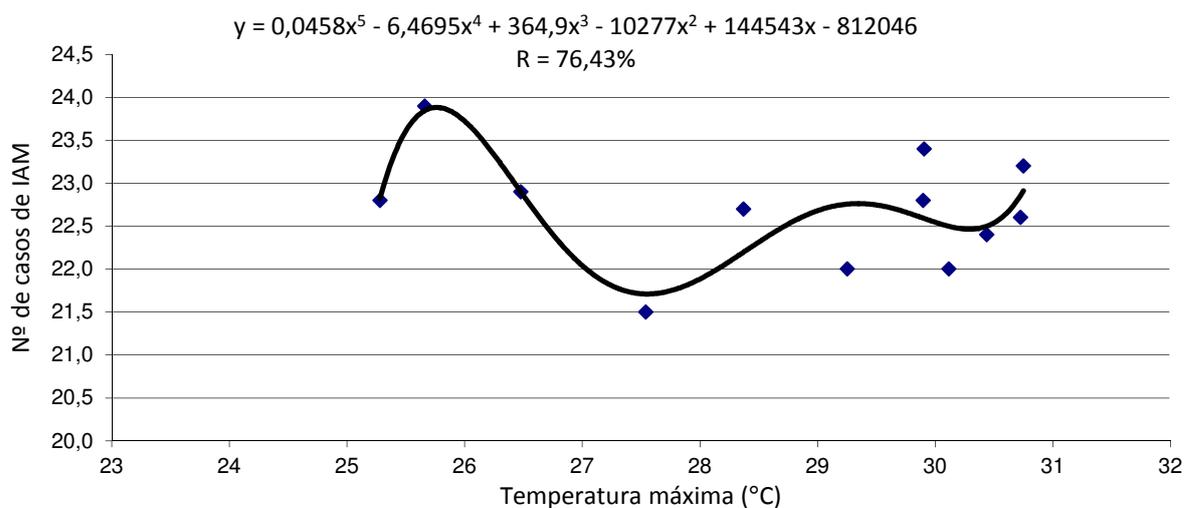


Figura 6. Relação entre IAM e temperatura máxima do ar

A Figura 7 mostra um coeficiente de correlação ($R = 65,80\%$) da relação entre o infarto agudo do miocárdio e a temperatura mínima. Dessa forma, evidencia-se uma correlação satisfatória entre o infarto agudo do miocárdio e a temperatura mínima do ar, explicando que a vasoconstrição nos períodos de temperaturas mais baixas favorece o aumento de casos de infarto agudo do miocárdio, de acordo com anexos 1 e 5, evidenciando claramente que no mês de julho de 2004 o número de casos de infarto agudo do miocárdio foi máximo (46) de forma que a temperatura mínima mensal foi absolutamente a menor registrada ($17,7^{\circ}\text{C}$).

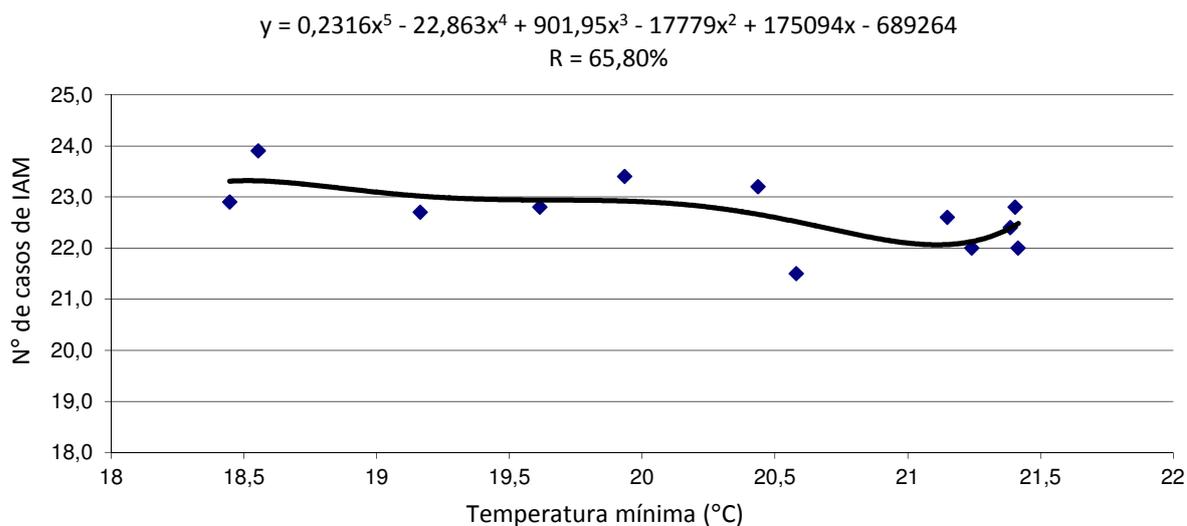


Figura 7. Relação entre IAM e temperatura mínima do ar

Observa-se na Figura 8 que quanto menor a amplitude térmica, menor será o número de casos de infarto agudo do miocárdio. Verifica-se também o aumento do número de infarto no mês de novembro onde houve uma maior amplitude térmica, mostrando dessa forma que a diferença abrupta de temperatura ocasiona a vasoconstricção e vasodilatação das veias e artérias provocando o aumento dos casos de infarto agudo do miocárdio e mortalidade. Corroborando com Margarete C., 2010 em um estudo realizado em Presidente Prudente-SP onde mostrou que o maior número de óbitos por doenças cardiovasculares estava relacionado com períodos de maiores amplitudes térmicas. Em Shanghai, estudo discriminado por diferentes causas, encontrou-se que todas apresentaram o máximo no inverno e que a amplitude térmica anual tinha um máximo para enfermidades respiratórias, diminuindo para cardíacas, coronárias e cerebrovasculares para alcançar um mínimo em enfermidades oncológicas. As relações funcionais encontradas com a temperatura para estas patologias variaram entre exponenciais, lineares e quadráticas.

As condições térmicas extremas podem não ser causa de morte, mas compromete o estado de saúde através de sua influência sobre diferentes doenças. Em análise de uma série de chamadas telefônicas a um serviço de emergências médicas permitiu estudar a relação entre a temperatura e emergências para diferentes diagnósticos (de Garín e Bejarán, 2001). As principais causas de

chamadas as afecções cardiovasculares (14,5%), respiratórias (19,3%) e traumatológicas (14,7%).

Examinando ainda a influência da amplitude térmica sobre o número de casos de infarto agudo do miocárdio durante maio e junho do período estudado, observa-se que houve um menor número de casos de infarto, diferentemente dos meses posteriores que demonstrou uma tendência crescente com uma relação direta com a amplitude térmica.

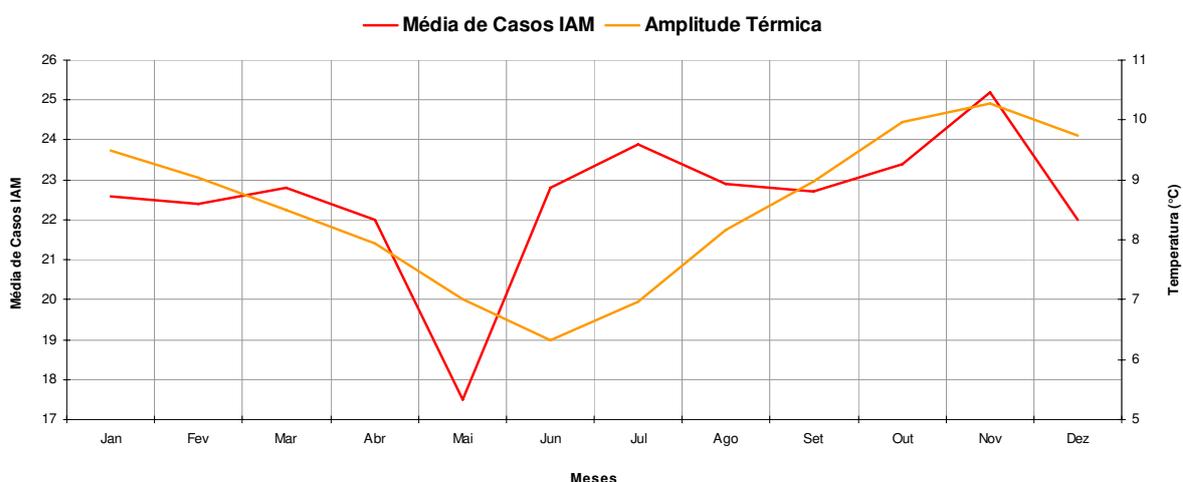


Figura 8. Relação entre a média de casos de IAM e amplitude térmica na cidade de Campina Grande-PB

Analisando a Figura 9, observa-se no período estudado, uma relação direta entre a pressão atmosférica e o infarto agudo do miocárdio.

Estudos prévios demonstraram que ocorrem mais episódios de infarto agudo do miocárdio (ataques cardíacos) na época do inverno e em determinados horários do dia (principalmente de 6 a 12 horas). As mudanças na pressão barométrica mostram variações diárias e nas diversas estações do ano, e poderiam modular a ocorrência de eventos vasculares associado ao aumento de alguns hormônios liberados na corrente sanguínea durante esse período, que podem aumentar a pressão arterial e aumentar a ocorrência de infarto agudo do miocárdio.

Um novo estudo feito por Laurenti, R., publicado na revista *The American Journal of Cardiology*, 2005, objetivou determinar se existe uma relação entre mudanças na pressão barométrica e a ocorrência de ataque cardíaco na região central do Texas entre 1993 e 1996. Foram identificados um total de 1.327 pacientes

vítimas de ataque do coração e de 839 pacientes vítimas de acidente vascular cerebral.

O estudo indicou que o outono e o inverno mostraram uma maior variabilidade nas leituras de pressão atmosférica. Segundo os investigadores, um risco aumentado de ataque do coração, mas não de derrame cerebral, foi observado no dia que segue a uma queda na pressão atmosférica, isto pode estar associado com a poluição do ar, com as doenças associadas, com a idade e com o sexo.

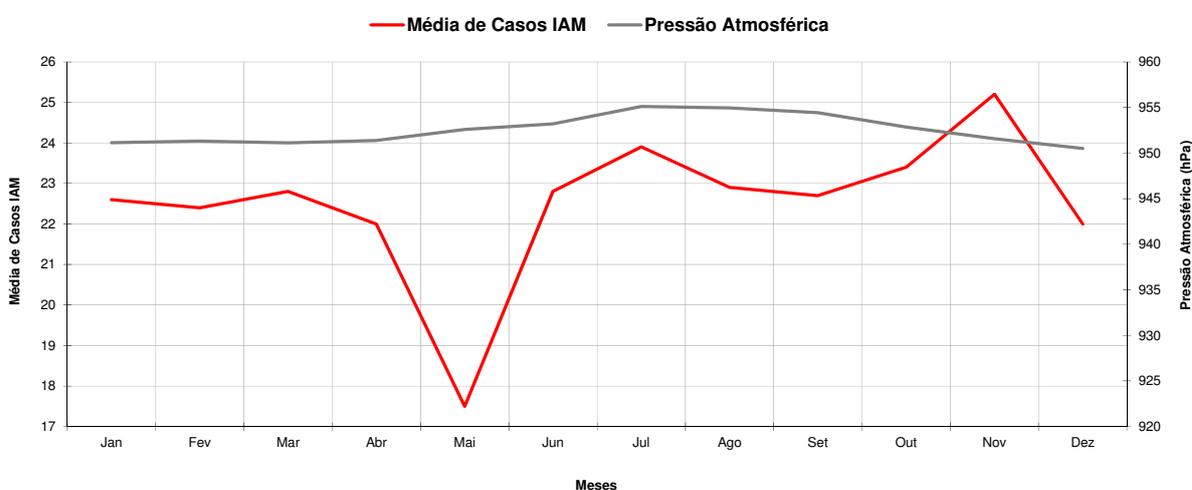


Figura 9. Relação entre a média de casos de IAM e pressão atmosférica na cidade de Campina Grande-PB

Utilizando polinômio de grau 5, obtêm-se o coeficiente de correlação ($R = 65,70\%$), mostrando uma correlação satisfatória existente entre a pressão atmosférica e o infarto agudo do miocárdio (Figura 10), como mostram os anexos 1 e 3, onde observa-se que no mês de julho de 2004 houve o maior número de casos de IAM registrado no período (46), evidenciando também um dos maiores registros da pressão atmosférica (950,8 hpa).

