



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



**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO NÚMERO DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO
DA PARAÍBA UTILIZANDO RESULTADOS DE MODELOS ATMOSFÉRICOS
REGIONAIS PARA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.**

JANNE LÚCIA DA NÓBREGA FIRMINO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Manoel Francisco Gomes Filho

Campina Grande, abril 2005.

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO NÚMERO DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO
DA PARAÍBA UTILIZANDO RESULTADOS DE MODELOS ATMOSFÉRICOS
REGIONAIS PARA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.**

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

Área de concentração: Meteorologia de Meso e Grande Escala

Sub-área: Bioclimatologia

Mestranda: Janne Lúcia da Nóbrega Firmino

Orientador: Prof. Dr. Manoel Francisco Gomes Filho

Campina Grande, abril de 2005.



F525d

Firmino, Janne Lúcia da Nóbrega.

Distribuição espacial do número de casos de dengue no Estado da Paraíba utilizando resultados de modelos atmosféricos regionais para precipitação pluviométrica / Janne Lúcia da Nóbrega Firmino. - Campina Grande, 2005. 89 f.

Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2005.

"Orientação : Prof. Dr. Manoel Francisco Gomes Filho".
Referências.

1. Precipitação Sazonal. 2. Modelos Atmosféricos - Paraíba. 3. Dengue - Caos - Paraíba. 4. Dissertação - Meteorologia. I. Gomes Filho, Manoel Francisco. II. Universidade Federal de Campina Grande - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 556.12(813.3)(043)

JANNE LÚCIA DA NÓBREGA FIRMINO.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO NÚMERO DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DA
PARAÍBA UTILIZANDO RESULTADOS DE MODELOS ATMOSFÉRICOS
REGIONAIS PARA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/4/2005

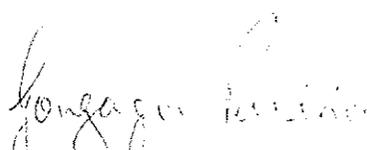
BANCA EXAMINADORA



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



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



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

DEDICATÓRIA

Dedico todo meu empenho e esforço na conclusão desta pesquisa aos meus pais Jonas Firmino da Silva e Fátima Lúcia da Nóbrega Firmino, pelo apoio, incentivo, companheirismo, amor e lições de vida, na minha longa trajetória.

OFERECIMENTO

*Ao meu primeiro sobrinho Pedro Henrique da Nóbrega Silva,
pelas alegrias e descontrações, e do amor e carinho que ele tem
demonstrado em um sorriso e no brilho dos seus olhinhos, TIA TE
AMA!!!*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a **DEUS** por ter me dado forças por todas as dificuldades que passei para chegar ao final deste Mestrado.

Aos meus pais **JONAS FIRMINO DA SILVA** e **FÁTIMA LÚCIA DA NÓBREGA FIRMINO** por toda dedicação, carinho, amizade, educação e principalmente **AMOR**, muito obrigada.

Aos meus irmãos **JUDENILDO DA NÓBREGA FIRMINO, JOSINALDO DA NÓBREGA FIRMINO, JUCELINO DA NÓBREGA FIRMINO, JAILTON DA NÓBREGA FIRMINO, MARIA DE FÁTIMA DA NÓBREGA FIRMINO, JONATAS DA NÓBREGA FIRMINO** pela a atenção, carinho e respeito que sempre tiveram comigo.

A minha tia **MARIA DE LOURDES FIRMINO DA SILVA SOUSA** que me deu todo o apoio e ajuda para que pudesse seguir com meus estudos.

A minha madrinha **MARIA DA PAZ NÓBREGA** pelo seu incentivo e por toda a sua confiança e admiração.

Aos meus amigos(as) Alcides, Patrícia, Zilourdes, Wendell, Ana, Daniel, Kleber, em especial a uma amiga que não posso me esquecer nem hoje e nem nunca por todas as nossas batalhas e imprevistos que surgiram no decorrer desta pesquisa meu muito obrigada a **EDIVÂNIA!!!** Em fim todos que direta ou indiretamente estiveram comigo nessa trajetória.

A Giordana estudante de Medicina da UFCG, pela ajuda em conseguir os dados de casos de dengue na Paraíba.

Ao professor **MANOEL F. GOMES FILHO** por toda sua ajuda, paciência, dedicação e valiosa orientação para a conclusão deste trabalho.

Ao Departamento de Ciências Atmosféricas e ao Curso de Pós-Graduação em Meteorologia pela grande ajuda ao longo de minha vida acadêmica.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

SUMARIO

Lista de Tabelas	i
Lista de Figuras	ii
Lista de Símbolos e Abreviações	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Climatologia e saúde humana	03
2.1.2. Dengue	04
2.1.3. Sorotipos Circulantes, Brasil, 2001 – 2002.	06
3. DADOS E METODOLOGIA	13
3.1 Downscaling e o Modelo Global –ECHAM4.5	14
3.2 Climatologia do Estado da Paraíba	17
3.2.1 Microrregiões da Paraíba	17
3.2.2 Aspectos do Relevo Paraibano	18
3.3. Sistemas Meteorológicos causadores de chuva na Região Nordeste (NE) do Brasil	18
3.3.1 Dipolo do Oceano Atlântico	24
3.3.2 Índice de Oscilação Sul (IOS)	28
3.3.3 Cálculos estatísticos utilizados	31
3.3.4 Fórmula da regressão utilizada nos dados	32

3.3.5	Cálculo dos desvios da previsão em relação aos valores observados	33
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Análise da Precipitação Observada (Prec-OBS) com o Dengue Observado (Dengue-OBS) para o período de 2000 a 2002.	35
4.2	Análise da precipitação prevista (Prec-Prev) com o dengue previsto (Dengue – Prev.) para o período chuvoso dos anos de 2000 a 2002 no Estado da Paraíba.	45
4.2.1	Dengue previsto para o mês de fevereiro do ano 2000.	45
4.2.2	Dengue Previsto para o mês de março do ano 2000.	46
4.2.3	Dengue Previsto para o mês de abril do ano 2000	48
4.2.4	Dengue Previsto para o mês de fevereiro do ano 2001	49
4.2.5	Dengue Previsto para o mês de março do ano 2001	51
4.2.6	Dengue Previsto para o mês de abril do ano 2001.	52
4.3.1	Dengue Previsto para o mês de fevereiro do ano 2002.	54
4.3.2	Dengue Previsto para o mês de março do ano 2002.	55
4.3.3	Dengue Previsto para o mês de abril do ano 2002.	57
4.4.	Relação do dengue observado, com o dengue previsto para algumas localidades do Estado da Paraíba no período de 2000 a 2002.	58
4.5.	Análise dos desvios da previsão em relação aos valores observados	71

5.	CONCLUSÃO	78
5.1.	SUGESTÕES	80
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	81

LISTA DE TABELAS

- 3.1 Tabela com as respectivas cidades e suas áreas territoriais e 16
coordenadas geográficas.

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Ciclo evolutivo do mosquito <i>Aedes aegypti</i> .	4
2	Situação Epidemiológica de Dengue no Brasil (2001-2002).	6
3	Casos Notificados por Região Geográfica. Brasil, 1986 a 2001.	6
4	Gráfico de precipitação pluviométrica versus número de casos de dengue para o período de 1998 a 2003. Fonte: Sousa <i>et al.</i> , 2004.	12
5	Localização da área de estudo	13
6	Foto de satélite com a determinação da área mais ativa (de mais chuva) da Zona de Convergência Intertropical (linhas verdes) no oceano Atlântico	19
7	Nebulosidade que está se deslocando desde a costa da África até o litoral leste do Brasil sobre a região Nordeste do Brasil - Imagem do Satélite METEOSAT-7	20
8	Frente Fria sobre a região Nordeste do Brasil- Imagem do Satélite METEOSAT-7.	21
9	Centro do Vórtice Ciclônico de Ar Superior sobre a região Nordeste do Brasil-Imagem do Satélite METEOSAT-7	22
10	Nuvens associadas ao Vórtice Ciclônico de Ar Superior sobre o Nordeste do Brasil-Imagem do Satélite METEOSAT-7	22

- 11 Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos 23
vórtices ciclônicos de Ar Superior - VCAS

- 12 Linha de Instabilidade sobre o setor Norte do Nordeste, com 24
a nebulosidade sobre o setor Norte da Paraíba-. Imagem do
Satélite METEOSAT-7

- 13 Dipolo Positivo: águas mais quentes no Atlântico sul e 25
águas mais frias no Atlântico Norte

- 14 Dipolo Negativo: águas mais frias no Atlântico sul e águas 26
mais quentes no Atlântico Norte.

- 15 Representação esquemática da circulação na fase do Índice 28
de Oscilação Sul (IOS) positiva.

- 16 Representação esquemática da circulação na fase do Índice 29
de Oscilação Sul (IOS) negativa.

- 17 A circulação observada no oceano Pacífico equatorial em 30
anos normais.

- 18 Padrão de circulação observada em anos de “El Niño” na 31
região equatorial do oceano Pacífico.

- 19 Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de 36
casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês

- de fevereiro do ano 2000.
- 20 Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de 37
casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês
de março do ano 2000.
- 21 Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de 38
casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês
de abril do ano 2000.
- 22 Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de 39
casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês
de fevereiro do ano 2001.
- 23 Distribuição espacial do número de casos do dengue (a) e 40
da precipitação (b) para a Paraíba correspondente ao mês de
março do ano 2001.
- 24 Distribuição espacial do número de casos do dengue (a) e 41
da precipitação (b) para a Paraíba correspondente ao mês de
abril do ano 2001.
- 25 Distribuição espacial do número de casos do dengue (a) e 42
da precipitação (b) para a Paraíba correspondente ao mês de
fevereiro do ano 2002.
- 26 Distribuição espacial do número de casos do dengue (a) e 43
da precipitação (b) para a Paraíba correspondente ao mês de
março do ano 2002.

- 27 Distribuição espacial do número de casos do dengue (a) e da precipitação (b) para a Paraíba correspondente ao mês de abril do ano 2002. 44
- 28 Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de fevereiro. 45
- 29 Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de fevereiro. 46
- 30 Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de março. 47
- 31 Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de março. 47
- 32 Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de abril. 48
- 33 Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de abril. 49
- 34 Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2001, referente ao mês de fevereiro. 50
- 35 Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de fevereiro. 50
- 36 Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 51

	2001, referente ao mês de março.	
37	Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de março.	52
38	Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2001, referente ao mês de abril.	53
39	-- Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de abril.	53
40	Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de fevereiro.	54
41	Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2002, referente ao mês de fevereiro.	55
42	Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de março.	56
43	Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2002, referente ao mês de março.	56
44	Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de abril.	57
45	Distribuição espacial do número de casos do dengue Previsto para o ano de 2002, referente ao mês de abril.	58
46	Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev)	59

pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Alhandra região do agreste no Período de 2000 à 2002.

- 47 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 60
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Alagoa Nova, na região do Brejo, no Período de 2000 a 2002.
- 48 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 61
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Areia na região do Brejo paraibano, no Período de 2000 a 2002.
- 49 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 62
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Cajazeiras no Período de 2000 a 2002.
- 50 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 63
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de João Pessoa no Período de 2000 a 2002.
- 51 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 64
pela regressão linear múltipla, dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de Catolé do Rocha no Período de 2000 a 2002.
- 52 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 65

- pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue registrado (Dengue-OBS) para a cidade de Campina Grande no Período de 2000 a 2002
- 53 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 66
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Monteiro no Período de 2000 a 2002.
- 54 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 67
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de Patos no Período de 2000 a 2002.
- 55 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 68
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Sapé no Período de 2000 a 2002.
- 56 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 69
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Santa Luzia no Período de 2000 a 2002.
- 57 Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) 70
pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Teixeira no Período de 2000 a 2002.