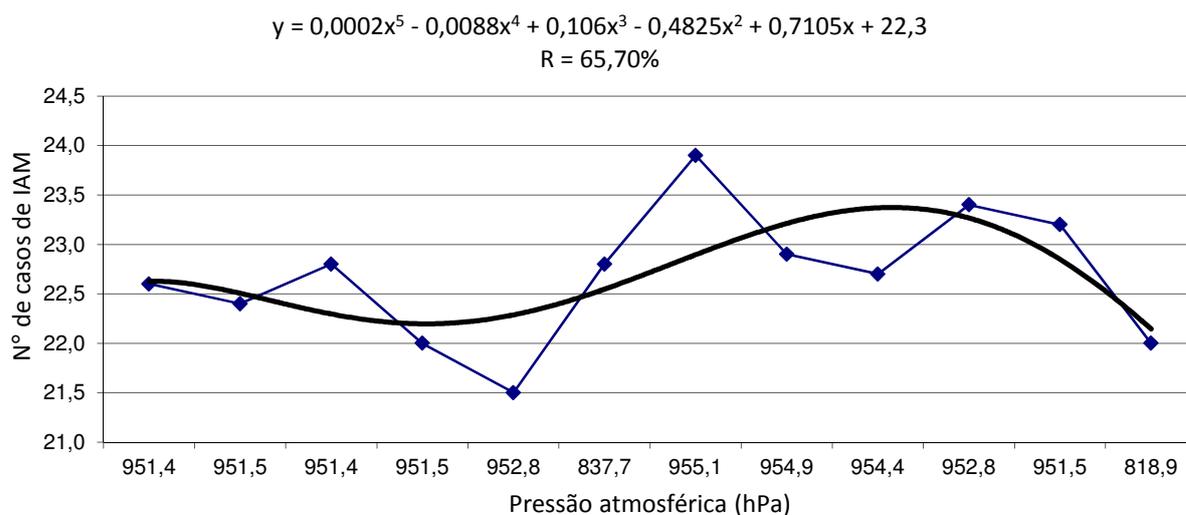


Figura 10. Relação entre IAM e pressão atmosférica

Examinando a influência da insolação sobre o número de casos de infarto agudo do miocárdio (Figura 11), observa-se uma baixa do número de casos no mês de maio e uma tendência crescente a partir de maio até novembro do período estudado, onde houve aumento gradativo da insolação. Mostrando que quanto maior a insolação, maior temperatura e conseqüentemente maior o número de casos de infarto agudo do miocárdio devido ao fato da vasodilatação dos vasos periféricos com conseqüente aumento da viscosidade sanguínea, favorecendo dessa forma o aumento do infarto agudo do miocárdio. Nota-se também que quanto menor insolação, menor temperatura e menor o número de casos de infarto agudo do miocárdio, devido a vasoconstrição dos vasos diminuindo o fluxo sanguíneo.

Essa informação é especialmente importante nas atuais condições climáticas para avaliar o impacto futuro das mudanças climáticas e incluir especificidades da doença e métodos de pesquisa climática da saúde para a necessidade de identificar doenças sensíveis ao clima e destacar a contribuição do clima nas doenças da comunidade em estudo, identificando também grupos de pessoas vulneráveis dentro da população estudada como um passo importante para a saúde preventiva através da informação pública das autoridades de saúde para fornecer um guia para um sistema de alerta.

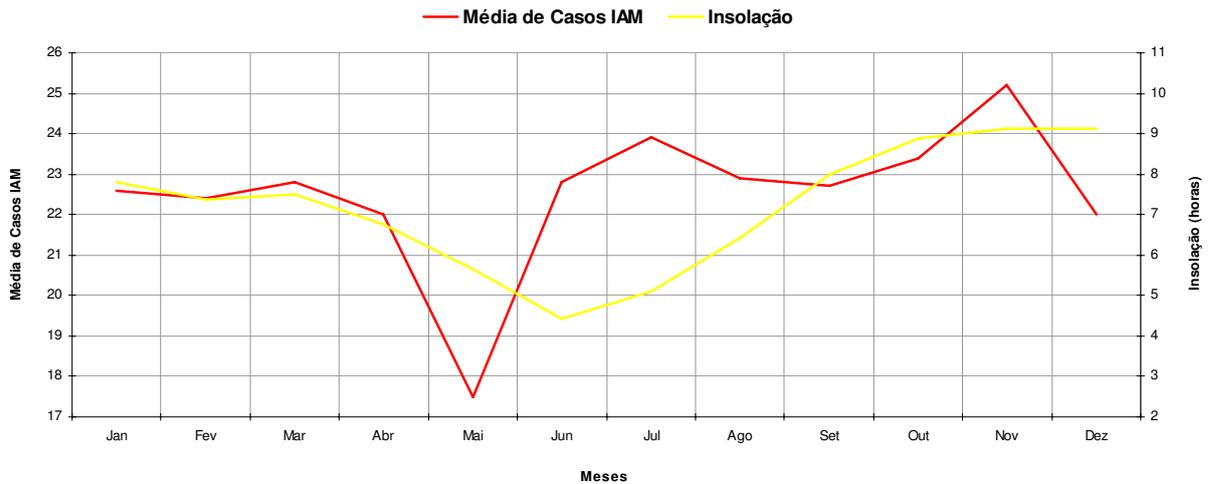


Figura 11. Relação entre a média de casos de IAM e insolação na cidade de Campina Grande-PB

Na Figura 12, obteve-se um coeficiente de correlação ($R = 69,50\%$), evidenciando uma correlação satisfatória entre a insolação e o infarto agudo do miocárdio, como mostra os anexos 1 e 10 que no mês de maior insolação como dezembro de 2002 (330 horas), também houve aumento do número de casos de IAM (23).

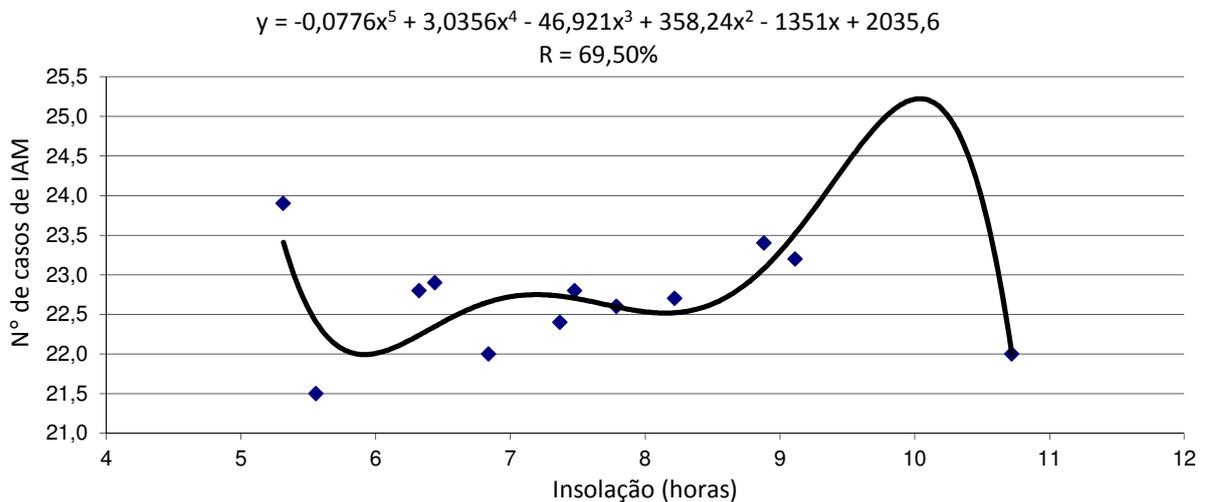


Figura 12. Relação entre IAM e insolação

Observando a influência da velocidade do vento sobre o número de casos de infarto agudo do miocárdio durante o período estudado (Figura 13), verifica-se o comportamento da relação entre a velocidade do vento e o infarto agudo do miocárdio, mostrando uma tendência crescente a partir do mês de maio até

dezembro. Segundo a Revista de Saúde Pública, 1993, em estudo feito por Israel, R. A., na área do sudeste do Brasil mostrou uma correlação significativa entre a velocidade do vento e o infarto agudo do miocárdio, principalmente pelos ventos quentes e secos. Mesmo em pequenas variações a velocidade do vento é suficiente para produzir adaptações fisiológicas no sistema circulatório que levam ao aumento do trabalho cardíaco entre outras alterações, principalmente aqueles indivíduos com placas de ateromas, favorecendo ao infarto agudo do miocárdio.

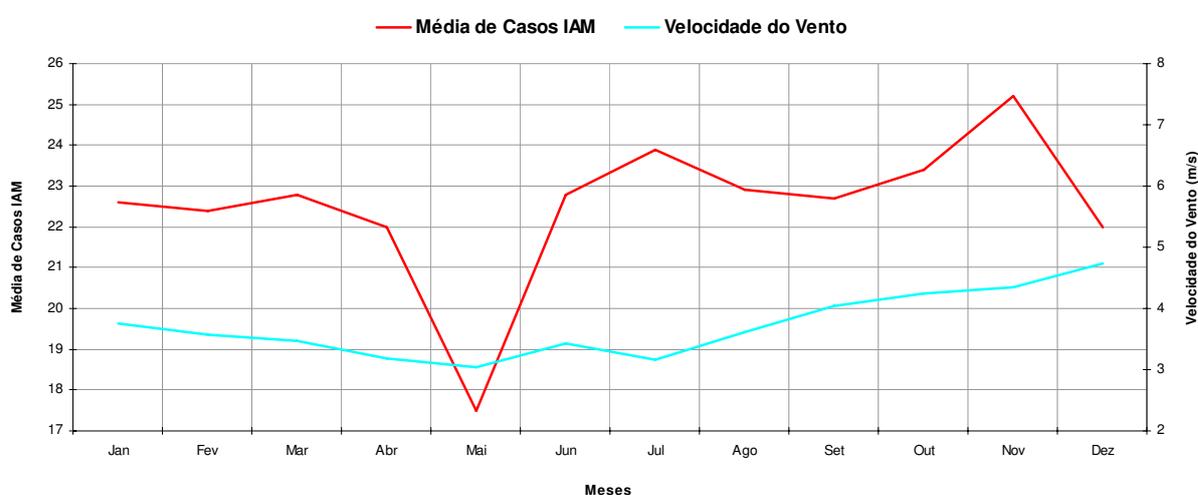


Figura 13. Relação entre a média de casos de IAM e velocidade do vento na cidade de Campina Grande-PB

Muito se tem publicado e discutido acerca de fatores de risco ligados a estilo de vida e a fatores hereditários em Acidente Vascular Cerebral (AVC) e Infarto Agudo do Miocárdio. Porém o estudo da influência de fatores ambientais nas ocorrências dessas patologias ainda é pouco discutido. Visando preencher esta lacuna, foi verificada a associação existente entre velocidade do vento e infarto agudo do miocárdio no Município de Campina Grande-PB. Utilizou-se neste estudo o polinômio de grau 5 e foi encontrado um coeficiente de correlação ($R = 72,15\%$), mostrando uma correlação significativa entre as duas variáveis estudadas (Figura 14), de forma que pode-se observar nos anexos 1 e 9 que no mês de dezembro de 2002 foi registrada a maior velocidade do vento do período (7,2 m/s), correlacionando-se com o 24 casos de IAM no mesmo período.

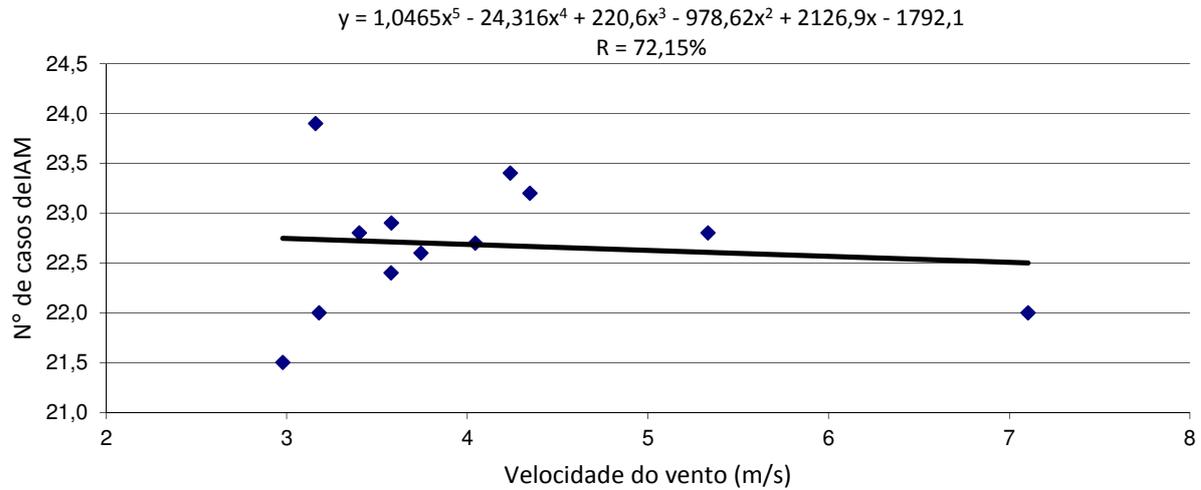


Figura 14. Relação entre IAM e velocidade do vento

Nas épocas secas, pela menor precipitação pluvial e maior temperatura do ar aumenta os casos de infarto agudo do miocárdio pelo aumento da viscosidade sanguínea, como mostra a Figura 15, evidenciando uma tendência decrescente a partir do mês de junho até dezembro inversamente proporcional, onde há um aumento do número de casos de IAM. Analisando ainda a influência da precipitação pluvial sobre os casos de IAM, observa-se também no mês de novembro um aumento do número de casos de IAM e a mais baixa precipitação pluvial de todo período estudado.