58	Distribuição espacial do desvio da previsão para o mês de fevereiro de 2000.	71
59	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2000.	72
60	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2000.	73
61	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de fevereiro de 2001.	74
62	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2001.	75
63	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2001	76
64	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de fevereiro de 2002.	76
65	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2002.	77
66	Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2002.	77

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
ECHAM	European Center Hamburg Model
ECMWF	Centro Europeu de Previsão do Tempo de Médio e Longo Prazo
ENOS	El Niño – Oscilação Sul
FF	Frente Fria
FHD	Febre Hemorrágica do Dengue
FNS	Fundo Nacional de Saúde
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia
GrADS	Grid Analysis and Display System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IIP	Índice de Infestação Predial
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IOS	Índice de Oscilação Sul
LI	Linha de Instabilidade
MCGA	Modelo de Circulação Geral da Atmosfera
MCG	Modelo de Circulação Geral
MRE	Modelo Regional Espectral
NCEP	National Centers for Environmental Prediction
NEB	Nordeste Brasileiro
NE	Nordeste

OMS	Organização Mundial de Saúde
PE	Pernambuco
PEVA	Programa de Estrutura da Vigilância Ambiental
RSM	Regional Spectral Model
SRH-BA	Secretaria de Recursos Hídricos da Bahia
SNNEB	Setor Norte do Nordeste Brasileiro
SUS	Sistema Único de Saúde
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VCAS	Vórtice Ciclônico de Ar Superior
ZCIT	Zona de Convergência do Atlântico Sul

RESUMO

Estudos comprovam que a atuação do tempo e do clima sobre os seres humanos provoca reações adversas sobre a saúde, sabe-se que existe uma ligação entre diferentes situações meteorológicas e o aparecimento de certas doenças como o dengue, que é uma doença viral de curta duração, gravidade variável, que ocorre nas áreas tropicais e subtropicais, onde há condições para o desenvolvimento do mosquito transmissor. O objetivo deste trabalho foi estabelecer um sistema que permite prever a distribuição espacial de casos de dengue no Estado da Paraíba, para o qual, a previsão da precipitação sazonal é realizada com sucesso pelos modelos atmosféricos. Para a realização da previsão da distribuição espacial de casos de dengue foi feita uma regressão múltipla utilizando a precipitação prevista no Estado da Paraíba pelo modelo regional, totais mensais de casos notificados de dengue no estado para o período chuvoso e valores mensais do Índice de Oscilação Sul (IOS), Anomalias de TSM do Atlântico Norte e Sul, estes últimos extraídos da Climate Diagnostics Bulletin – CDB do NCEP. A precipitação prevista citada antes foi obtida a partir da redução de escala do modelo global ECHAM 4.5, para a escala regional através do modelo RSM (downscaling). Concluiu-se que a distribuição espacial da precipitação mensal e os casos de dengue previstos no Estado da Paraíba, principalmente para o sertão e o litoral durante o período do estudo, evidenciaram a relação existente entre essa variável meteorológica e esta doença que é transmitida por vetores que estão intrinsecamente ligados às variações climáticas. Com a intenção de verificar o erro cometido na previsão da distribuição espacial dos casos de dengue, foram calculados os desvios da previsão com relação às observações, utilizando-se para isso, os desvios médios previstos e observados dos casos de dengue. Concluiu-se também que a distribuição espacial dos desvios mostrou que os maiores desvios ocorreram na região do sertão e principalmente no sertão de Cajazeiras. Para o agreste paraibano constataram-se valores baixos dos desvios nos meses de fevereiro, março e abril de 2001, e que ocorreu o inverso para os anos de 2000 e 2002.

ABSTRACT

Studies prove that the performance of both weather and climate on the human life provokes adverse reactions over the health, it is known that a connection do exists between different meteorological situations and the appearance of certain diseases as the dengue, that is a viral disease of short duration, variable gravity, that it happens in the tropical and subtropical areas, where there are conditions for the development of the mosquito transmitter. The goal of this work is to establish a system that allows to foresee the spatial distribution of cases of primness in the State of Paraíba, for which, the forecast of the seasonal precipitation is accomplished with success by the atmospheric models. For the accomplishment of the forecast of the space distribution of cases of primness it was made a multiple regression using the precipitation foreseen in the State of Paraíba by the Regional Model, total monthly of notified cases of primness in the state for the rainy period and monthly values of the of South Oscillation Index (SOI), SST Anomalies of the Atlantic Ocean North and South, these last ones extracted of Climate Diagnostics Bulletin - CDB of NCEP/USA. The foreseen precipitation mentioned before was obtained starting from the reduction of scale of the global model ECHAM 4.5, for the regional scale through the model RSM (downscaling). The conclusion is that the spatial distribution of the monthly precipitation and the cases of primness foreseen in the State of Paraíba, mainly for the interior and the coast during the period of the study, they evidenced the existent relationship among that meteorological variable and this disease that it is transmitted by vectors that are linked to the climatic variations. With the intention of verifying the error committed in the forecast of the spatial distribution of the cases of primness, the deviations of the forecast were calculated regarding the observations, being used for that, it was divert them medium foreseen and observed of the cases of primness. It was also concluded that the spatial distribution of the deviations showed that the largest deviations occurs in the area of the interior and mainly in the neighborhood of Cajazeiras. For the rural area it was verified low values of the deviations in the months of February, March and April 2001, and that it happened the inverse for the years 2000 and 2002.

1-INTRODUÇÃO

O dengue é considerado a mais importante flavivirose (anteriormente chamado de arbovirose) que afeta o homem em termos de morbi-mortalidade. Acredita-se que, anualmente mais de 100 milhões de indivíduos, habitantes de 61 países tropicais de todo o mundo se infectam com este vírus.(Veronesi e Fococcia, 1999).

Um dos ramos da Meteorologia menos explorado até o presente momento no Brasil é o que trata da influência dos parâmetros atmosféricos/meteorológicos sobre o organismo dos seres vivos, denominado de biometeorologia. Ainda sim, os poucos grupos que estão trabalhando nessa direção, têm explorado muito mais essa influência sobre as plantas e os animais que sobre os seres humanos.

No Brasil, as primeiras referências são do século XIX no Rio de Janeiro. O mosquito vetor do dengue - *Aedes aegypti* - foi introduzido no país com o tráfico de escravos. A primeira epidemia documentada clínica e laboratorialmente ocorreu em 1981, em Boa Vista, Roraima, causada pelos sorotipos 1 e 4, porém, as epidemias vêm ocorrendo em quase todo o país desde 1986, incluindo casos de dengue hemorrágico.

Até o ano de 2000, os sorotipos 1 e 2 do vírus da dengue distribuíam-se por todo o Brasil, isolados ou associados. Desde 2001, há circulação simultânea dos sorotipos 1 e 2 em 18 estados, e isolamento do tipo 3 no estado do Rio de Janeiro, o que potencializa o risco de epidemias de Febre Hemorrágica do Dengue (FHD). A identificação do sorotipo 3 na Paraíba em 2002 reforça a importância de políticas preventivas na região nordeste e no estado.

Estudos mostram uma resposta anômala na FHD em que anticorpos preexistentes podem não neutralizar um segundo vírus infectante de sorotipo diferente e, em muitos casos, paradoxalmente, amplificam a infecção produzindo além dos distúrbios

endoteliais e hemodinâmicos normais ao dengue clássico (vasculite, aumento da permeabilidade vascular, diminuição do fluxo sanguíneo por aumento da viscosidade), causam distúrbios de coagulação.

O *Aedes aegypti*, no Brasil, é o principal vetor encontrado devido a sua antropofilia, condições ambientais e, sobretudo seus hábitos domésticos (domiciliares e peridomiciliares). Nos países tropicais, as epidemias de dengue costumam ocorrer no verão, quando o calor úmido acelera a ovoposição e aumenta a voracidade do mosquito. (Veronesi e Fococcia., 1999).

O PEVA (Programa de Estrutura da Vigilância Ambiental) do Estado da Paraíba analisa o índice de infestação predial (IIP) em ciclos de dois meses a cada ano. O IIP mostra a porcentagem de residências com *Aedes aegypti* infectados por município. Segundo o PEVA, um índice acima de 10% já é um número preocupante.

No estágio atual da pesquisa envolvendo o dengue, tem-se a clareza da sua relação estreita com os fatores climáticos, inclusive, correlações matemáticas significantes com os totais pluviométricos no mês de observação e em meses antecedentes assim como também com a temperatura do ambiente [Gomes Filho *et al.*(2002); Czuy *et. al* (2001); Gomes (1998); Glasser *et. a.l.* (2000)].

Diante do que foi relatado sobre a influência dos parâmetros meteorológicos em relação à incidência do dengue no Brasil, em especial no Estado da Paraíba que é o enfoque dessa pesquisa, tem-se a necessidade de se fazer um estudo mais detalhado levando em consideração a pluviometria do Estado da Paraíba.

Logo essa pesquisa tem o objetivo de fazer uma previsão do número de casos de dengue no Estado da Paraíba através do uso da técnica do “downscaling”, ou seja, uma redução de escala da previsão do modelo global para a escala regional, da qual usar-se o modelo ECHAM-4.5 para área em estudo, isso para prever a dengue futura, para isso utiliza-se a precipitação prevista que será extraída pelos referidos modelos.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1-Climatologia, Saúde Humana.

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

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

O clima apresenta uma influência direta sobre o meio ambiente e no desenvolvimento dos organismos vivos de uma maneira geral. Atua sobre os organismos, regulando a velocidade do metabolismo influenciado principalmente pelo aumento da temperatura e umidade do ar que conseqüentemente, estimula maior atividade das enzimas e necessidades energéticas dos organismos (Czuy *et al.*, 2001).

Czuy *et al.* (2001) enfatizaram que nas regiões tropicais, por apresentar elevados valores de temperatura e umidade principalmente no verão, é palco constante de surtos de algumas doenças como malária, febre amarela entre outras. Ao longo dos tempos tem-se registrado uma estreita relação existente entre as condições climáticas e sua

interferência na saúde do homem. Hipócrates no ano de 460 a 377 a C, foi quem desenvolveu as primeiras pesquisas voltadas a esta temática.

A dengue é uma doença que se prolifera mais quando as temperaturas, as chuvas e a umidade são elevadas, pois leva a reprodução rápida do vírus, obteve-se com a umidade 89% da influência na reprodução da febre do dengue.

Trabalhos recentes mostram que existe uma boa correlação entre os casos notificados de dengue epidêmica e o Índice de Oscilação Sul - IOS, (Gomes Filho *et al.*, 2002).

2.1.2-Dengue.

Os *Aedes aegypti* se desenvolvem por meio de metamorfose completa, com um ciclo de vida que compreende quatro fases: ovo, larva (quatro estágios larvários), pupa e adulto; levando em média, de 10 a 12 dias para passar de fase de ovo até se tornar um mosquito adulto.(Figura 1).