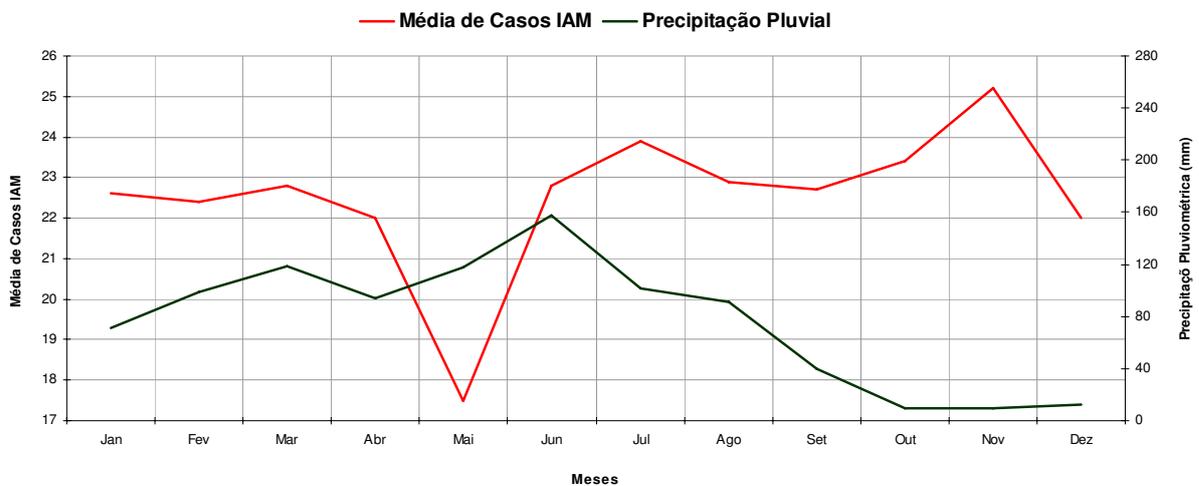


Figura 15. Relação entre a média de casos de IAM e precipitação pluvial na cidade de Campina Grande-PB

A evaporação e o número de casos de infarto agudo do miocárdio ocorridos em Campina Grande-PB durante o período em estudo encontram-se na Figura 16.

Percebe-se que de janeiro a maio ocorreu um declínio do IAM e da evaporação. No mês de maio houve o menor número de casos de IAM com diminuição também da evaporação. Nos meses de junho e julho registrou-se um aumento de IAM com diminuição da evaporação e a partir do mês de agosto observa-se um aumento gradativo do IAM e da evaporação até o mês de dezembro mostrando uma relação direta entre o número de casos de infarto agudo do miocárdio e a evaporação, visto que neste período há também um aumento da temperatura do ar favorecendo o aumento dos índices de doenças cardiovasculares, dentre elas, o infarto agudo do miocárdio pelo aumento da viscosidade sanguínea.

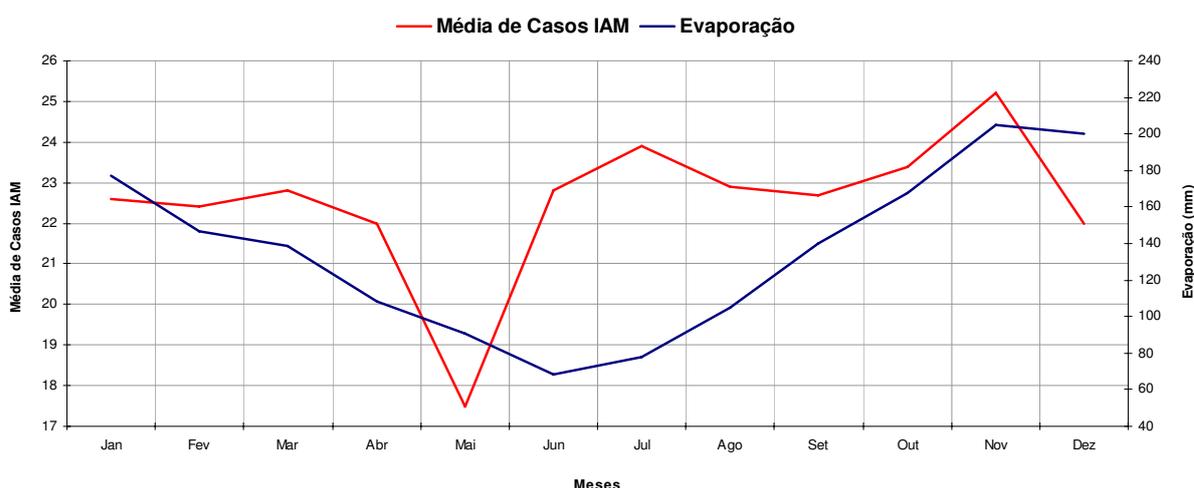


Figura 16. Relação entre a média de casos de IAM e evaporação na cidade de Campina Grande-PB

Observando a Tabela 5 têm-se o resumo dos coeficientes de determinação (R^2) e de correlação (R), evidenciando que houve correlação significativa entre o infarto agudo do miocárdio e as variáveis meteorológicas estudadas, onde houve maior correlação com a temperatura máxima ($R = 76,43\%$), explicando uma vasodilatação com aumento da viscosidade sanguínea que normalmente ocorre nos períodos de temperaturas mais altas, favorecendo dessa forma ao aumento dos índices do infarto agudo do miocárdio.

Tabela 5. Coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (R) das variáveis meteorológicas e o infarto agudo do miocárdio

Variáveis Meteorológicas	Coeficiente de Determinação - R^2 (%)	Coeficiente de Correlação - R (%)
Temperatura Máxima ($^{\circ}\text{C}$)	58,42	76,43
Temperatura Mínima ($^{\circ}\text{C}$)	40,33	65,80
Pressão Atmosférica (hPa)	43,12	65,70
Insolação (horas)	48,24	69,50
Velocidade do Vento (m/s)	52,07	72,15

5.2. Média de casos de diabetes *mellitus*

Para a morbidade mencionada, foi feita a ACP onde a variância total explicada, através do método de análise das componentes principais, foram obtidas três CPs, no qual, através da variância total explicada, os valores foram truncados acima de 1 onde o teste de inércia (Figura 17) mostra quais foram os grupos de variáveis escolhidos:

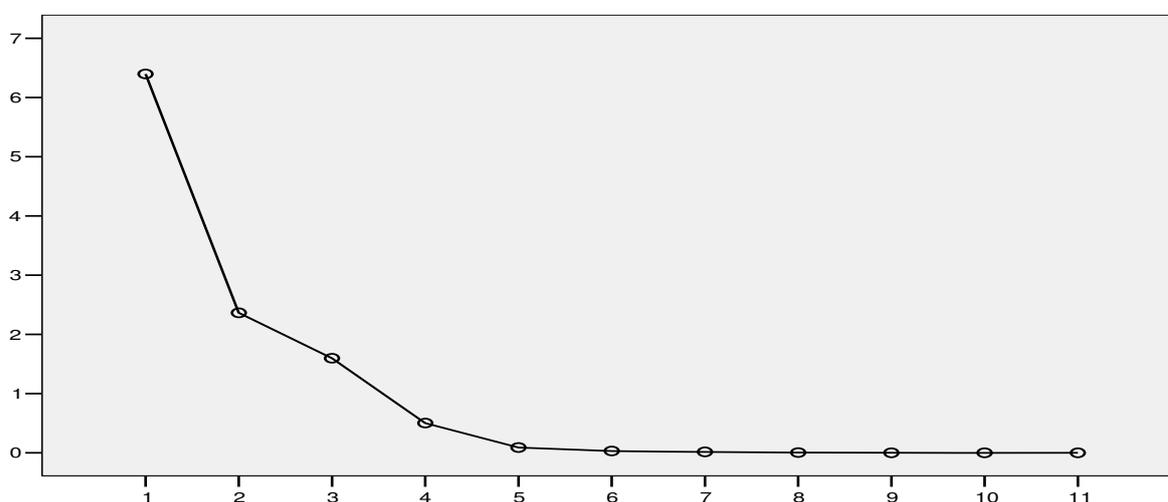


Figura 17. Teste de Inércia para média de casos de diabetes *mellitus* na cidade de Campina Grande

De acordo com a Figura 17 e levando em consideração tal teste de inércia, foram encontradas, através da matriz rotacionada das CPs, os grupos de variáveis preditoras para a morbidade mencionada no qual obteve-se a Tabela 6.

Tabela 6. Matriz da componente rotacionada da média de diabetes *mellitus* na cidade de Campina Grande de janeiro de 2000 a dezembro de 2009, extração ACP e rotação Varimax com normalização Kaiser, convergindo em 5 interações

Variáveis	Componentes		
	1	2	3
Diabetes <i>mellitus</i>	0,713	0,222	-0,033
Temperatura Média (°C)	0,329	0,943	-0,017
Temperatura Máxima (°C)	0,646	0,754	0,084
Temperatura Mínima (°C)	0,050	0,986	-0,136
Amplitude Térmica (°C)	0,909	0,300	0,235
Umidade Relativa do Ar (%)	-0,748	-0,228	0,605
Pressão Atmosférica (hPa)	0,165	-0,026	0,985
Insolação (horas)	0,803	0,310	-0,495
Velocidade do Vento (m/s)	0,285	0,014	-0,957
Precipitação Pluvial (mm)	-0,953	0,061	0,128
Evaporação (mm)	0,858	0,440	-0,165

Desta forma tem-se que a 1ª CP é formada pelas seguintes variáveis preditoras: temperatura máxima (positivamente), amplitude térmica (positivamente), umidade relativa do ar (negativamente), insolação (positivamente), precipitação pluvial (negativamente) e evaporação (positivamente). A 1ª CP ainda explica a morbidade.

Assim foi observado que a variável estudada com relação a 1ª CP, é diretamente proporcional a temperatura máxima, amplitude térmica, insolação evaporação e inversamente proporcional a umidade relativa do ar e precipitação pluvial.

A 2ª componente está relacionada com a temperatura.

A 3ª componente mostra a relação de proporcionalidade inversa entre pressão atmosférica e velocidade do vento.

Dentro das especificações da metodologia do teste KMO, observados neste trabalho, foi verificado que os dados se adequam a esta metodologia a qual relata que acima de 50% há correlação. De 50% a 60% correlação moderada, acima de 60% correlação boa, acima de 70% correlação ótima e de 80% a 100% correlação excepcional. Logo os dados utilizados têm um moderado valor para a utilização desta metodologia de análise fatorial de componentes (Tabela 7).

Tabela 7. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Teste de Bartlett para diabetes *mellitus*

Kaiser-Meyer-Olkin Medida da Adequação da amostra		0,523
Teste de Bartlett de esfericidade	Approx. Chi-Square	291,414
	Df	55
	Sig.	0,000

Analisando o número de casos de diabetes *mellitus* em relação a temperatura do ar (Figura 18), constata-se que houve maior ocorrência de diabetes nos meses de março e novembro, onde a temperatura está mais elevada e um menor número de casos no mês de junho onde a temperatura é mais baixa na cidade de Campina Grande-PB. Os resultados apresentados sugerem que a exposição dos seres humanos ao calor aumenta as chances de desenvolver o diabetes, pois quando a temperatura está baixa e sobe repentinamente, ocasionalmente observa-se uma diminuição das necessidades de insulina, entretanto, o extremo de calor causa um aumento significativo na utilização da glicose pelos tecidos periféricos resultando em hipoglicemia. Segundo a American Diabetes Association (2000), nos extremos de frio ou calor necessita-se ter mais glicose na corrente sanguínea para elevar o metabolismo, daí a maior necessidade de insulina para controlar o seu excesso.

O verão pode ser desconfortável para qualquer um. Mas, para quem tem diabetes, o calor e a umidade podem ser especialmente prejudiciais. Uma das complicações do diabetes, do Tipo 1 e 2, é a capacidade prejudicada de se adaptar a aumentos de temperatura, o que pode provocar aumentos perigosos na temperatura corporal durante o verão e causar danos aos nervos em 60% - 70% das pessoas com diabetes; pode afetar quase qualquer órgão do corpo, incluindo glândulas

sudoríparas. Quando o problema impede que as glândulas trabalhem adequadamente, o corpo não consegue se resfriar quando a temperatura aumenta (Revista da Associação Médica Brasileira, 2009).

Num estudo, White, 2011, demonstrou isso ao comparar pacientes diabéticos e um grupo de participantes saudáveis à medida que eles eram expostos a aumentos de temperatura. Os participantes foram ligados a dispositivos que mediam a temperatura da pele, temperatura corporal e índice de suor. Quando as temperaturas subiram, o índice de transpiração dos participantes aumentou proporcionalmente; as temperaturas corporais continuaram constantes. Para os diabéticos, o suor pareceu se paralisar, independente de um aumento alarmante na temperatura corporal. A incapacidade generalizada dos pacientes com diabetes de suar pelo corpo teve um efeito profundo sobre a temperatura corporal (The New York Times, 18/08/2011).

Uma pesquisa realizada pela Mayo Clinic, no ano de 2010 no Arizona, mostra que pacientes diabéticos apresentam índices mais altos de eventos adversos - como hospitalizações, desidratação e morte - no calor. Mesmo assim, essa pesquisa mostra que muitos desconheciam o risco maior de hipertermia e a necessidade de tomar precauções especiais (The New York Times, 18/08/2011).