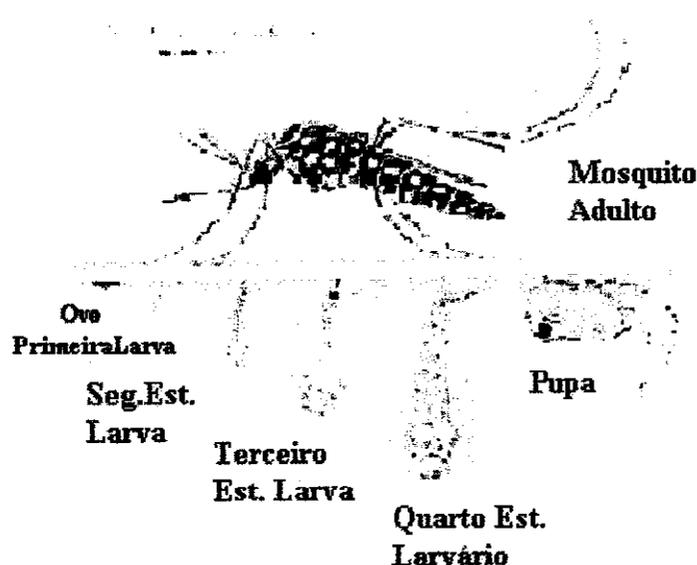


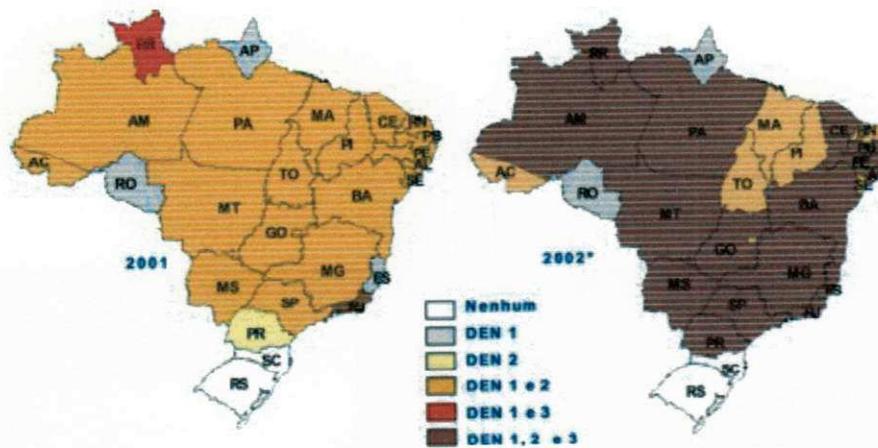
Figura 1 - Ciclo evolutivo do mosquito *Aedes aegypti*. Fonte: REVISTA HISPECI & LEMA 2, 2002.

A dengue é uma doença viral de curta duração, gravidade variável, que ocorre nas áreas tropicais e subtropicais, onde há condições para o desenvolvimento do mosquito transmissor. Apresenta-se sob as formas de dengue clássico e dengue hemorrágica. São conhecidos 4 sorotipos de vírus causadores da dengue como 1, 2, 3 e 4, identificados apenas em laboratório. A dengue se manifesta de diferentes formas, desde infecções até formas hemorrágicas:

Dengue Clássico: o quadro clínico pode ser muito variável, geralmente a primeira manifestação é a febre (39° a 40°C), de início abrupto, seguido de cefaléia, prostração, artralgia (dor nas articulações), anorexia (perda de apetite), astenia, dor retroorbital, náuseas, vômitos, exantema e prurido cutâneo. Pode ocorrer, ocasionalmente hepatomegalia dolorosa. Alguns aspectos podem estar relacionados com a idade do paciente. A dor abdominal generalizada pode ocorrer, principalmente nas crianças; os adultos podem apresentar pequenas manifestações hemorrágicas como: petequias, epistaxe, gengivorragia, sangramento gastrointestinal, hematuria e metrorragia. A duração da doença varia de 5 a 7 dias geralmente com o desaparecimento da febre ocorre a regressão dos sinais e dos sintomas, podendo ainda persistir a fadiga.

Dengue Hemorrágica: febre hemorrágica do dengue (FHD), os sintomas iniciais são semelhantes aos do dengue clássico, porém rapidamente evoluem para manifestações hemorrágicas; os casos típicos da FHD são caracterizados por febre alta, fenômenos hemorrágicos e insuficiência circulatória (Souza *et. al* 2002).

2.1.3 - Sorotipos Circulantes, Brasil 2001 a 2002.



* Dados preliminares para 2002, consolidados até o mês de junho.
 Fonte: SES/FUNASA

Figura 2 - Situação epidemiológica de dengue no Brasil (2001-2002). Fonte: FUNASA

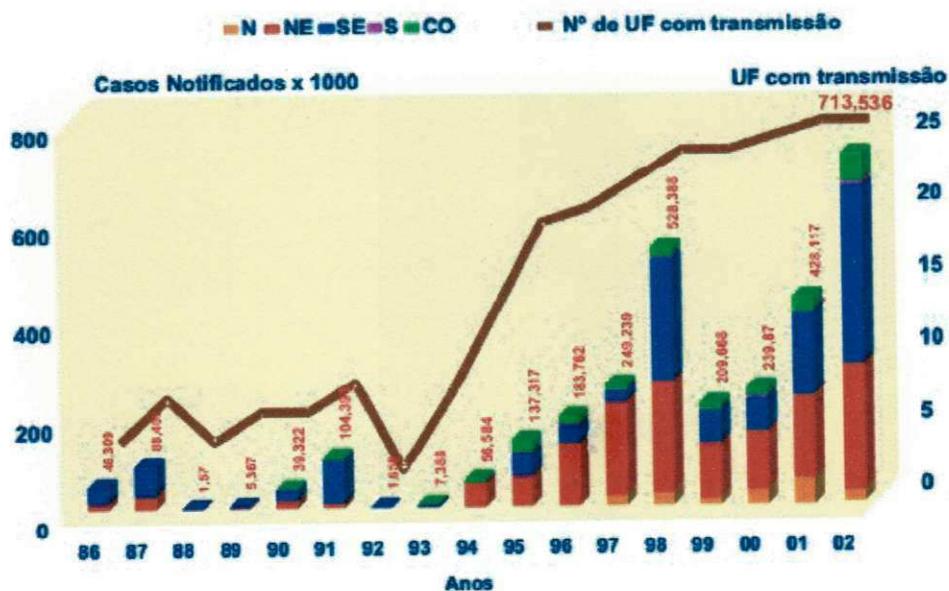


Figura 3 - Casos notificados por região geográfica. Brasil, 1986 a 2001. Fonte: FUNASA

Assim como o mosquito que a transmite, a dengue encontra-se disseminada nas regiões tropicais do mundo. A doença é notificada em mais de 100 países, onde vivem aproximadamente 2 bilhões de pessoas em risco. Anualmente, existem milhões de infecções e, ocasionalmente, dezenas de milhares de mortes. Atualmente, no mundo inteiro, a dengue é a mais importante virose transmitida por mosquitos. Afeta igualmente jovens e idosos, ricos e pobres, especialmente pessoas vivendo em áreas urbanas densamente habitadas na zona tropical (Organização Mundial da Saúde, 2004).

Tauil (2001) relatou que as razões para a re-emergência do dengue, atualmente que é um dos maiores problemas de saúde pública mundial, são complexas e não são totalmente compreendidas. As mudanças demográficas ocorridas nos países subdesenvolvidos, a partir da década de 60, consistiram em intensos fluxos migratórios rurais - urbanos, resultando num "inchaço" das cidades.

De La Cruz *et al.* (1999) verificaram o grau de conhecimento e opinião da população em relação ao *Aedes aegypti*, na cidade de Santiago de Cuba. Foram entrevistadas 210 pessoas de 25 a 27 de junho de 1997. As causas que justificam o referido aumento foram: o excesso de lixo (59%), águas sujas (58%), depósito de água descoberta (50%) e falta de fumacê (21%). Dentre os entrevistados (40%), desconhecem que os vetores são criados em águas limpas e paradas.

Usando um modelo de circulação global, tem-se uma previsão para o risco de febre do dengue em torno de 4.1 bilhões em 2055 e 5.2 bilhões em 2085. Essa reprodução rápida do vírus pode estar ligada aos parâmetros meteorológicos, mas não se descarta de depender também das condições sócio-econômicas e ambientais (Hales *et al.*, 2002).

A população em abundância do *Aedes aegypti* é principalmente regulada por fatores ambientais, e é o principal vetor urbano responsável pela transmissão da febre do dengue e a febre hemorrágica do dengue na cidade de Buenos Aires, Argentina, sendo esse vetor regulado por fatores ambientais, tais como a temperatura do ar, pois a mesma quando se eleva gera o aumento da reprodução dos ovos desse mosquito. Para isso, usou-se modelos com parâmetros meteorológicos que implicam na sobrevivência do *Aedes aegypti*, o mesmo encontrou uma probabilidade menor que 0,001 para diferentes "Lags" dependendo do estágio de vida do mosquito, ou seja, vai depender das condições das mudanças climáticas urbanas (Garín *et al.*, 2000).

Souza (1999) enfatizou que nos meses em que foram verificados os maiores índices de umidade relativa do ar, ou logo após estes, foram notados as maiores médias de número de criadouros positivos. As temperaturas máximas e mínimas tiveram suas médias em torno de 30,4°C e 20,4°C, respectivamente, e acredita-se que apenas os extremos tenham o efeito diferenciado sob população de larvas. Contudo, deve ser levado em consideração que o *Aedes aegypti* pode reproduzir-se dentro das residências, e que, mesmo nos períodos com simultaneamente baixas temperaturas externas, e períodos com menor pluviosidade, podemos encontrar no intradomicílio um ambiente propício para o desenvolvimento de larvas do *Aedes*. Ele também observou que nos meses de verão os fatores climáticos são responsáveis pela ocorrência das fases imaturas do *Aedes aegypti*. Com menor participação, verificou-se o indicador de uso de larvicida e controle de criadouros e, por último, o indicador da positividade para grandes e pequenos criadouros. Logo, a ocorrência de larvas e pupas, nesta estação, está associada principalmente a fatores meteorológicos.

Souza (1999) verificou ainda para estação do inverno, e constatou que o fator que teve maior participação na ocorrência de fases imaturas de *Aedes aegypti* foi também o indicador meteorológico e de controle de grandes criadouros, seguido pelo uso de larvicida e controle de pequenos e médios criadouros e com menor participação o indicador da proporção de criadouros positivos e de umidade relativa do ar. As variações mais acentuadas na ocorrência de formas imaturas durante o inverno estão principalmente relacionadas às variações meteorológicas e à ação dos agentes da Fundação Nacional de Saúde-FNS no controle de grandes criadouros utilizados para o armazenamento de água para o uso doméstico.

Existem previsões que estimam um aumento considerável dos casos de dengue, inclusive a hemorrágica, em toda região tropical, se forem mantidas as tendências climáticas atuais do aquecimento global. No Brasil, a região Nordeste segundo os estudos, estará entre as mais afetadas.

Observa-se que no ano de 1995 e no ano seguinte, em Salvador-BA, duas ondas epidêmicas de grande magnitude foram geradas pela densidade e dispersão do *Aedes aegypti*. Estas ondas epidêmicas iniciaram no mês de dezembro, sugerindo que a circulação viral está estreitamente relacionada com o início da estação mais quente do ano e que a transmissão do

agente pode ter sido iniciada meses antes de ser detectada pela vigilância epidemiológica (Teixeira *et al.*, 2001).

A criação de *Aedes albopictus* em oco de árvores, internódio de bambu e pneu de carro descartável sob condições de campo. mostrou que os períodos das larvas recém-nascidas até alado foram de 19, 6, 27, 3, 37, 5 dias. As larvas dos três primeiros estádios tiveram tempo de crescimento similar, não obstante tratar-se de diferentes micro-habitats estudados. Contudo, larvas de 4º estágio apresentaram tempo de duração mais longa e crescente do oco da árvore para o pneu. A temperatura média dos três micro-habitats variou de 18° C a 22° C. O resultado da taxa de mortalidade encontrada foi menor para larva e pupa do oco de árvore e maior para o pneu. A medida do comprimento médio de asa das fêmeas emergidas do oco da árvore foi maior em relação àquela do pneu (Gomes *et al.*, 1995).

Delgado *et al.*, (2002), realizaram um estudo com 4 grupos de amostras de soros procedentes de Cuba, Costa Rica, Nicarágua e Panamá, com objetivo de determinar o sorotipo do vírus da dengue responsável pelo surgimento de uma epidemia, aplicando o Elisa (teste utilizado para diagnosticar o dengue IgM para definir os casos positivos, com uma amostra de 4 soros tipos) de captura dos anticorpos de IgM (MAC-ELISA). O caso era diagnosticado separadamente usando o dengue-IgM com cada um dos sorotipos e calculou-se o valor do índice (densidade óptica da amostra/valor do corte) em cada caso foram feitas 2 análises estatísticas; a análise de variações de Fisher e do cálculo do DSL (diferença significativa dos resíduos). Os cálculos mostram que em Cuba e em Panamá circule 2 sorotipos e em Costa Rica 1 sorotipo, isto corresponde a que os sorotipos isolados durante a epidemia são muito heterogêneos, e não se pode determinar o sorotipo responsável como por exemplo em Nicarágua.

Rebêlo *et al.*, (1999) investigaram que o dengue e o *Aedes aegypti* encontram-se disseminados em municípios de todas as regiões do Maranhão. No ano de 1995, foram trabalhados 87 dos 136 municípios em que se divide geograficamente o Estado, 176 localidades e 480.687 imóveis. Foram considerados positivos para *Aedes aegypti* trinta municípios (34,4%), 118 localidades (67,0%) e 10.357 imóveis (2,1%). Dos municípios positivos, três pertencem à Ilha de São Luis, sete a Amazônia Maranhense, 12 à Zona dos cerrados meridionais, 5 a zona mista de matas-cerrados-cocais. Nas zonas que seguem campos

aluviais, matas-cocais e dunas-restingas, o *Aedes aegypti* foi encontrado em apenas um município.

Então os índices de positividade predial foram mais elevados na Amazônia Maranhense (3,5%) e na ilha de São Luís (2,5%), por constituírem as rotas de maior fluxo migratório da população e de escoamento de produtos entre o Maranhão e os estados vizinhos e também por serem áreas onde estão localizados os grandes centros urbanos e econômicos do estado. Os índices de infestação predial por *Aedes aegypti* e de casos de dengue notificados foram maiores nos meses úmidos, mostrando a importância das chuvas na formação de criadouros do vetor e na distribuição do vetor e na distribuição do *Aedes aegypti* e do dengue, (Rebêlo *et al.*, 1999).

Tauil (2002) relatou que o dengue é hoje a principal doença re-emergente no mundo. Na ausência de uma vacina preventiva eficaz, de tratamento etiológico e quimioprofilaxia efetivos, o único elo vulnerável para reduzir sua transmissão é o mosquito *Aedes aegypti*, seu principal vetor. As dificuldades de combater este mosquito, em grandes e médias cidades, são muitas. Há facilidades para sua proliferação e limitações para reduzir seus índices de infestação, geradas pela complexidade da vida urbana atual. Os objetivos do controle do dengue devem ser estabelecidos com base nos conhecimentos científicos e técnicos disponíveis.

Assim, não sendo possível evitar casos de dengue em áreas infestadas pelo *Aedes aegypti*, é possível prevenir epidemias de grandes dimensões por meio de aprimoramento da vigilância epidemiológica, e é possível e factível reduzir a letalidade da doença, dos níveis atuais de 5% a 6% para cerca de 1% das formas graves. A elaboração e execução de planos estratégicos de organização da assistência aos casos suspeitos de dengue têm mostrado, tanto em outros países, como em algumas cidades brasileiras, ser um instrumento muito útil na redução da letalidade.

Sousa *et al.*, (2004), Utilizou-se dados climáticos de temperatura média, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e precipitação, para determinar a influência do clima sobre a variação anual média no período de (1996-00) do dengue (*Aedes aegypti*), na cidade de Campina Grande-PB. Verificou-se que as condições atmosféricas da localidade de Campina Grande, restringem a ação do mosquito vetor impedindo-o de transmitir o vírus da Dengue; principalmente quando a temperatura mínima

diminui sensivelmente; a influência mensal e sazonal da temperatura do ar, foi mais significativa sobre a incidência de Dengue. A incidência, por 10.000 da Dengue em Campina Grande, esta incidência está diminuindo notoriamente. Os elementos meteorológicos, considerados em sua pesquisa, contribuíram sobre a incidência de Dengue em Campina Grande na faixa de 12% a 34%, justificando que, além das condições meteorológicas, existem outras, causadas por condições nutricionais, sociais, e de defesa imunológica do organismo humano.

Sousa *et al.*, (2004), verificou que em Campina Grande, os casos do dengue estão correlacionados com as variáveis meteorológicas em torno de 38% dos casos, enquanto que, em João Pessoa, aproximadamente 59% dos casos assim, correlacionam-se. As condições atmosféricas da localidade de Campina Grande restringem mais a ação do mosquito vetor impedindo-o de transmitir o vírus da dengue; principalmente quando a temperatura mínima do ar diminui mais sensivelmente; ao passo que em João Pessoa o favorecimento das condições atmosféricas é bem maior para que o mosquito possa se proliferar mais rapidamente e adquirir o poder de infectar as pessoas.

A incidência do dengue, por estação do ano, é maior em João Pessoa, atingindo um valor máximo de 13,01 casos da doença por cada 10.000 habitantes e ocorre no outono. Durante o verão, na localidade de João Pessoa, há indícios de que, as condições atmosféricas favoreçam mais a proliferação e contaminação do mosquito vetor, já que, com a temperatura e umidade elevadas, neste local, durante esta estação, propicia-se condições adequadas para aumentar o poder de infecção da fêmea, e assim, o vírus se espalha com maior rapidez, Parece que esse favorecimento atmosférico diminui com o aumento da altitude, onde as condições térmicas são mais suaves, é o que ocorre em Campina Grande [Sousa *et al.* (2004)].

Sousa *et al.* (2004) ainda estudou a relação da precipitação pluviométrica com o número de casos de dengue em Belém-Pa, no período de 1998 a 2003. Através da construção de gráficos anuais e análises, constataram que na maioria dos meses estudados o número de casos de dengue seguiu a mesma tendência da precipitação pluviométrica. Os meses considerados mais chuvosos são os de janeiro, fevereiro, março e abril onde ocorreram as maiores incidências de casos de dengue mostrando, assim, a relação da doença com a precipitação. O ano de maior incidência foi o de 1998 e o de menor incidência foi o ano de 1999.

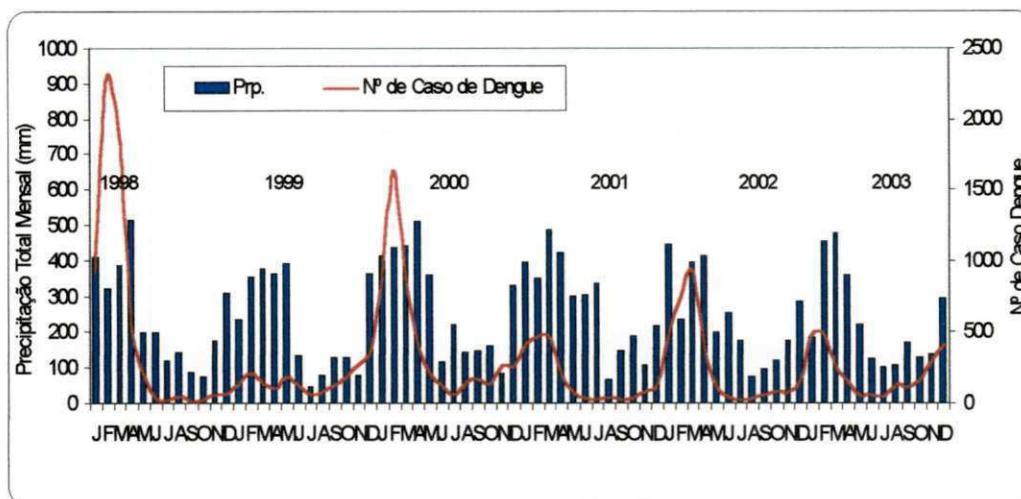


Figura 4 - Gráfico de precipitação pluviométrica versus número de casos de dengue para o período de 1998 a 2003. Fonte: Sousa *et al.*, 2004.

Glasser e Gomes., (2002) observaram que os níveis de densidade larvária vêm sendo mensurados, no Estado de São Paulo, desde novembro de 1985. As médias mensais dos índices têm mostrado nítida sazonalidade da densidade larvária, que aumenta à medida que se aproxima período com índices pluviométricos e temperaturas mais elevadas e diminui com meses mais secos e frios. Ainda o mesmo autor constatou que, a doença vem apresentando nítida variação sazonal, com maiores incidências nos meses de verão. A partir de 1995, tem-se observado transmissão ao longo do ano todo, sendo que em diversos municípios a doença tornou-se endêmica.

3 - DADOS E METODOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada no estado da Paraíba situada geograficamente à leste da região Nordeste. Área: 53.958km². Limites: Rio Grande do Norte (N); Oceano Atlântico (L); Pernambuco (S); Ceará (O). Características: baixada (litoral); planalto da Borborema (centro) e planalto Ocidental (O). Apresenta uma faixa de clima úmido, uma zona de transição denominada Agreste e características de regiões semi-áridas em aproximadamente 70% da sua extensão territorial (IBGE, 2000).

Utilizaram-se neste estudo as seguintes divisões do estado: **Litoral Paraibano** compreendendo as cidades de João Pessoa, Santa Rita, Alhandra, Mamanguape, Cruz do Espírito Santo, e Sapé. **Agreste Paraibano**: Campina Grande, Areia, Alagoa Grande, Alagoa Nova, Boqueirão e Boa Vista. **Sertão Paraibano**: Patos, Santa Luzia, Condado, Teixeira, Princesa Izabel, Catolé do Rocha, Monteiro, Souza e Cajazeiras.