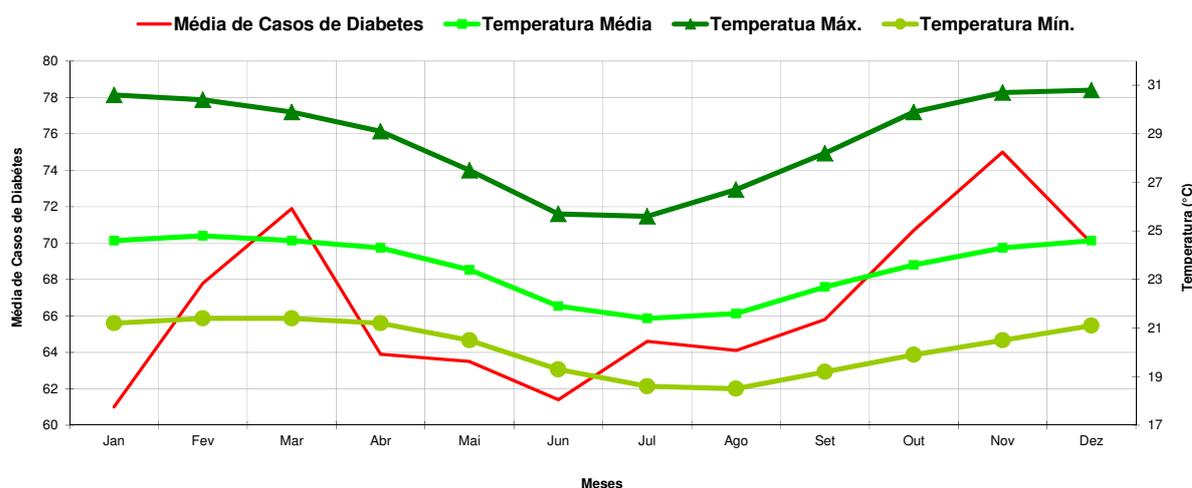


Figura 18. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e temperaturas média, máxima e mínima na cidade de Campina Grande-PB

A Figura 19 evidencia o coeficiente de correlação ($R = 90,18\%$), mostrando uma ótima correlação do resultado direto entre o número de casos de diabetes *mellitus* em Campina Grande e a temperatura máxima do ar, de acordo com os anexos 2 e 5, mostrando no mês de outubro de 2009 um dos maiores números de casos de diabetes *mellitus* do período (98), correlacionando-se com a temperatura máxima registrada no mesmo período ($30,1^{\circ}\text{C}$).

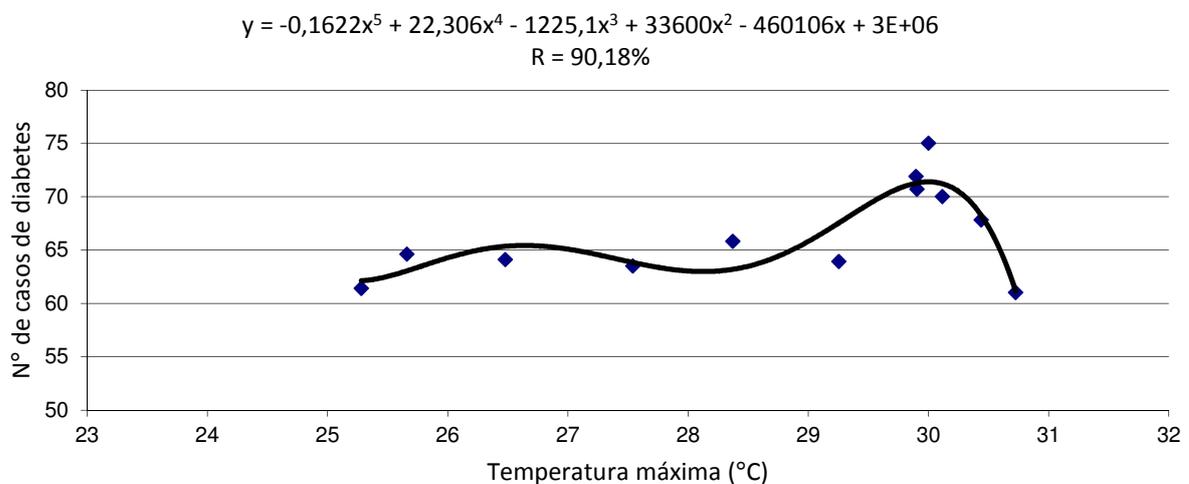


Figura 19. Relação entre diabetes *mellitus* e temperatura máxima do ar

A Figura 20 revela através do polinômio de grau 5 o coeficiente de correlação ($R = 91,55\%$) indicando uma ótima correlação entre o diabetes *mellitus* e a temperatura mínima do ar, evidenciada também nos anexos 2 e 5, onde observa-se que no mês de maio de 2004, houve um dos menores número de casos de diabetes (56), de forma que a temperatura mínima mensal registrada no período foi de $18,1^{\circ}\text{C}$.

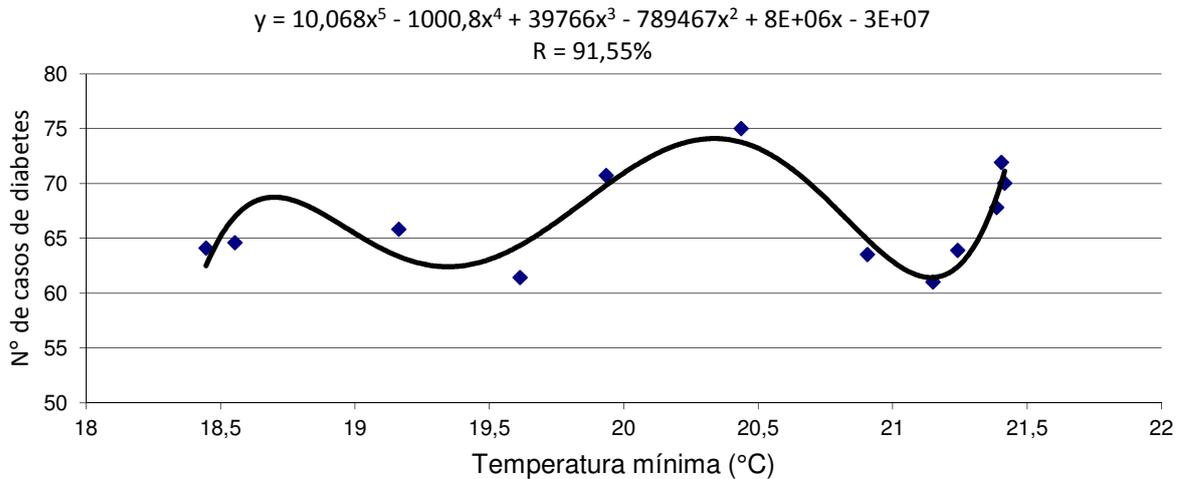


Figura 20. Relação entre diabetes *mellitus* e temperatura mínima do ar

Analisando a Figura 21 observa-se que nos meses de março a junho ocorre diminuição do número de casos de diabetes, período em que há diminuição da amplitude térmica. A partir do mês de maio têm-se um aumento gradativo da amplitude térmica com elevação dos casos de diabetes, mostrando a relação direta entre diabetes mellitus e amplitude térmica.

Na terceira-idade, o organismo humano reduz a sua capacidade de regular sua própria temperatura, por isso, as trocas de calor, que normalmente levam o sangue para todas as partes do corpo e aquecem os tecidos, ficam prejudicadas fazendo com que os idosos sintam mais frio do que os jovens. A percepção de calor deles fica alterada, fazendo com que eles acabem sentindo frio mesmo expostos à altas temperaturas. Para esquentar o corpo, os idosos optam por usar roupas mais pesadas e grossas que comprometem a hidratação do organismo, aumentando a temperatura corporal, necessitando de um custo metabólico maior favorecendo ao aumento da taxa de glicemia.

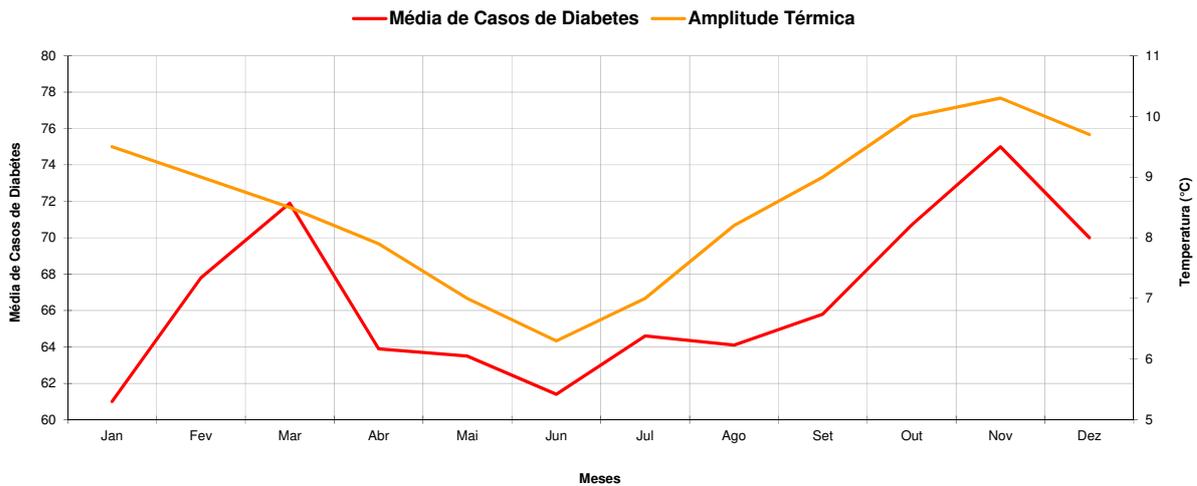


Figura 21. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e amplitude térmica na cidade de Campina Grande-PB

A Figura 22 mostra o coeficiente de correlação ($R = 86,00\%$), indicando uma ótima correlação entre diabetes *mellitus* e a amplitude térmica, mostrados também nos anexos 2 e 6 onde evidencia-se no mês de novembro de 2004 um dos maiores números de casos de diabetes (86), correlacionando-se com a maior amplitude térmica do mesmo período ($10,9^{\circ}\text{C}$).

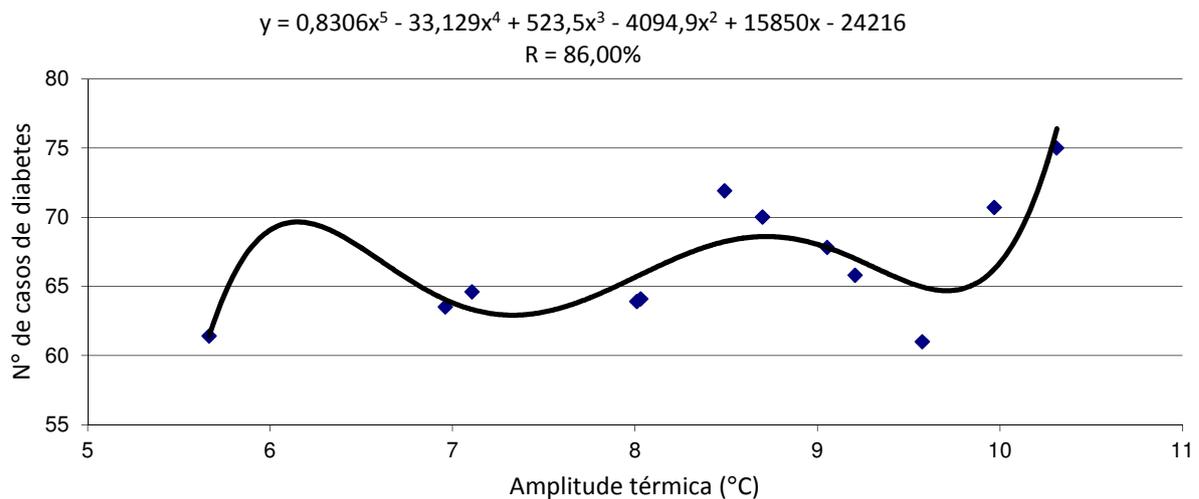


Figura 22. Relação entre diabetes *mellitus* e amplitude térmica

A Figura 23 evidencia a relação entre diabetes *mellitus* e a pressão atmosférica. A pressão atmosférica mostrou-se com pequenas variações, mesmo assim teve influência nos casos diabetes.

As mudanças significativas de pressão atmosférica podem causar desvios nas bombas de insulina, levando-as a emitir muita ou pouca medicação, colocando em risco os diabéticos extremamente sensíveis a estas variações, de acordo com um estudo publicado na revista *Diabetes Care* da American Diabetes Association, 2007.

Uma equipe de especialistas liderada por Bruce King, em 2009 do Hospital Infantil de John Hunter, em Newcastle, Austrália, escreveram, em comunicado de imprensa, que decidiram investigar o assunto depois de terem conhecimento de uma menina de 10 anos com diabetes tipo 1 que viu os seus níveis de glicose baixarem muito sem causa aparente.

Depois de ouvirem outros diabéticos que usaram bombas de insulina - que normalmente são usadas por pessoas com diabetes tipo 1 para administrar as doses de insulina durante todo o dia – e que tiveram experiências semelhantes, foi verificado que, quando a pressão do ar diminuía, as bombas emitiram entre 1 e 1,4 unidades extra de insulina, em média. Quando a pressão aumentava, uma certa quantidade de insulina regressou às bombas, causando a emissão de pequenas quantidades do hormônio, menos de uma unidade. A redução da pressão atmosférica provoca a emissão previsível e involuntária de insulina nas bombas para a formação de bolhas e a expansão de bolhas existentes.