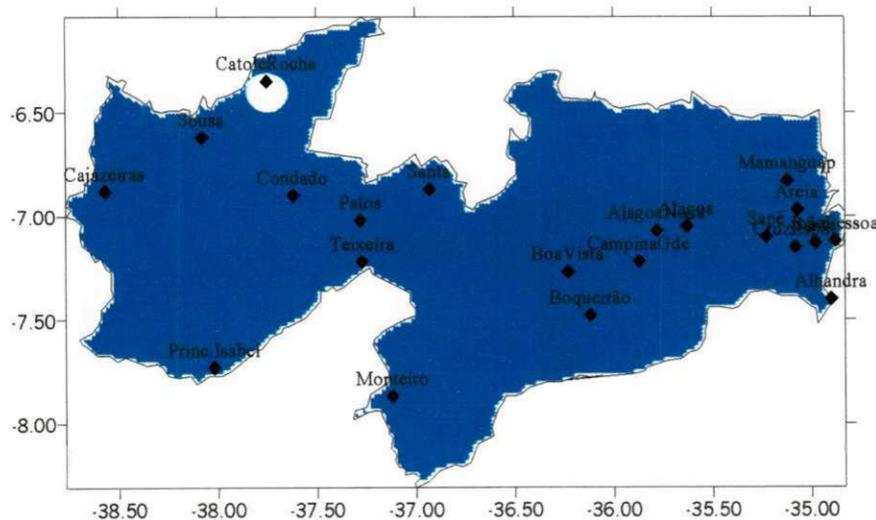


Figura 5 - Localização da área de estudo

Os dados que foram utilizados são, principalmente, os totais mensais de casos observados do dengue em cada um dos municípios da região, obtidos através das Secretarias municipais de Saúde e do Sistema de Vigilância Epidemiológica do SUS (Sistema Único de Saúde). A precipitação foi obtida a partir das saídas do modelo global da atmosfera, o ECHAM4.5 da Universidade de Hamburgo, Alemanha, disponibilizado através do Centro Europeu de Previsão do Tempo de Médio Prazo (ECMWF). As saídas desse modelo global são utilizadas para inicializar modelos regionais como o RSM-*Regional Spectral Model do NCEP* dos Estados Unidos disponibilizado pela FUNCEME. Este último teve sua resolução espacial adaptada sobre a área da região, e a precipitação prevista foi usada para a previsão da distribuição do número de casos do dengue com antecedência de 1 a 2 meses. Foram utilizados aplicativos gráficos tais como o SURFER e o GrADS - Grid Analysis and Display System para a visualização da distribuição espacial de todas as variáveis do problema sobre a Região Nordeste. Do mesmo modo foi usada a planilha eletrônica do MICROSOFT EXCEL, para a organização dos dados.

Os dados de precipitação mensal foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET 3º Distrito, localizado na cidade de Recife – PE.

3.1- Downscaling e o Modelo Global –ECHAM4.5:

É uma técnica largamente empregada para pesquisa que requer uma redução da escala do problema, pois o mesmo faz das informações meteorológicas uma transferência de escalas, ou seja, uma redução de uma escala maior para uma menor.

Logo o uso do downscaling permitirá fazer a previsão do número de casos de dengue no Estado da Paraíba, para qual, a previsão da precipitação sazonal é realizada com sucesso pelos modelos atmosféricos: **Modelo Global-ECHAM4.5** e o **Modelo Regional Espectral - MRE**. De acordo com esse procedimento se fará uso da regressão linear múltipla, pois a utilização desse método de regressão é vantajoso devido a sua simplicidade de aplicação e é mais hábil em prever situações recorrentes nas séries de dados, utilizados para o período em estudo que vai de 2000 à 2002.

Alves *et al* (2003), mostra a necessidade de se diminuir a escala espacial e temporal, pois a informação climática tem concentrado nos últimos anos esforços de pesquisas

em várias regiões do globo. Uma técnica que tem sido utilizada com esse objetivo é o *downscaling* dinâmico.

Ainda Alves *et al* (2003), em seu estudo relatou alguns resultados obtidos pela aplicação dessa técnica na simulação de precipitação sazonal para dois anos de contrastes climatológicos no setor norte do Nordeste do Brasil – SNNEB (1º ano seco de 1983 e o ano chuvoso de 1985) utilizando o aninhamento de um Modelo Regional Espectral (MRE) em modelo global ECHAM4.5. Três experimentos utilizando condições de solo foram executados para comparar os resultados da simulação pluviométrica trimestral (fevereiro a maio) com a observada, dando ênfase ao SNNEB. Um com solo com textura arenosa (experimento 1), outro com textura mais argilosa (experimento 2) e um solo com textura intermediária (experimento de controle). Os resultados mostraram que o MRE obteve menores erros na simulação de chuva para o SNNEB para o ano de 1983 comparado ao modelo ECHAM4.5. Na simulação da configuração e intensidade da banda de precipitação associada a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) no Atlântico Tropical o modelo ECHAM4.5 teve melhor desempenho do que o MRE, que simulou uma banda mais estreita e subestimou a chuva observada em ambos os anos.

Comparando-se os três experimentos do MRE pareceu evidente uma não sensibilidade do seu modelo de solo, pois a avaliação de variáveis físicas na superfície do SNNEB e derivadas na sua atmosfera mostraram configurações similares. Os resultados de estatísticas intrasazonais de precipitação mostraram que o MRE teve melhor desempenho do que ECHAM4.5, porém estudos com um maior número de anos tornam-se necessários para diferenciar o ganho de simulação ou previsão entre os dois modelos, (Alves *et al.*, 2003).

A técnica de *downscaling* podem ser enquadrada em duas abordagens distintas conceitualmente: a) os modelos dinâmicos regionais, que são modelos numéricos semelhantes aos MCGs, mas com resolução mais fina, usando como dados iniciais e condições de contorno o resultado da simulação do MCG (Giorgi, 1990); e b) métodos empíricos, a maior parte das vezes funções de transferência estatística entre os dados dos campos de grande escala e a variável de interesse na superfície (Wilby *et al.*, 1998).

Os métodos dinâmicos, apesar de tenderem a se estabelecer no futuro, ainda sofrem por inexatidão e pelo custo computacional, o que tem impedido sua utilização mais

ampla (Hewitson e Crane, 1996). Assim os métodos empíricos tem sido largamente utilizados, por serem uma solução viável a curto prazo.

Entre os métodos empíricos mais utilizados estão os de regressão múltipla (Wegley *et al.*, 1990). Alguns outros autores utilizaram procedimentos de classificação automática do downscaling de cenários regionais, (Goodess e Palutikof, 1998).

3.1 -Tabela com as respectivas cidades e suas áreas territoriais e coordenadas geográficas.

Cidades	Área territorial (Km ²)	Latitude(S)	Longitude (W)	Altitude (m)
João Pessoa	210,551	07°06'54"	34°51'47"	47
Santa Rita	726,565	07°06'50"	34°58'41"	16
Alhandra	182,656	07°26'19"	34°54'52"	49
Mamanguape	348,745	06°50'19"	35°07'34"	35
Cruz do Espírito Santo	195,596	07°08'24"	35°05'11"	19
Sapé	316,330	07°05'47"	35°13'58"	123
Campina Grande	620,628	07°13'50"	35°52'52"	551
Areia	269,424	06°57'48"	35°41'30"	618
Alagoa Grande	320,558	07°09'30"	35°37'48"	143
Alagoa Nova	122,254	07°04'15"	35°45'30"	530
Boqueirão	424,646	07°28'54"	36°08'06"	355
Boa Vista	476,539	07°15'34"	36°14'24"	493
Patos	512,791	07°01'28"	37°16'48"	242
Santa Luzia	455,702	06°52'20"	36°55'07"	299
Condado	280,913	06°54'35"	37°36'03"	253
Teixeira	114,437	07°13'22"	37°15'15"	768
Princesa Izabel	368,067	07°44'12"	37°59'36"	683
Catolé do Rocha	552,098	06°20'38"	37°44'48"	272
Monteiro	100,143	06°41'30"	35°32'00"	149
Sousa	842,487	06°45'33"	38°13'41"	220
Cajazeiras	586,275	06°53'25"	38°33'19"	298

Fonte: DCA.

3.2-Climatologia do Estado da Paraíba

3.2.1-Microrregiões da Paraíba

O Litoral da Paraíba se estende por cerca de 133 quilômetros. Sua extensão vai da desembocadura do rio Goiana - ao sul, onde se limita com o estado de Pernambuco - até o estuário do rio Guaju - ao norte, na divisa com o Rio Grande do Norte.

O relevo possui algumas características distintas: baixos planaltos sedimentares ou tabuleiros, com falésias na fachada oceânica; a baixada litorânea é rica em dunas, restingas, lagoas e planícies aluviais, flúvio - marinhas e estuarinas dos rios que deságuam no Atlântico.

Os climas da Paraíba estão relacionados com a localização geográfica: quanto mais próximo do litoral mais úmido e quanto mais distante mais seco.

O clima tropical quente e úmido é característico do litoral, onde se registra uma temperatura média anual de 26°C e umidade relativa do ar em torno de 80%. Na depressão o clima adquire características de sub-úmido com temperatura média anual de 27°C.

No Agreste Paraibano as temperaturas variam de 22°C a 15°C e umidade relativa do ar de 85%.

Depois do Agreste o clima é semi-árido com temperaturas variáveis entre 26°C e 20°C e a umidade relativa do ar não ultrapassa 75%.

O clima quente e sub-úmido com temperatura média anual de 27°C e umidade relativa do ar de 70% predominam no Sertão Paraibano.

O estado da Paraíba possui basicamente dois períodos chuvosos para três sub-regiões distintas. Climatologicamente, tais períodos compreende os meses de fevereiro a maio e favorece principalmente as regiões do Cariri, Curimataú e Sertão e entre os meses de abril e julho favorecendo sobre as regiões do Litoral, Brejo e Agreste.

Além dos períodos já mencionados, também merecem relevância na Paraíba, as chuvas observadas durante o mês de janeiro, quando se tem o início das chuvas consideradas de pré-estação, principalmente no Alto Sertão Paraíba (LMRS, 2004).

3.2.2-Aspectos do Relevo Paraibano

A maior parte do território paraibano é constituída por rochas resistentes, bastante antigas, que remontam a era pré-cambriana com mais de 2,5 milhões de anos.

Elas formam um complexo cristalino que favorecem a ocorrência de minerais metálicos, não metálicos e gemas. Os sítios arqueológicos e paleontológicos, também resultam da idade geológica desses terrenos.

O Planalto da Borborema é o elemento mais marcante do relevo do Nordeste. Na Paraíba ele tem um papel fundamental no conjunto do relevo, rede hidrográfica e nos climas. As serras e chapadas atingem altitudes que variam de 300 a 750 metros.

A Serra de Teixeira é uma das mais conhecidas, com uma altitude média de 700 metros, onde se encontra o ponto culminante da Paraíba, a saliência do Pico do Jabre, que tem uma altitude de 1.010 metros acima do nível do mar, e fica localizado no município de Matureia (Paiva, 1999).

3.3-Sistemas Meteorológicos causadores de chuva na Região Nordeste do Brasil

O regime pluviométrico do NE do Brasil é caracterizado por uma alta variabilidade espacial e temporal, associado à atuação de sistemas meteorológicos distintos. As configurações dos sistemas podem ocasionar situação de seca ou de chuvas homogêneas e persistentes, (Damião, 1999).

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) - É o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor Norte do NE do Brasil. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao Norte, aproximadamente 12°N, em agosto-setembro para posições mais ao sul, aproximadamente 4°S, em março-abril, a ZCIT contribui para o trimestre chuvoso no Estado da Paraíba que é fevereiro-março-abril, (FUNCEME, 2002).



Figura 6: Foto de satélite com a determinação da área mais ativa (de mais chuva) da Zona de Convergência Intertropical (linhas verdes) no oceano Atlântico. Fonte: FUNCEME, 2002.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), formada a partir da interação da zona de confluência dos ventos alísios, a região do cavado equatorial, as áreas de máxima temperatura da superfície do mar e de máxima convergência de massa, bem como seu posicionamento é de extrema importância na qualidade da estação chuvosa sobre o setor norte do Nordeste Brasileiro (Uvo, 1989). Embora, climatologicamente, a ZCIT atue mais no período de março a maio, pode também contribuir para a precipitação dessa região em janeiro e fevereiro. A qualidade da estação chuvosa do Nordeste Brasileiro depende fortemente do período de atuação da ZCIT sobre a região.

Distúrbios Ondulatórios de Leste - São caracterizados por aglomerados de nuvens que se deslocam de leste para oeste, propagando-se sobre o Atlântico, desde a África até a costa leste brasileira, na faixa de latitude compreendida de 5°S a 15°S. Esses sistemas quando atingem o litoral leste do NE, provocam chuvas sobre toda a região costeira e parte do agreste, e ocorrem principalmente nos meses de inverno no Hemisfério Sul, (Yamazaki e Rao, 1977).