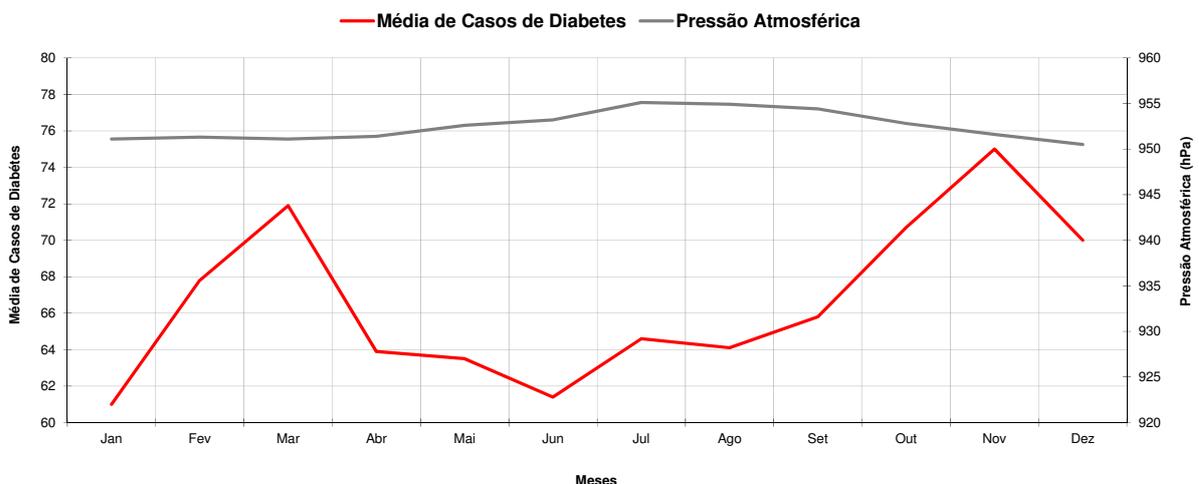


Figura 23. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e pressão atmosférica na cidade de Campina Grande-PB

Observando-se a Figura 24, vê-se que no período estudado o número de casos de diabetes baixou gradativamente de março a junho, período de menor temperatura do ar e de menor insolação. Verifica-se também aumento da insolação e diabetes de junho a dezembro, mostrando uma relação direta entre diabetes mellitus e insolação, justifica-se que durante o período de maior insolação a pele fica mais seca impossibilitando a transpiração que é o mecanismo de troca de calor entre o corpo humano e a atmosfera, favorecendo dessa forma, o aumento da taxa metabólica, depósitos de gordura subcutânea e conseqüentemente aumento da glicose sanguínea.

Outra justificativa é que os mecanismos de funcionamento da termorregulação são complexos, porém conhecidos da fisiologia humana. A temperatura da pele exposta a alta insolação e calor junto à temperatura dos capilares levam informação à hipófise e dão origem a uma série de modificações fisiológicas para a alteração da taxa metabólica.

Para um indivíduo com má termorregulação, como muitos problemas cardiovasculares, asma, bronquite, diabetes e reumáticos; possuem extremidades com baixa temperatura e requer maior quantidade de glicose para alcançar a taxa metabólica ideal.

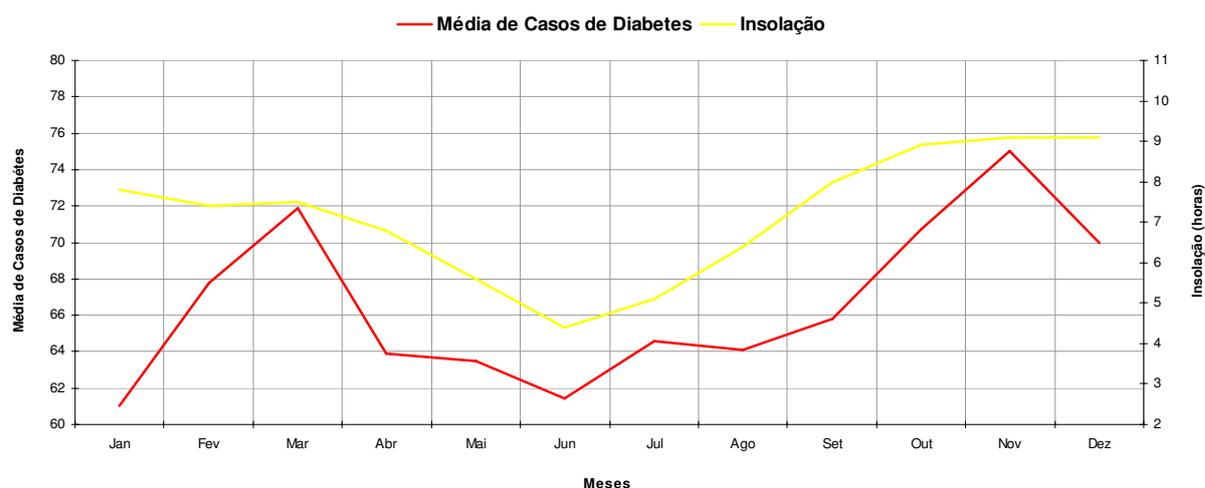


Figura 24. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e insolação na cidade de Campina Grande-PB

A Figura 25 mostra o resultado da correlação direta entre o número de casos de diabetes *mellitus* e a insolação, o qual evidenciou um coeficiente de correlação ($R = 94,96\%$), indicando uma ótima correlação, de acordo com os anexos 2 e 10, evidenciando que no mês de novembro de 2004, observa-se um dos maiores número de casos de diabetes (86), de forma que também houve a maior insolação registrada no respectivo ano (290 horas). Observando ainda os referidos anexos o mês de outubro do ano de 2005 houve 87 casos de diabetes, correlacionando-se com a maior insolação registrada no ano (291 horas).

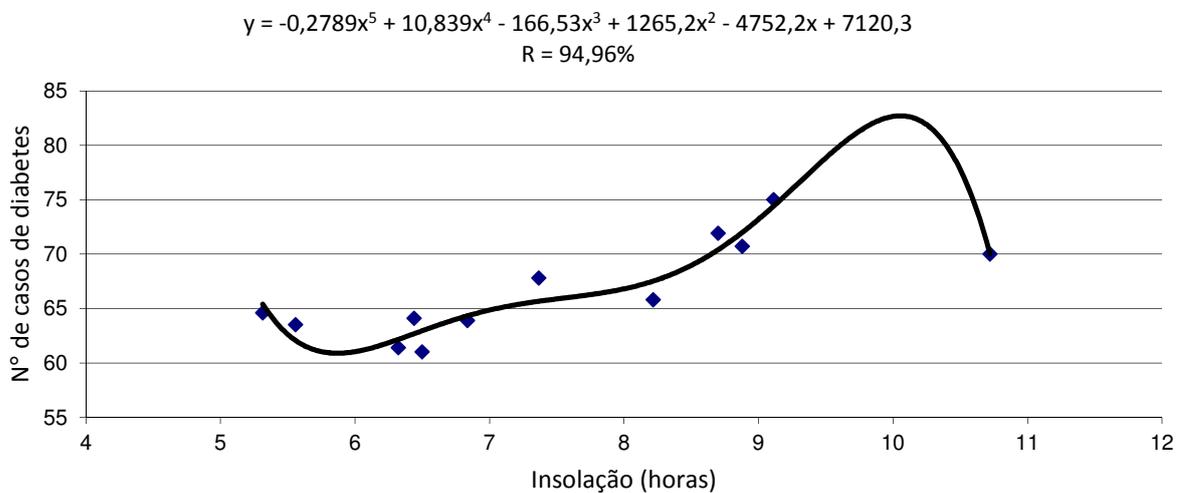


Figura 25. Relação entre diabetes *mellitus* e insolação

A Figura 26 mostra o comportamento e a relação entre diabetes *mellitus* e a velocidade do vento, evidenciando uma relação direta onde nos meses de junho a dezembro houve aumento gradual tanto da velocidade do vento quanto do número de casos de diabetes.

Assim como a temperatura do ar, a velocidade do vento é determinante na troca de calor por convecção entre o corpo e meio ambiente. Quanto mais intensa for a ventilação, maior será a quantidade de calor trocada entre o corpo humano e o ar, conseqüentemente menor será a sensação de calor. Daí a definição do termo “windchill”, criado por Paul Simple (1939-1940), expressa o efeito de resfriamento decorrente da perda de calor provocada pelo vento, fazendo com que a sensação térmica corresponda a de uma temperatura muito inferior a realmente observada.

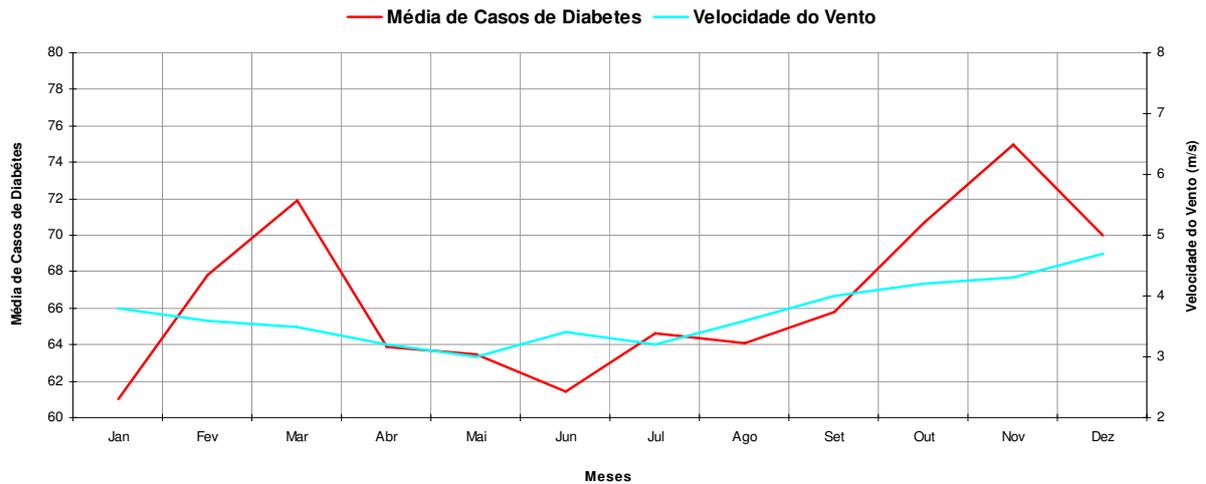


Figura 26. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e velocidade do vento na cidade de Campina Grande-PB

A Figura 27 mostra um coeficiente de correlação ($R = 82,06\%$), indicando uma ótima correlação entre diabetes *mellitus* e a velocidade do vento, revelada principalmente no período de junho a dezembro de acordo com a Figura 26, como mostra os anexos 2 e 9, onde observa-se que no mês de novembro de 2008 houve 98 casos de diabetes, correlacionando-se com a maior velocidade do vento registrada no referido ano (4,2 m/s).

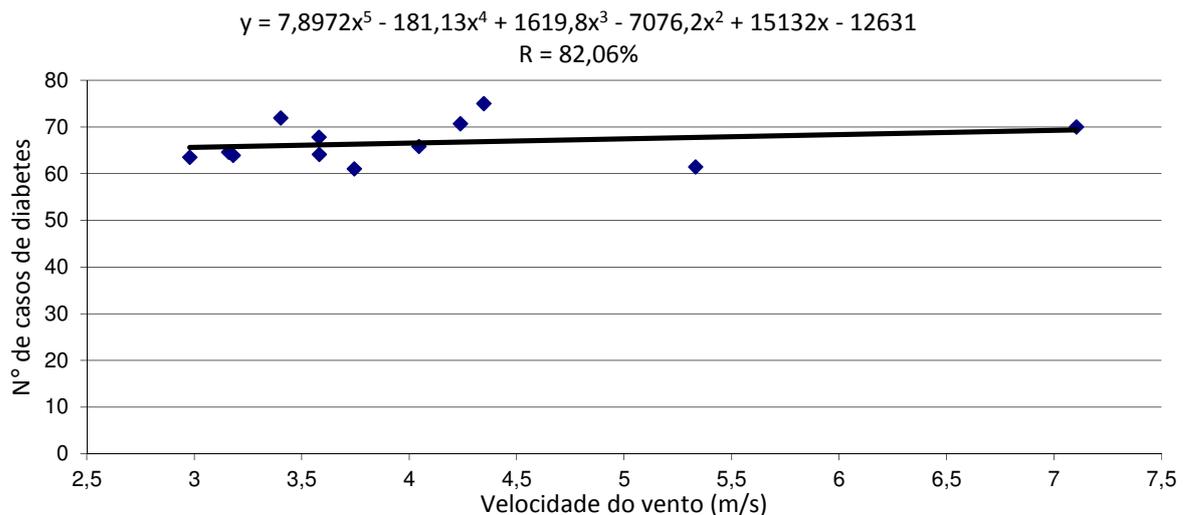


Figura 27. Relação entre diabetes *mellitus* e velocidade do vento

Analisando a Figura 28, evidencia-se um coeficiente de correlação ($R = 95,17\%$), mostrando uma ótima correlação entre diabetes *mellitus* e a precipitação pluvial, de acordo com os anexos 2 e 8, onde mostra que no mês de março de 2001 houve 72 casos de diabetes, correlacionando-se com a precipitação pluvial do mesmo período (210 mm).

A precipitação pluvial assim como a umidade relativa do ar são fatores meteorológicos que influenciam o conforto térmico. Elas interferem diretamente em três mecanismos de perda de água do corpo humano, a saber: a difusão de vapor d'água através da pele (transpiração imperceptível), a evaporação do suor da pele e a umidificação do ar respirado. Ou seja, à medida que a temperatura do ar se eleva e a perda de calor por condução e convecção é prejudicada, há um aumento na eliminação de calor por evaporação, fazendo com que a transpiração se torne perceptível. Se o ar estiver saturado essa evaporação não é possível, caso em que a pessoa ganha calor enquanto a temperatura do ambiente mantém-se superior a da pele. Caso contrário, sob um ar seco, a perda de calor pelo corpo ocorre mesmo em altas temperaturas. Em todos os casos, entretanto, a perda de água ocorre na forma gasosa, resultando em perda de calor pelo corpo humano.

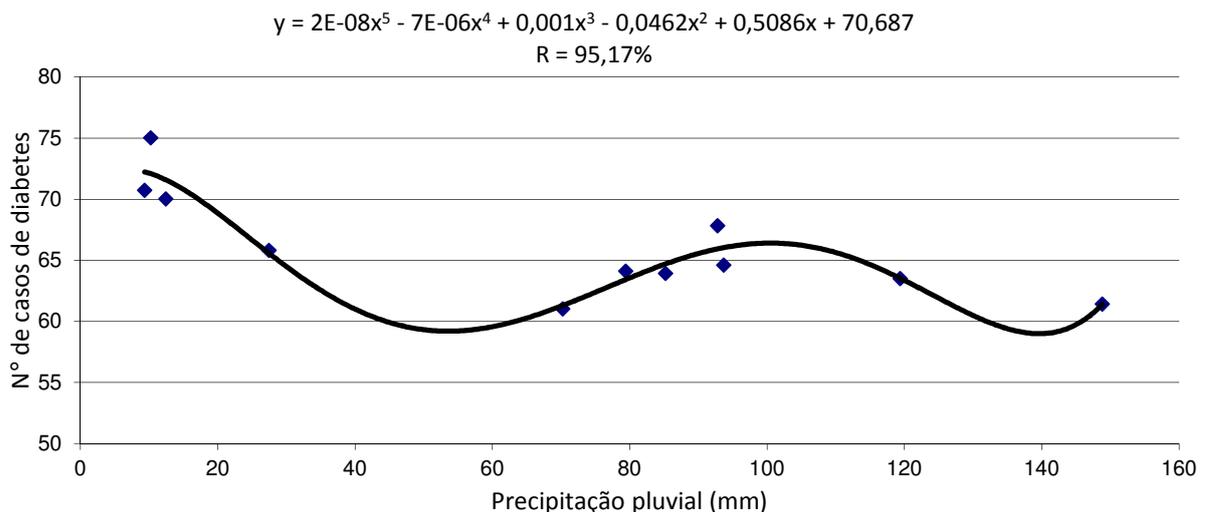


Figura 28. Relação entre diabetes *mellitus* e precipitação pluvial

Observando-se a Figura 29 verifica-se uma diminuição gradativa da evaporação e do diabetes do mês de março até junho, onde houve diminuição da evaporação e por conseguinte houve também maior precipitação pluvial e menor temperatura. Já nos meses de junho a dezembro pode-se ver um aumento da evaporação e do diabetes, meses estes em que há um aumento da evaporação e diminuição da precipitação pluvial na cidade de Campina Grande. Dessa forma, pode-se dizer que há uma relação direta entre diabetes *mellitus* e evaporação.

De acordo com Tortora, 2000 em ambientes quentes quando as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, o organismo reage por meio de seus mecanismos termo-reguladores, proporcionando condições de trocas de calor mais intensa entre o organismo e o ambiente, e reduzindo as combustões internas. O incremento das perdas de calor para o ambiente se faz por meio da vasodilatação e da exsudação (suor), aumentando os níveis de glicose sanguínea.

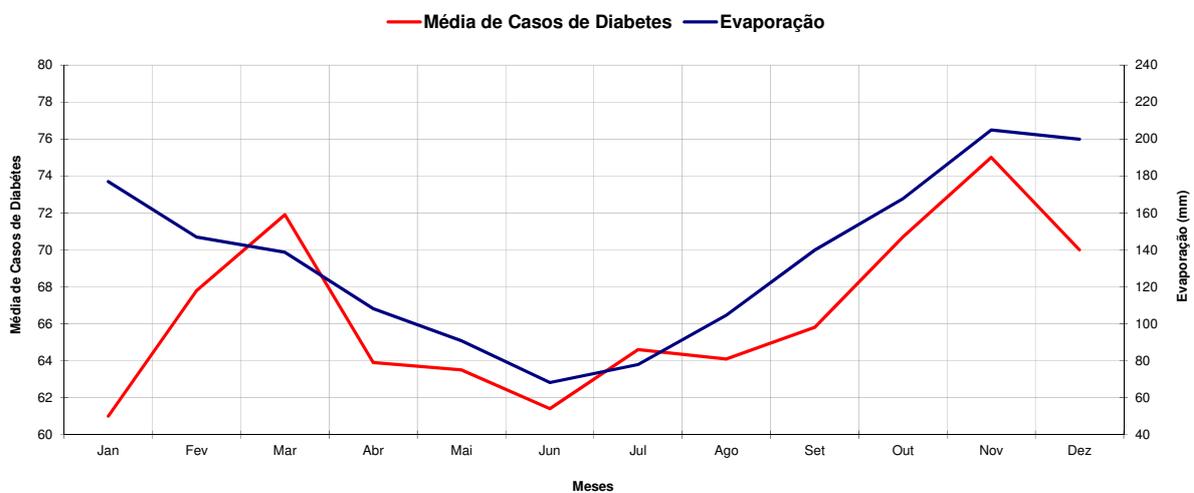


Figura 29. Relação entre a média de casos de diabetes *mellitus* e evaporação na cidade de Campina Grande-PB

A Figura 30 mostra o coeficiente de correlação ($R = 89,59\%$), evidenciando uma ótima correlação entre o diabetes *mellitus* e a evaporação, visto que quanto maior a temperatura maior evaporação, solicitando uma maior taxa metabólica favorecendo um aumento da glicose, de acordo com os anexos 2 e 11, onde observa-se que no mês de dezembro do ano de 2006 houve o maior número de

casos de diabetes de todo o período estudado (100), correlacionando-se perfeitamente com a maior evaporação (220 mm).

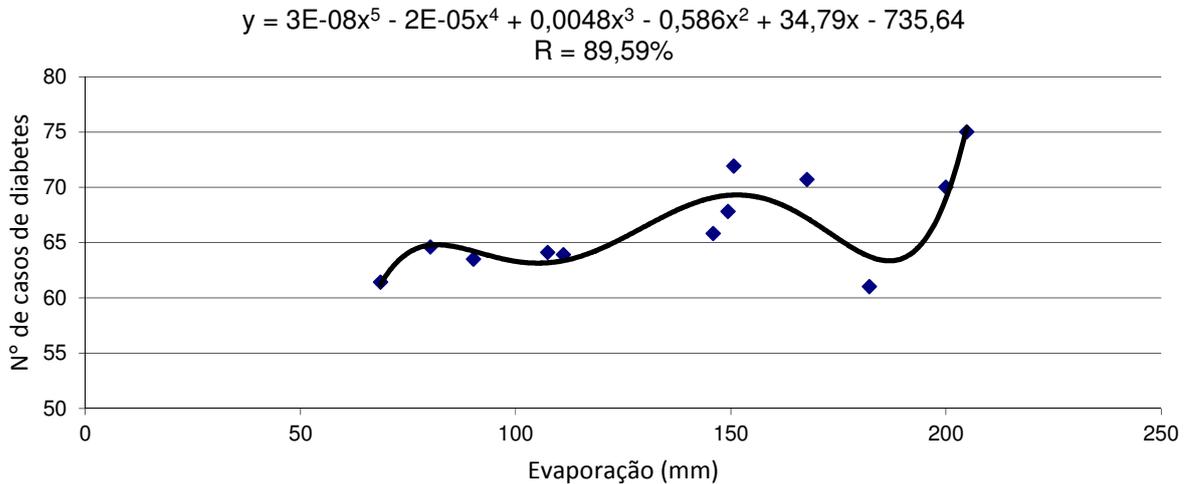


Figura 30. Relação entre diabetes *mellitus* e evaporação

Analisando a Tabela 8 a qual mostra o resumo dos coeficientes de determinação e de correlação das variáveis meteorológicas, observa-se que houve correlação significativa entre o diabetes *mellitus* e as variáveis meteorológicas. A variável que apresentou maior correlação foi a precipitação pluvial ($R = 95,17\%$) mostrando que o diabetes *mellitus* tem uma relação direta com a mesma, justificando uma maior demanda metabólica neste caso, aumentando os níveis glicêmicos dos indivíduos expostos a tal situação favorecendo dessa forma, o aparecimento do diabetes, valendo salientar que a precipitação pluvial é o resultado final de todos os processos físicos que ocorrem na atmosfera, portanto bem relacionado também com as demais variáveis meteorológicas.

Tabela 8. Coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de correlação (R) das variáveis meteorológicas e o diabetes *mellitus*

Variáveis Meteorológicas	Coeficiente de Determinação - R^2 (%)	Coeficiente de Correlação - R (%)
Temperatura Máxima ($^{\circ}\text{C}$)	81,33	90,18
Temperatura Mínima ($^{\circ}\text{C}$)	83,81	91,55
Amplitude Térmica ($^{\circ}\text{C}$)	70,93	86,00
Insolação (horas)	90,18	94,96
Velocidade do Vento (m s^{-1})	67,35	82,06
Precipitação Pluvial (mm)	90,57	95,17
Evaporação (mm)	80,27	89,59

6. CONCLUSÕES

6. CONCLUSÕES

1. Os elementos meteorológicos influem fundamentalmente na incidência do infarto agudo do miocárdio e do diabetes *mellitus*;
2. Os elementos meteorológicos que mais contribuem para elevarem o número de casos de incidência do infarto agudo do miocárdio são a temperatura máxima do ar e velocidade do vento;
3. Os casos de diabetes *mellitus* correlacionaram-se melhores com a precipitação pluvial e insolação, embora as temperaturas máxima e mínima do ar também sejam grandes responsáveis pelas referidas incidências;
4. De forma isolada, a insolação constitui-se no principal elemento meteorológico, regulador de certa forma na incidência dos casos de infarto agudo do miocárdio e diabetes *mellitus*;
5. De acordo com resultados obtidos é possível sugerir a realização de programas junto aos gestores de saúde pública para a prevenção dos números de casos de infarto agudo do miocárdio e o diabetes *mellitus* em função dos elementos meteorológicos.

7. RECOMENDAÇÕES

7. RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se a realização de trabalhos complementares, levando em consideração a alimentação e atividades físicas, visto que a alimentação gordurosa é um fator de risco a longo prazo. Cuidar da alimentação é primordial em qualquer época do ano;
- Pode-se recomendar que pacientes com processo arteriosclerótico, em risco de infarto agudo do miocárdio, principalmente idosos, devem precaver-se de praticar exercícios e se expor ao sol em dias de variações extremas na temperatura;
- Fazer o controle médico de doenças crônicas, como hipertensão e diabetes, mas ficar atento às mudanças que devem ser feitas no tratamento durante o verão, no calor o cuidado com os mais velhos deve ser redobrado;
- As variações climáticas em uma determinada região têm importância, pois se podem traçar metas para prevenir as consequências para a saúde humana;
- Deve ser feito um trabalho a nível nacional de conscientização, para que a população entenda que as complicações do infarto agudo do miocárdio e do diabetes *mellitus* são o que levam ao óbito, e não a doença em si, e que sem esforço pessoal não há como minimizar essas complicações.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2007: Recomendações para a prática médica VI. diabetes *mellitus* gestacional. Diabetes Clínica. São Paulo, nº 3. p. 214-216, maio/junho 2007.

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

ASSUNÇÃO, M. C. F.; SANTOS, I. S.; GIGANTE, D. P. Atenção primária em diabetes no sul do Brasil: estrutura, processo e resultado. Rev. Saude Pública, São Paulo, v. 35, n.1, p. 88-95, fev. 2001.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 12ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BEJARÁN, R.; De GARÍN, A., 2001: Mortalidad y temperatura en la ciudad de Buenos Aires; Anales del Congremet VIII, Buenos Aires, Mayo de 2001.

BESANCENOT, J. P. Le Climat et la Santé. (Org. Dubreuil, V. Et Marchand, J. P. “Le Climat, L’eau et les Homes.” France, Presses Universitaires de Rennes. 1997 (Pp. 87-104).

BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE, Guia de doenças crônicas. 9 ed. Brasília-DF, 2007.

CADERNOS DE SAÚDE PÚBLICA, 1992.

CASTILHO, F.J.V. Abordagem geográfica do clima urbano e das enfermidades em São José do Rio Preto/SP. Rio Claro, 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

CAVALCANTE, E. R. N.; “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.

COSTA, L. L. "Influência de Variáveis Meteorológicas Sobre a Ocorrência do Dengue em Campina Grande – PB". Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 86 p: Dissertação (Mestrado). UFCG/CCT/CTRN. 2010.

CRAWFORD, V. L. S.; MCCANN, M.; STOUT, R.W.; "*Changes In Seasonal Deaths From Myocardial Infarction*". Q J Med 96:45–52, (2003).

DE GARÍN, A. y BEJARÁN, R. 2001: Temperatura y Emergencias Cardiovasculares en Lomas de Zamora (Argentina). Anales del Congremet VIII, Buenos Aires, Mayo de 2001.

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.; HERNANDES, 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 Ischæmic 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.