Figura 7: Nebulosidade deslocando-se desde a costa da África até o litoral leste do Brasil sobre a região Nordeste do Brasil - Imagem do Satélite METEOSAT-7. Fonte: FUNCEME, 2002.

Frente Fria - Um outro importante mecanismo causador de chuvas no Nordeste do Brasil está ligado à penetração de Frentes Frias (FF) até as latitudes tropicais entre os meses de novembro e janeiro.

As Frentes Frias são bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo da quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido, forme as nuvens e conseqüentemente as chuvas ver Figura 8 (FUNCEME, 2002).



Figura 8: Frente Fria sobre a região Nordeste do Brasil - Imagem do Satélite METEOSAT-7.

Fonte: FUNCEME, 2002.

El Niño - Oscilação Sul - Consiste no aparecimento de águas superficiais com temperatura acima do normal no Pacífico Equatorial, isto é, o aquecimento da água do mar do Oceano Pacífico ao longo da região equatorial e está associado à chamada fase negativa de outro fenômeno global do sistema oceano-atmosfera que é a Oscilação do Sul.

O fenômeno inverso do El Niño, denominado de La Niña, se caracteriza pela presença de valores de temperatura da superfície do mar abaixo do normal e ocorre em associação à chamada fase positiva da Oscilação Sul.

Estudos já realizados evidenciam que a variabilidade pluviométrica do NE está associada a configurações anômalas da circulação atmosférica e oceânica em outras partes do globo, (Silva, 1996).

Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) - São formados na parte subtropical do Atlântico Sul e Pacífico Sul principalmente nos meses de verão. Na região Nordeste do Brasil e áreas oceânicas, formam-se e intensificam-se com a aproximação de um sistema frontal. Durante seu desenvolvimento, ao adentrar o continente (NEB), na periferia do vórtice

em direção ao movimento gera atividade de cumulus e precipitação, enquanto na retaguarda e no centro do vórtice deixa o céu claro, como consequência dos movimentos subsidentes existentes em seu núcleo (Kousky e Gan, 1981).

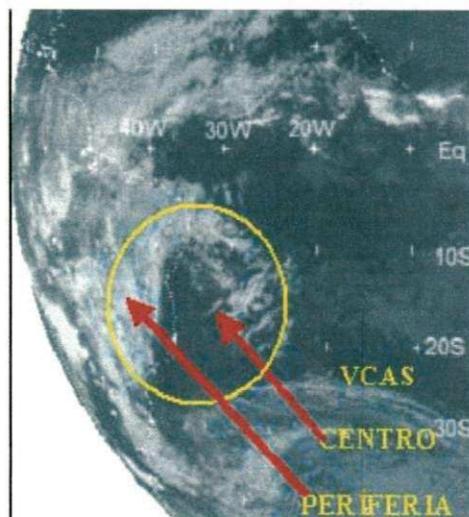


Figura 9: Centro do Vórtice Ciclônico de Ar Superior sobre a região Nordeste do Brasil - Imagem do Satélite METEOSAT-7 Fonte: FUNCEME, 2002.

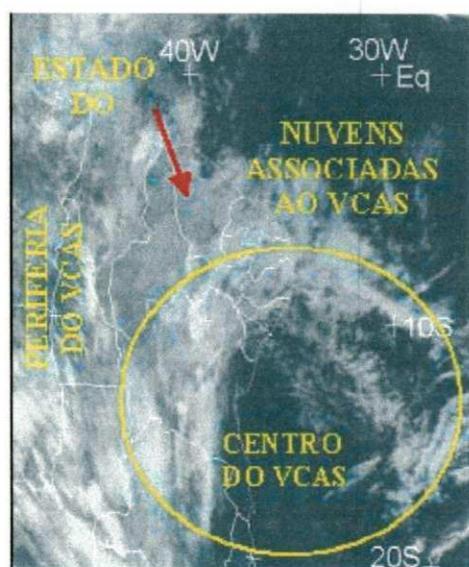


Figura 10: Nuvens associadas ao Vórtice Ciclônico de Ar Superior sobre o Nordeste do Brasil - Imagem do Satélite METEOSAT-7. Fonte: FUNCEME, 2002.

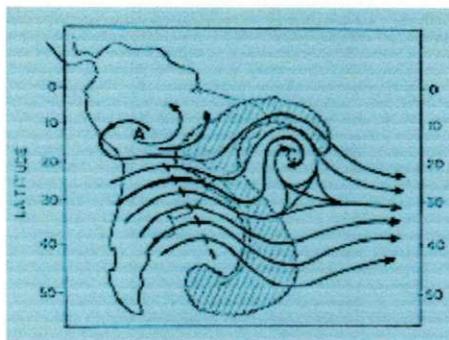


Figura 11: Diagrama esquemático da nebulosidade associada aos vórtices ciclônicos de Ar Superior - VCA'S. Fonte: Kousky & Gan, 1981.

Linhas de Instabilidade (LI)- Formam-se principalmente nos meses de verão no hemisfério sul (dezembro a março), encontram-se ao sul da Linha do Equador influenciando as chuvas no litoral norte do Nordeste e regiões adjacentes e ocorrem no período da tarde e início da noite.

As Linhas de Instabilidade são bandas de nuvens causadoras de chuva, normalmente do tipo cumulus, organizadas em forma de linha, daí seu nome. Sua formação se dá basicamente pelo fato de que com a grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical ocorre o desenvolvimento das nuvens cumulus, que atingem um número maior à tarde, quando a convecção é máxima, com conseqüentes chuvas. Outro fator que contribui para o incremento das Linhas de Instabilidade, principalmente nos meses de fevereiro a março, é a aproximação da ZCIT, (FUNCEME, 2002).



Figura 12: Linha de Instabilidade sobre o setor Norte do Nordeste, com a nebulosidade sobre o setor Norte da Paraíba-. Imagem do Satélite METEOSAT-7 Fonte: FUNCEME, 2002.

A oscilação 30-60 dias é um sistema atmosférico (onda de pressão) que se desloca de oeste para leste contornando o globo terrestre num período entre 30-60 dias, que pode favorecer ou inibir a chuva, dependendo de sua fase, sobre a região Nordeste, quando de sua passagem (O3060), (FUNCEME, 2002).

Especula-se também, que atividades convectivas anômalas associada aos episódios do **ENOS** podem ser devido a uma amplificação da forte interação oceano-atmosfera precedido de uma anomalia associada ao modo da Oscilação 30-60 dias (Lau e Chan, 1988).

3.3.1 - Dipolo do Oceano Atlântico:

Um grande número de trabalhos científicos utilizando análises observacionais e estatísticos (Lough, 1986; Servain, 1991; Ward e Folland, 1991; Nobre, 1993; Hastenrath e Greischar, 1993; Uvo *et al.*, 1994; Nobre e Shukla, 1996; Wagner, 1996; Souza, 1997), bem como simulações numéricas obtidas com modelos de circulação geral da atmosfera (MCGA)

(Moura e Shukla, 1981; Carton *et al.*, 1995; Huang e Shukla, 1996), reportaram evidências que o padrão de Dipolo é o modo de variabilidade oceano-atmosfera de grande escala mais importante sobre a Bacia do Atlântico Tropical, durante os meses do outono Austral.

O dipolo é a variabilidade térmica de larga escala, que ocorre entre as bacias oceânicas do Atlântico norte, com centro aproximadamente a 15°N e 45°W e bacia Sul, aproximadamente a 5°S e 15°W. Sua caracterização se dá pelo aparecimento de um padrão de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), configurado pelo sinal oposto sobre um gradiente térmico no sentido norte/sul, abrangendo um campo inter-hemisférico com predominância no hemisfério Sul no período de outono (março – abril - maio) (Silva, 2000).

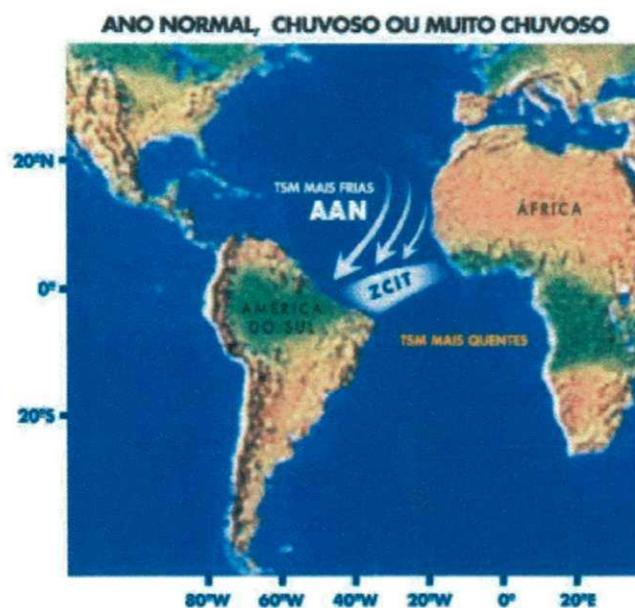


Figura 13 – Dipolo Positivo: águas mais quentes no Atlântico sul e águas mais frias no Atlântico norte. Fonte: IPA



Figura 14 – Dipolo Negativo: águas mais frias no Atlântico sul e águas mais quentes no Atlântico norte. Fonte: Fonte: IPA

As análises observacionais conduzidas por Hastenrath (1976); Hastenrath e Heller (1977) e Hastenrath (1978), como primeiras tentativas de se investigar as configurações da circulação atmosférica sobre o Atlântico Tropical, concomitante com os eventos climáticos regionais extremos (secas e enchentes) observados sobre as regiões da América Central, Caribe e Nordeste Brasileiro (NEB), resultaram na descoberta do importante modo de variabilidade oceano-atmosfera dominante no Atlântico Tropical, o qual é conhecido na literatura atual como Padrão de Dipolo. Este modo de variabilidade caracteriza-se pelo aparecimento de um padrão de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), configurando-se espacialmente com sinais opostos sobre as Bacias Norte e Sul do Atlântico Tropical.

Souza e Nobre (1998), com relação às chuvas do setor Leste do Nordeste Brasileiro (NEB), observou que durante os meses de pré-estação (janeiro a março), somente as regiões localizadas no Rio Grande do Norte e Paraíba apresentam anomalias negativas de precipitação, enquanto que no restante da região leste do NEB, as chuvas configuram-se acima do normal climatológica (anomalias positivas de precipitação), principalmente na Bahia.

Durante os meses da estação chuvosa (maio a agosto) do leste do NEB, observa-se a presença de anomalias positivas de precipitação na maioria dos Estados, exceto na faixa litorânea do Rio Grande do Norte, Sergipe, Alagoas e Bahia, onde se notam anomalias negativas de precipitação.

Moura e Shukla (1981), utilizando um MCGA (com resolução espacial de $4^{\circ} \times 5^{\circ}$ de latitude-longitude e 9 níveis na vertical) integrado por 3 meses com a condição de contorno inferior dado pelo campo de TSM em configuração de Dipolo, encontraram resultados que levaram os autores a postularem a existência de uma circulação anômala termicamente direta, no sentido meridional, com movimento anômalo ascendente sobre a região, contendo TSM anormalmente positiva (fonte de calor) e em contra-partida, movimento anômalo descendente sobre a região, contendo TSM anormalmente negativa (sumidouro de calor).