FORANTTINI, O. P. Ecologia, Epidemiologia e Sociedade. 2 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

GAGGE AP, GONZALES RR (1996) Mechanisms of heat exchange: biophysics and physiology. In: Fregly MJ (eds) Handbook of physiology, section environmental

physiology, II the thermal environment. Am Physiol Soc, Washington, DC, pp 45–84.

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.

HALES JRS, FAWCETT AA, BENNETT JW, NEEDHAM AD (1978) Thermal control of blood flow through capillaries and arteriovenous anastomoses in skin of sheep. Pflugers Arch 378:55–63.

HIRATA K, NAGASAKA T, NODA Y (1989) Venous return from distal regions affects heat loss from the arms and legs during exercise-induced thermal loads. Eur J Appl Physiol Occup Physiol 58:865–872.

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.

HSIA, L.; LU, J.; 1988: Association between temperature and death in residential populations in Shanghai; Int. J. of Biomet., 32 (1), 47-51.

HUFFMAN, S. L.; 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.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Informação Geográfica. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> Acesso: 03 fev 2011.

INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, 2011

JACKSON, G. Tudo sobre doenças cardíacas. São Paulo, Org. Andrei, 2000.

KHAW KT. Temperature and cardiovascular mortality. Lancet 1995; 345:337-338.

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.

LACAZ, C. S. Introdução à Geografia Médica do Brasil. São Paulo: EDUSP, 1972.

LANSKA, D.J.; HOFFMANN, R. G.; Seasonal Variation In Stroke Mortality Rates. American Academy of Neurology, 1999, 52:984.

LIMA, E. A. “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: II. Dissertação (Mestrado). UFCG/CCT/DCA. Março de 2005.

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.

MARGARETE, C. C. T. A.; PEDRO, G. S. M., 2010. Identificação dos tipos de tempo e a ocorrência de mortes por enfermidades cardiovasculares.

MARSHALL, R. J.; SCRAGG, R.; BOURKE, P.; 1988. An analysis of the seasonal variation of coronary heart disease and respiratory disease mortality in New Zealand. International Journal Epidemiology, v. 17, p. 325-31.

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

MENEZES, H. E. A.; BRITO, J. I. B. de; SANTOS, C. A. C. dos; SILVA, L. L. da. A Relação entre a Temperatura da Superfície dos Oceanos Tropicais e a Duração dos Verões no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia. V.23, n.2, 2008.

MIDTTUN M.; SEJRSEN P., 1996 Blood flow rate in arteriovenous anastomoses and capillary in thumb, first toe, ear lobe, and nose. *Clin Physiol* 16:275–289.

OBASI, G. O. P.; WEATHER, *Climate And Health*. Wmo, 1999.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS, 2003.

PITTON, S. E. e DOMINGOS, A. E. “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).

Revista da Associação Médica Brasileira vol.55 no.1 São Paulo 2009.

Revista de Saúde Pública, 27: 15 - 22, 1993.

RODDIE IC (2006) Circulation to skin and adipose tissue. In: Shephard JT, Abboud FM (eds) *Handbook of physiology, the cardiovascular system, peripheral circulation and organ blood flow*. Am Physiol Soc, Washington, DC, pp 285–317.

ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. de. *Epidemiologia & Saúde*. 4 ed. Rio de Janeiro: Medse, 1994. 540 p.

ROUQUAYROL, M. Z.; ALMEIDA FILHO, N. de. *Epidemiologia & Saúde*. 6 ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, RJ. 2003.

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.

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.

SECRETARIA ESTADUAL DA SAÚDE - SES, 2005.

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

SHETH, T.; NAIR, C.; MULLER, J.; YUSUF, S.; 1999. Increased winter mortality from acute myocardial infection and stroke: the effect of age. *J. Am. Coll. Cardiol.*, v. 33, p. 1916-9.

SMELTZER, SUZANNE C.; BARE, BRENDA G. Histórico e tratamento de pacientes com *Diabetes mellitus*. In: BRUNNER; SUDDARTH. Tratado de enfermagem médico-cirúrgica. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005. cap. 41, p.1215-1273.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Consenso Brasileiro sobre diabetes 2002: diagnóstico e classificação do diabetes melito e tratamento do diabetes melito do tipo 2. Rio de Janeiro: Diagraphic, 2003. p.72.

SOUSA, N. M. N. "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.

TARANTO, J. A. & SOLOGUREN, M. J. J., 2000. *Pneumonias Nas Crianças: Sexo, Idade e Padrão Sazonal*. *Jornal de Pneumologia*, 26 (Sup.):S45.

TORTORA, G. J. O. Sistema Circulatório. In: *Corpo Humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. Porto Alegre: Armed Editora, 2000.

The American Journal of Cardiology Volume 96, Issue 1 , 1 July 2005, Pages 45-51

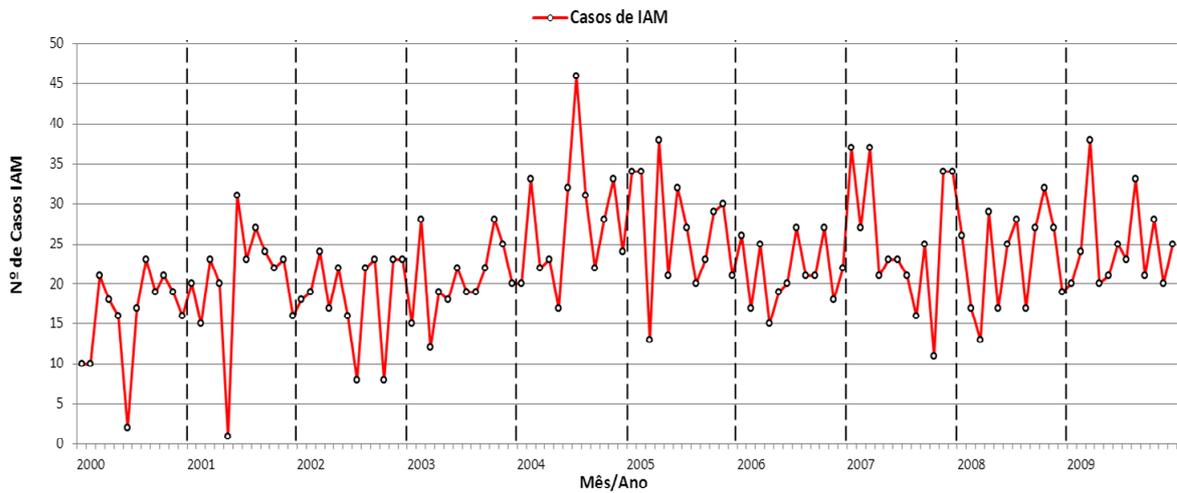
The New York Times, 18/08/2011.

WILMSHURT P. 1994. Temperature and cardiovascular mortality. Excess deaths from heart disease and stroke in northern Europe are due in part to the cold. *BMJ*; 309:1029-1030.

YAGUE, J. L. F. *Iniciación a La Meteorología y La Climatología*. Ediciones Mundi-Prensa: España. 2000.

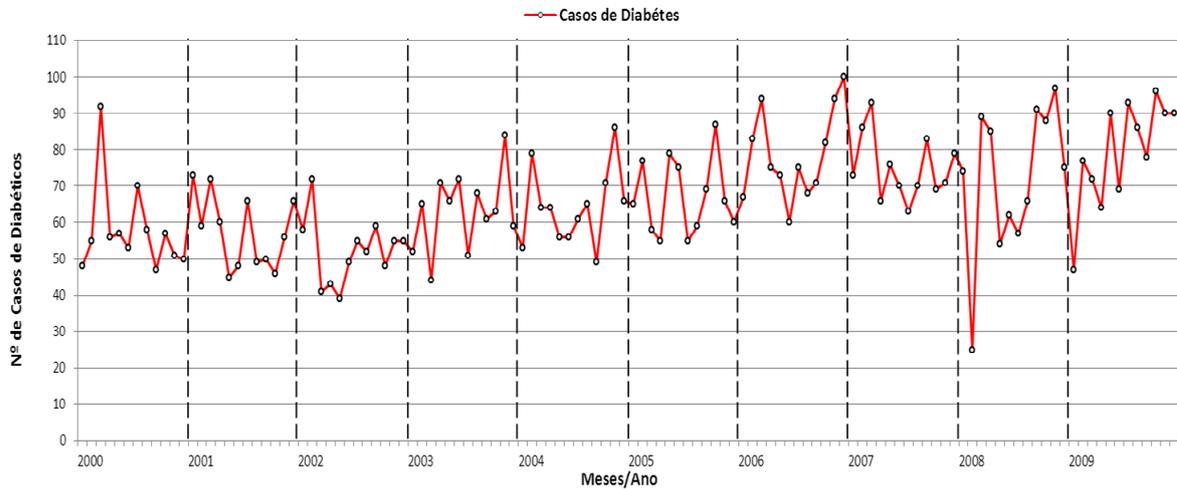
9. ANEXOS

Anexo 1. Incidência de Infarto Agudo do Miocárdio (IAM) na cidade de Campina Grande-PB



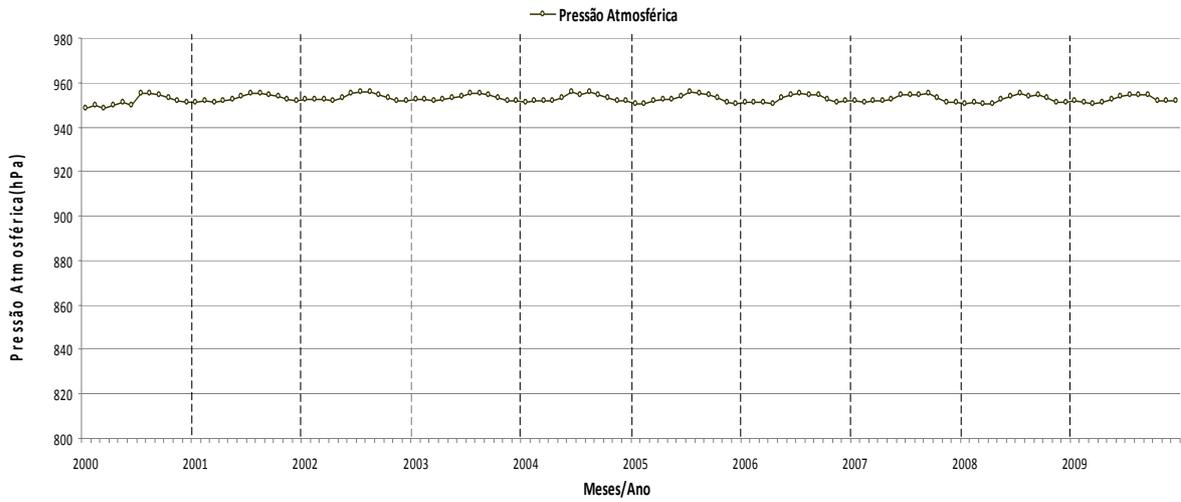
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde

Anexo 2. Incidência de Diabetes *mellitus* (DM) na cidade de Campina Grande-PB



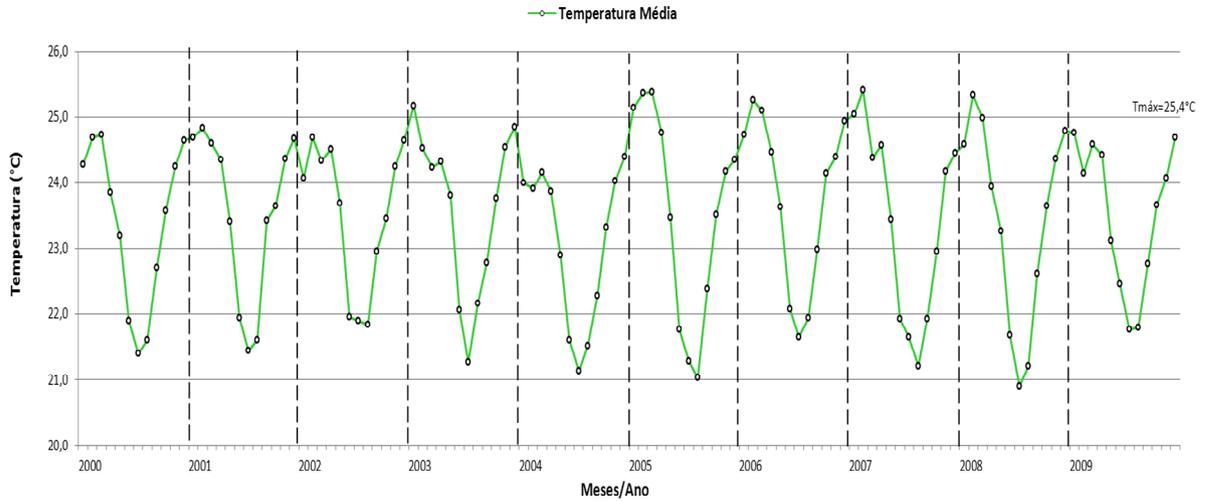
Fonte: Secretaria Municipal de Saúde

Anexo 3. Pressão atmosférica na cidade de Campina Grande-PB



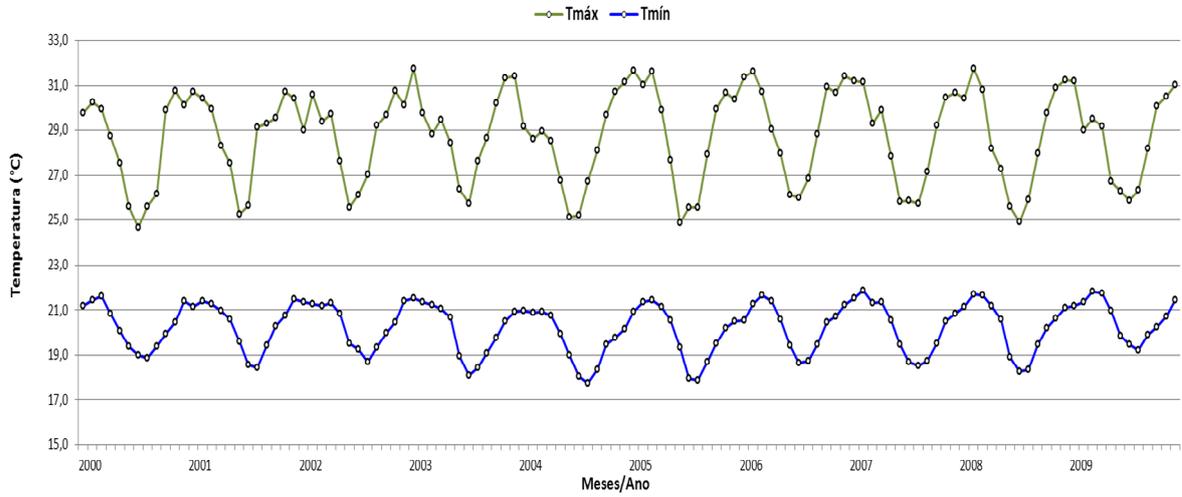
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 4. Temperatura média do ar na cidade de Campina Grande-PB