O padrão inverso de anomalias de TSM característico do Dipolo gera manifestação de um gradiente térmico meridional e inter-hemisférico nos baixos níveis troposféricos sobre o Atlântico equatorial (Wagner, 1996). Esse gradiente térmico, agindo em conjunto com os padrões anômalos de vento e pressão à superfície, influencia a intensidade e migração norte-sul da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Atlântico Tropical (Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996) e, portanto, influenciam o clima e a distribuição espacial e temporal da precipitação de algumas áreas continentais adjacentes, tais como: as regiões do Sahel (Parker *et al.*, 1988) e Ghana (Ankomah e Cordery, 1994) localizadas na África e, ainda, o Leste da Amazônia (Alves e Repelli, 1994; Nobre e Shukla, 1996) e a região do NEB (Hastenrath e Heller, 1977; Moura e Shukla, 1981; Hastenrath e Greischar, 1993; Nobre, 1993; Nobre e Shukla, 1996; Souza, 1997) situadas na América do Sul.

Pezzi e Cavalcanti (2001), sugeriram que o Dipolo do Atlântico, durante condições de El Niño, influencia somente a Região Nordeste do Brasil, mudando o sinal das anomalias de precipitação sobre o Norte do Nordeste e a intensidade das anomalias negativas de precipitação sobre esta região.

3.3.2 - Índice de Oscilação Sul (IOS)

A Oscilação Sul é representada por um índice – Índice de Oscilação Sul (IOS) que indica sua intensidade e fase, sendo definido pela diferença entre os distintos padrões de pressão atmosférica ao nível do mar entre as duas estações pertencentes aos centros de ações do Tahiti menos Darwin.

A fase positiva da Oscilação Sul (condições normais e/ou La Niña, Figura 15) ocorre quando a pressão atmosférica é maior (vermelho escuro) no Pacífico Sudeste (perto e a leste do Tahiti) do que a pressão no norte da Austrália (oeste e perto de Darwin). A diferença da pressão nessas duas localidades (leste - oeste) ao longo do equador faz com que o ar da superfície flua para o oeste, como indicado pela seta longa, figura 15. Essas condições proporcionam uma intensificação dos movimentos ascendentes, aumento da atividade convectiva e precipitação sobre a Indonésia e norte da Austrália. Esta configuração também contribui para o aumento da atividade convectiva sobre a Amazônia e Nordeste do Brasil. O ar ascendente nestas regiões desce sobre o Pacífico Oriental, contribuindo para o aumento da pressão naquela região, e sobre todo o Atlântico subtropical até a costa da África, (SRH-BA, 2004).



Figura 15: Representação esquemática da circulação na fase do Índice de Oscilação Sul (IOS) positiva. Fonte: Secretária de Recursos Hídricos da Bahia

Quando a atmosfera muda para fase negativa, (condições de El Niño, Figura 16) a pressão atmosférica sobe no oeste (Darwin) e diminui no leste (Tahiti). A diferença dessa variável sinaliza uma queda e/ou até uma inversão da pressão entre essas duas localidades. Isso causa um enfraquecimento dos ventos de leste na superfície e sua retração para leste como mostrado na seta menor (SRH-BA, 2004).

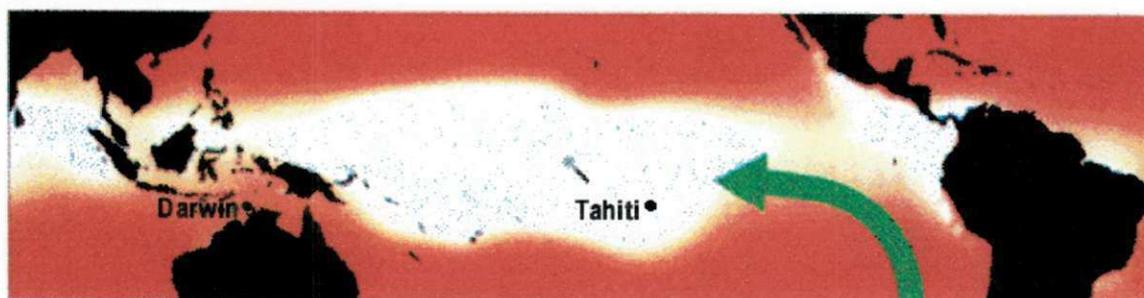


Figura 16: Representação esquemática da circulação na fase do Índice de Oscilação Sul (IOS) negativa. Fonte: Secretária de Recursos Hídricos da Bahia

Nos últimos anos ocorreu considerável avanço na compreensão das influências do EL Niño – Oscilação Sul (ENOS) sobre o território Brasileiro, devido às contribuições de estudos observacionais e empíricos, Cardoso e Dias (2004).

Barros e Doyle (1997), aplicando a análise de componentes principais na precipitação anual da América do Sul (AS), constataram que a primeira componente é fortemente correlacionada com o Índice da Oscilação Sul.

De acordo com Kousky *et al.* (1984), ocorre o estabelecimento de uma circulação caracterizada por movimentos verticais ascendentes sobre a região de anomalias positivas da TSM no Pacífico equatorial e movimentos descendentes sobre o leste da Amazônia e Região Nordeste do Brasil, o que está associado à secas severas nestas regiões em casos de fortes eventos de El Niño.

As figuras 17 e 18 mostram o comportamento dos ventos sobre o Pacífico tropical em anos considerados normais (figura superior) e em anos de “El Niño” (Figura 17). Em anos de “El Niño”, os ventos alísios ficam enfraquecidos havendo acúmulo de águas mais quentes no setor centro-leste do Pacífico gerando aumento dos movimentos ascendentes do ar e, conseqüentemente, maior formação de nuvens e ocorrência de chuvas sobre a Região.

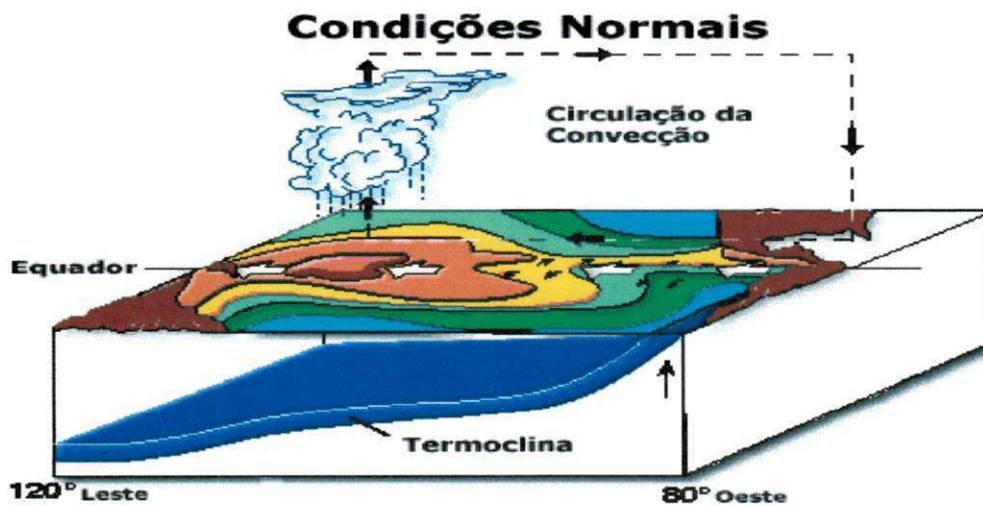


Figura 17: - A circulação observada no Oceano Pacífico equatorial em anos normais. Fonte: IPA.

A célula de circulação com movimentos ascendentes no Pacífico central/ocidental e movimentos descendentes no oeste da América do Sul e com ventos de leste para oeste próximo à superfície (ventos alísios, setas brancas) e de oeste para leste em altos níveis da troposfera é a chamada célula de Walker. No Oceano Pacífico, pode-se ver a região com águas mais quentes representadas pelas cores avermelhadas e mais frias pelas cores azuladas. Pode-se ver também a inclinação da termoclina, mais rasa junto à costa oeste da América do Sul e mais profunda no Pacífico ocidental.

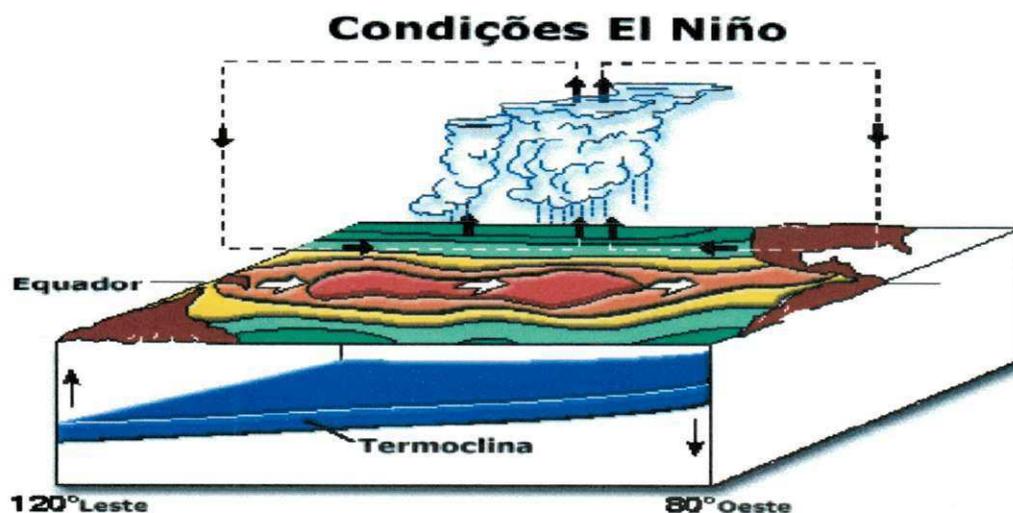


Figura 18: Padrão de circulação observada em anos de “El Niño” na região equatorial do Oceano Pacífico. Fonte: IPA

Nota-se que os ventos em superfície, em alguns casos, chegam até a mudar de sentido, ou seja, ficam de oeste para leste. Há um deslocamento da região com maior formação de nuvens e a célula de Walker fica bipartida. No Oceano Pacífico equatorial podem ser observadas águas quentes em praticamente toda a sua extensão. A termoclina fica mais profunda junto à costa oeste da América do Sul, principalmente, devido ao enfraquecimento dos ventos alísios.

3.3.3 - Cálculos estatísticos utilizados.

A análise de correlações matemáticas é muito utilizada quando se quer descobrir se uma determinada variável apresenta algum tipo de relação com outra, ou seja, se uma diminui à medida que a outra cresce ou vice-versa. Nesta pesquisa aplicou-se a análise de regressão múltipla (Spiegel, 1998). A expressão matemática a ser usada para obtenção do coeficiente de correlação r é a seguinte:

$$r = S_{xy} / S_x S_y$$

em que,

$$S_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_1^n (x - \bar{x})(y - \bar{y})$$

Onde S_{xy} é a co-variância amostral e os S_x e S_y são os desvios padrões das séries de dados. A variável y será o total mensal de ocorrências do dengue e a variável x será, à exceção da precipitação, a média da variável meteorológica para um determinado mês para o período em estudo, em que temos a dengue como variável dependente e a precipitação como variável independente. Nesse caso, a precipitação foi considerada como total mensal.

Se $R = 0$, não há correlação entre as variáveis, se $R = 1$, a relação é funcional e positiva, se $R = -1$, a relação é funcional e negativa. Essas propriedades podem ser vistas em Bussab (1998) e Wilks (1995).

3.3.4 - Fórmula da regressão utilizada nos dados.

De acordo com Marques (1969), a análise de regressão múltipla envolve o uso de duas ou mais variáveis independentes. Conceitualmente, a regressão múltipla nada mais é que uma extensão da regressão linear simples. Porém, os cálculos são consideravelmente mais complexos.

O objetivo da regressão múltipla é determinar as relações entre uma variável dependente (Y) e um conjunto de variáveis independentes (X_1, X_2, \dots, X_n) através do método de mínimos quadrados, é produzida uma equação que prevê valores de Y , sob certos valores das variáveis independentes:

$$Y' = A + B_1x_1 + B_2x_2 + \dots + B_ix_i$$

O objetivo da análise é determinar o valor de A (interseção) e os vários valores de B (coeficientes de regressão).

Onde: Y' é a variável dependente (Casos de dengue Previsto)
 x_i são as variáveis independentes (IOS, anomalias do Atlântico Norte e Sul);
 B_i são as contribuições de cada variável independente,
 A é o erro aleatório do modelo.

Quanto maior o número de variáveis independentes, mais complexo se torna o cálculo, fazendo-se necessário o uso de software específico, neste estudo foi utilizado o Stat Soft'99 Edition.

Segundo Tabachnick e Fidell (2001), antes de se realizar uma análise de regressão múltipla deve-se calcular os coeficientes de correlação de todas as variáveis tomadas aos pares, pois, se houver duas ou mais variáveis com coeficientes de correlação muito altos (r igual ou superior a 0,95) elas interferirão nos cálculos de regressão múltipla. Se forem encontradas 2 ou mais variáveis nessa condição deve-se escolher apenas uma delas para o processamento da análise de regressão múltipla.

Fez uso da Regressão Múltipla, pois as vantagens da utilização desse método é notável pela relativa simplicidade de sua aplicação, requerendo somente a disponibilidade de índices atmosféricos, dengue e oceânicos utilizados nas equações de regressão para se obter um resultado. No entanto, devido à própria natureza do método estes são mais hábeis em prever situações recorrentes nas séries de dados utilizadas para o período estudado.

3.3.5 - Cálculo dos desvios da previsão em relação aos valores observados

Foram utilizados os cálculos dos desvios médios das variáveis (dengue prevista e dengue observada) para se estimar o erro cometido pelo modelo de previsão da distribuição espacial dos casos de dengue no estado da Paraíba.

Não se pode afirmar que o valor mais provável seja o valor real da grandeza. Assim, representando-se uma medida qualquer de grandeza X por X_i , não se pode dizer que a

diferença $(X_i - \bar{X})$, seja o erro da medida X_i . Neste caso quando se conhece o valor mais provável, não se fala em “erro”, mas sim em Desvio ou Discrepância da medida. Desvio é a diferença entre um valor medido e o valor adotado que mais se aproxima do valor real (em geral o valor médio).

$$d_1 = X_1 - \bar{X}$$

$$d_2 = X_2 - \bar{X}$$

$$d_i = X_i - \bar{X}$$

O erro será calculado como sendo a diferença entre o valor do desvio médio experimental e o desvio médio real.

$$D_{prev} - D_{obs} = Erro$$

Onde: D_{prev} é o desvio médio do dengue previsto.

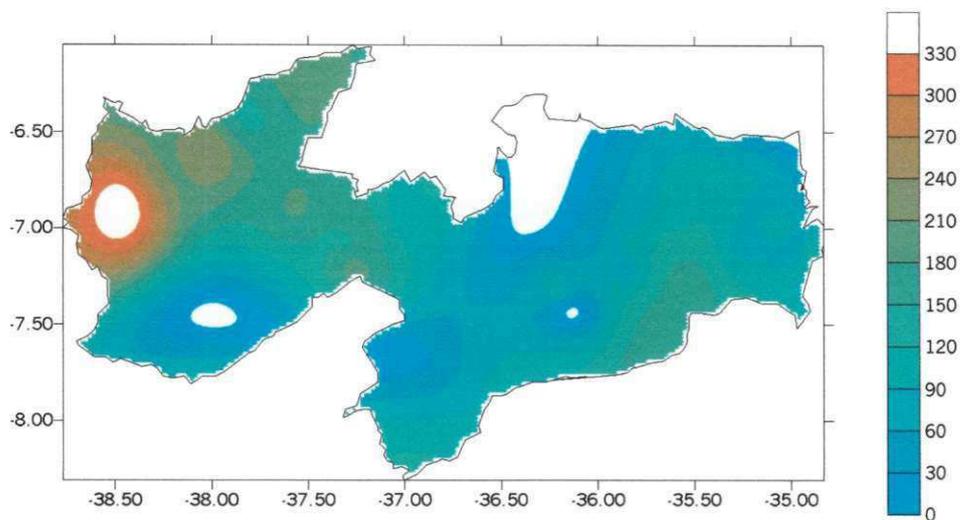
D_{obs} é o desvio médio observado

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

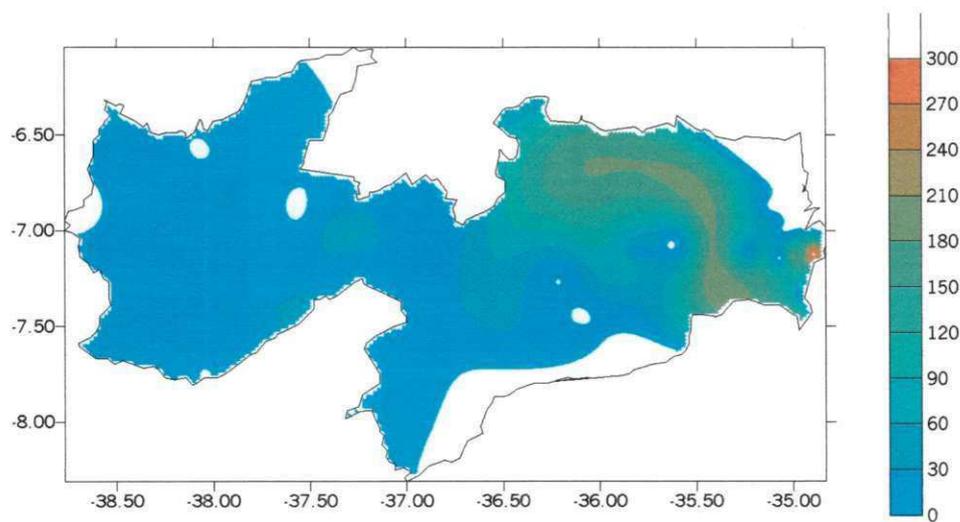
Através do programa STAT (análise estatística) foi realizada a regressão linear para se obter o número de casos de dengue a partir da precipitação obtida pelo Downscaling do modelo regional RSM do NCEP em cada município considerado (Ver figuras). Devido às limitações inerentes ao modelo linear, os resultados com a regressão somente foram bons em alguns municípios, principalmente no alto sertão da Paraíba, onde a previsibilidade da precipitação dos modelos atmosféricos apresenta uma boa acurácia. Isto deve ser levado em conta quando se pretender usar estes resultados.

4.1 - Análise da Precipitação Observada (Prec-OBS) com o Dengue Observado (Dengue-OBS) para o período de 2000 a 2002.

Comparando-se a precipitação observada mensal, observamos que no agreste e litoral paraibano para o mês de fevereiro Figura (19 a) choveu pouco em comparação com o sertão paraibano. Examinando-se os casos notificados de dengue para esse mês, vê-se que nas regiões do Agreste e Litoral paraibanos existem casos correspondentes às precipitações observadas.



(a)



(b)

Figura 19 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de fevereiro do ano 2000.

A análise para o mês de março de 2000 mostra que a região apresentada no mês anterior, com casos observados de dengue, se destaca com maior número de casos notificados, principalmente no sertão paraibano. Comparando-se com a precipitação Figura (20 a), vê-se que choveu mais no sertão paraibano, do que nas demais localidades do Estado, entretanto não mostra uma boa concordância do dengue em relação à precipitação observada.

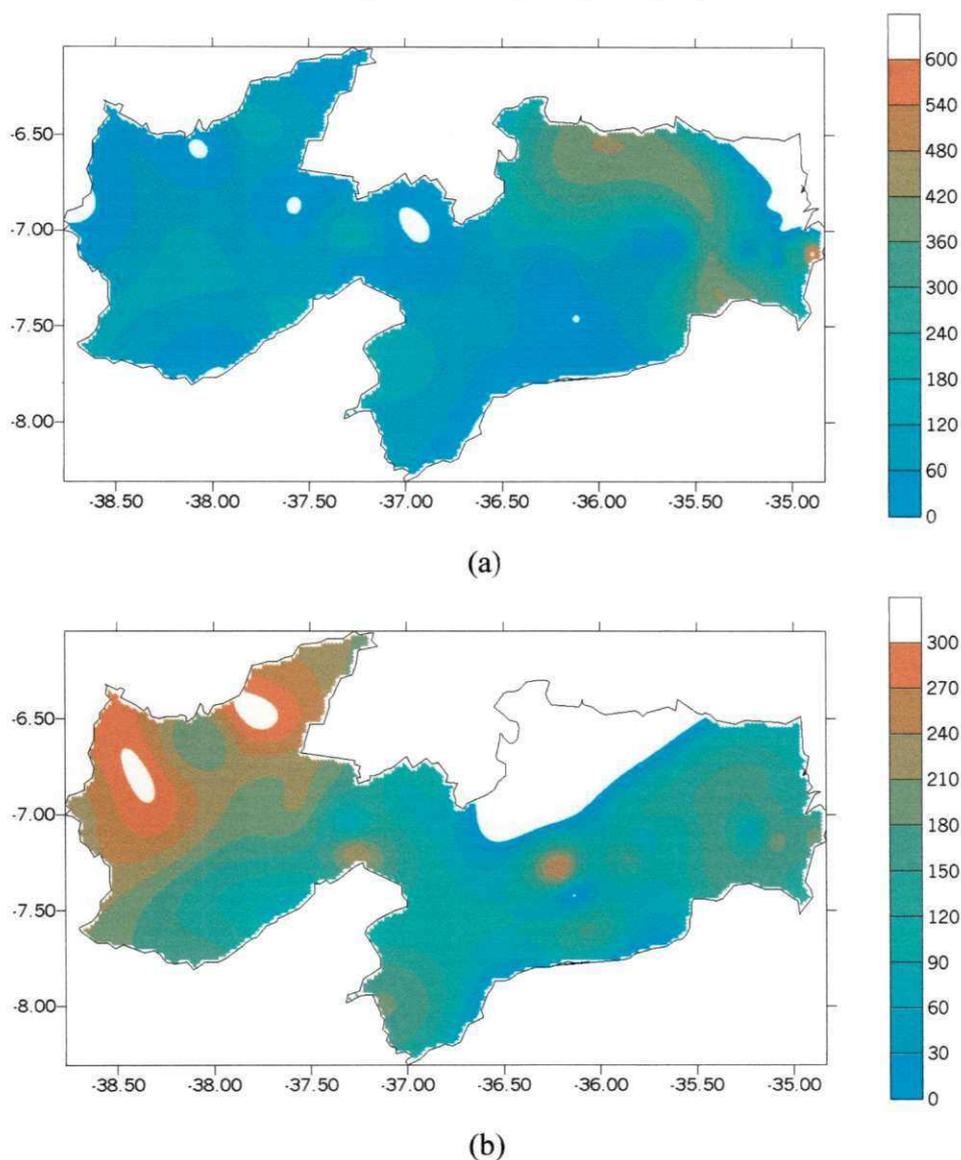


Figura 20 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de março do ano 2000.

Em abril de 2000, observa-se que o núcleo de dengue localizado no agreste paraibano Figura (21 b) continua a apresentar semelhança com os meses anteriores com respeito aos casos observados do dengue.