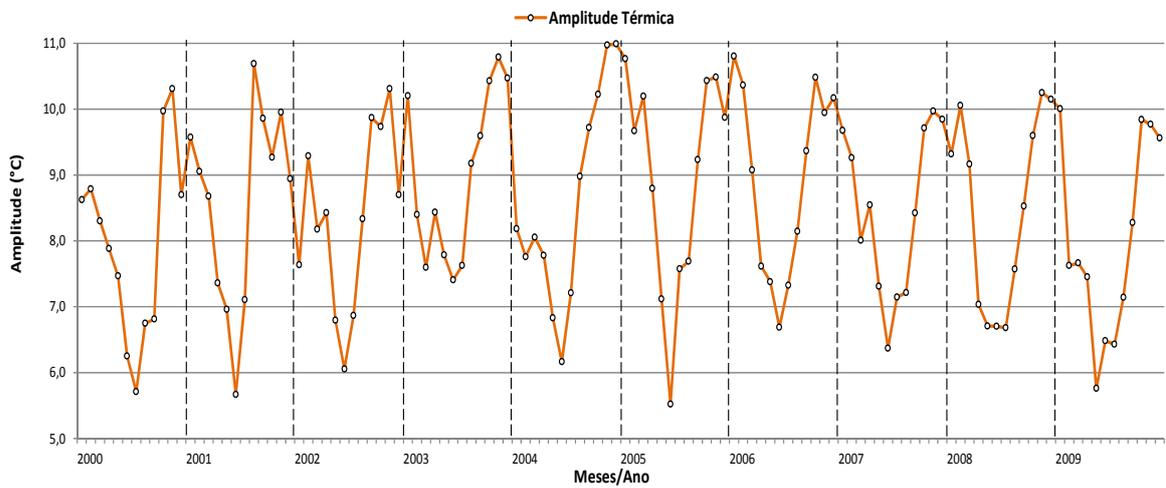
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 5. Temperaturas máxima e mínima do ar na cidade de Campina Grande-PB



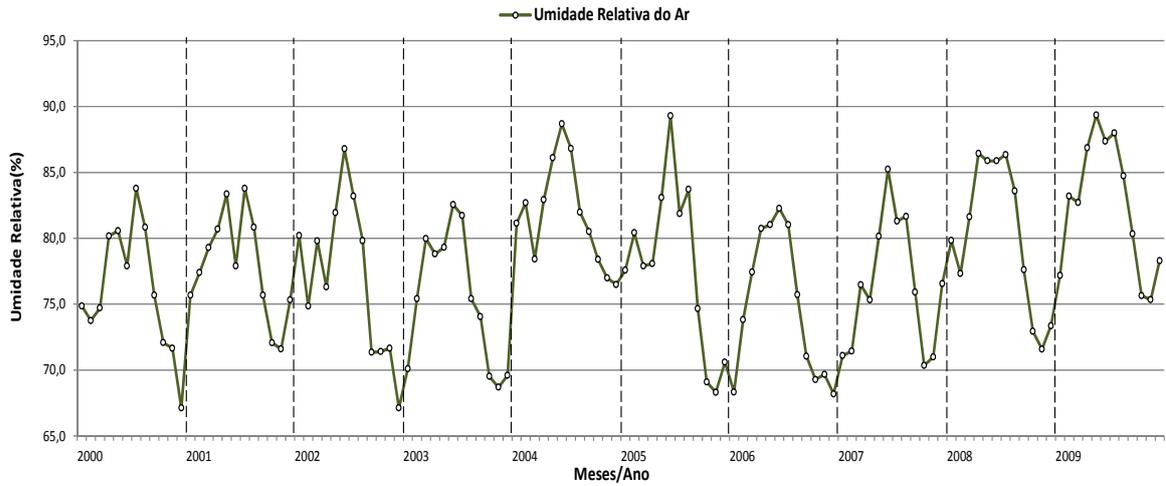
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 6. Amplitude Térmica na cidade de Campina Grande-PB



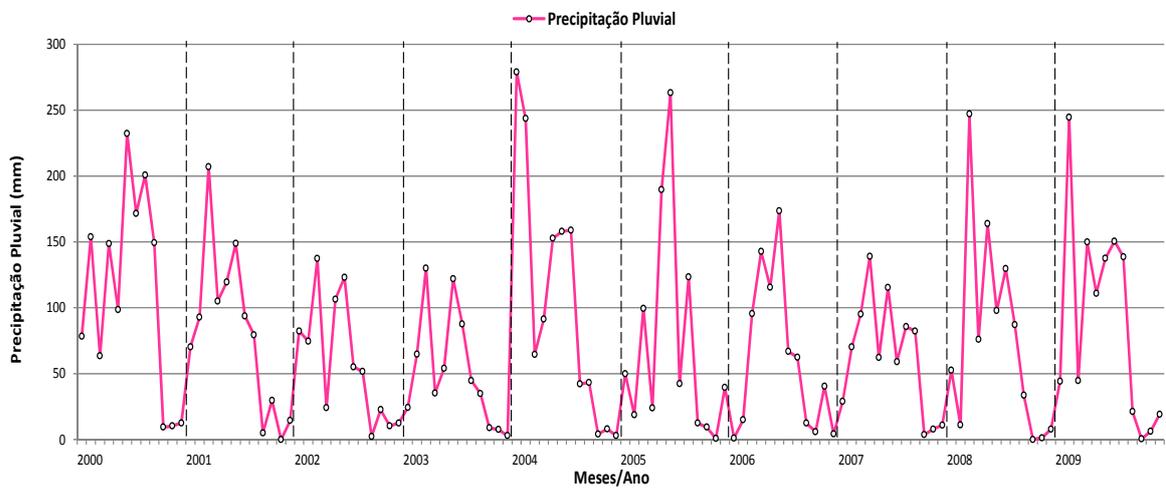
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 7. Umidade Relativa do ar na cidade de Campina Grande-PB



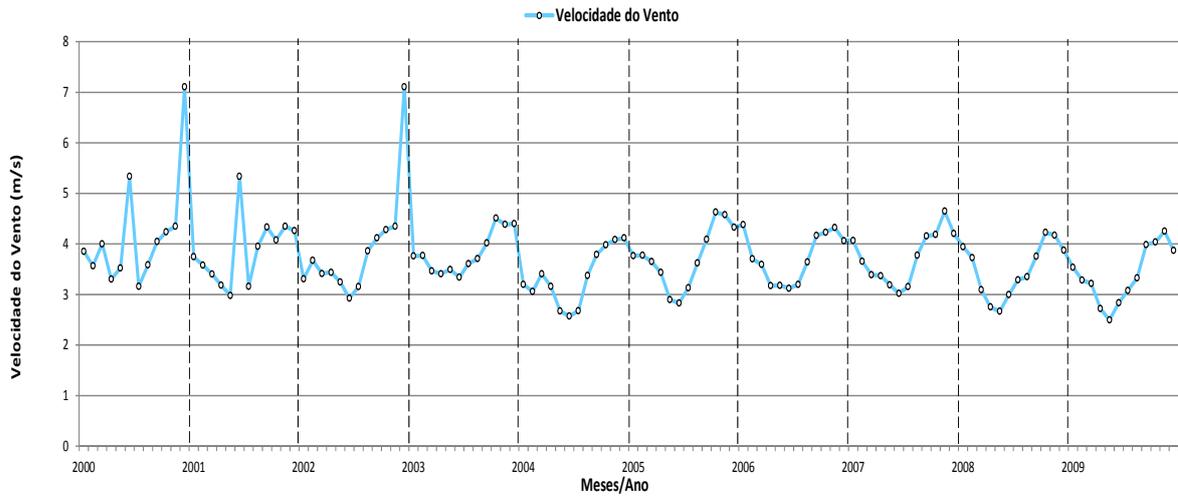
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 8. Precipitação Pluvial na cidade de Campina Grande-PB



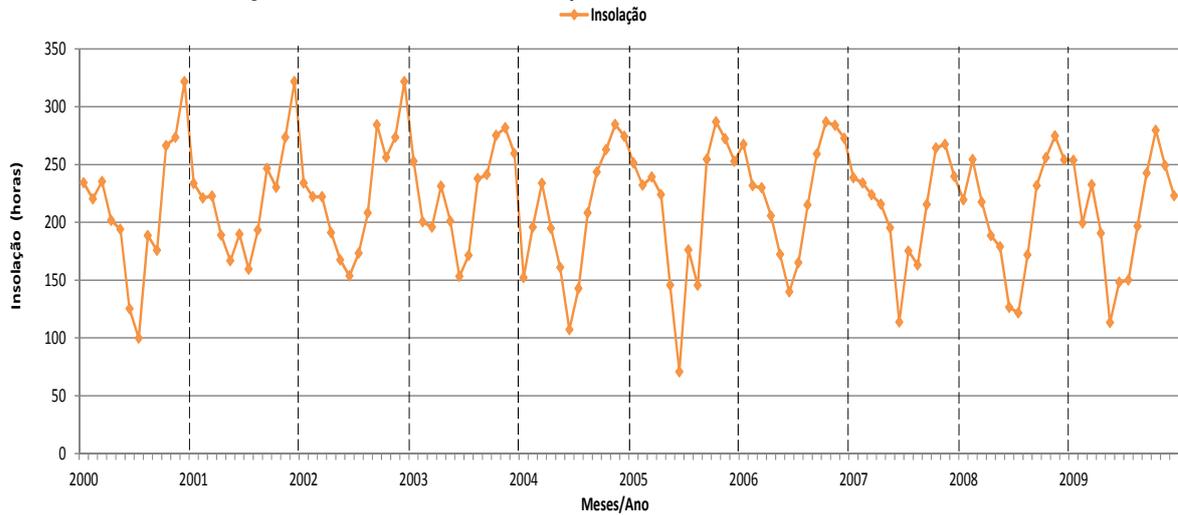
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 9. Velocidade do Vento na cidade de Campina Grande-PB



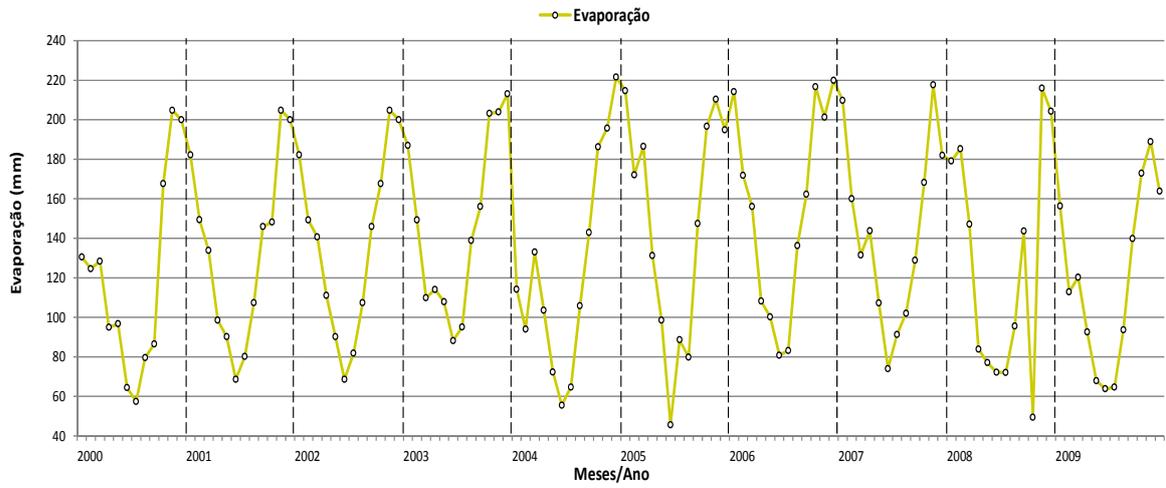
Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 10. Insolação na cidade de Campina Grande-PB



Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

Anexo 11. Evaporação na cidade de Campina Grande-PB



Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA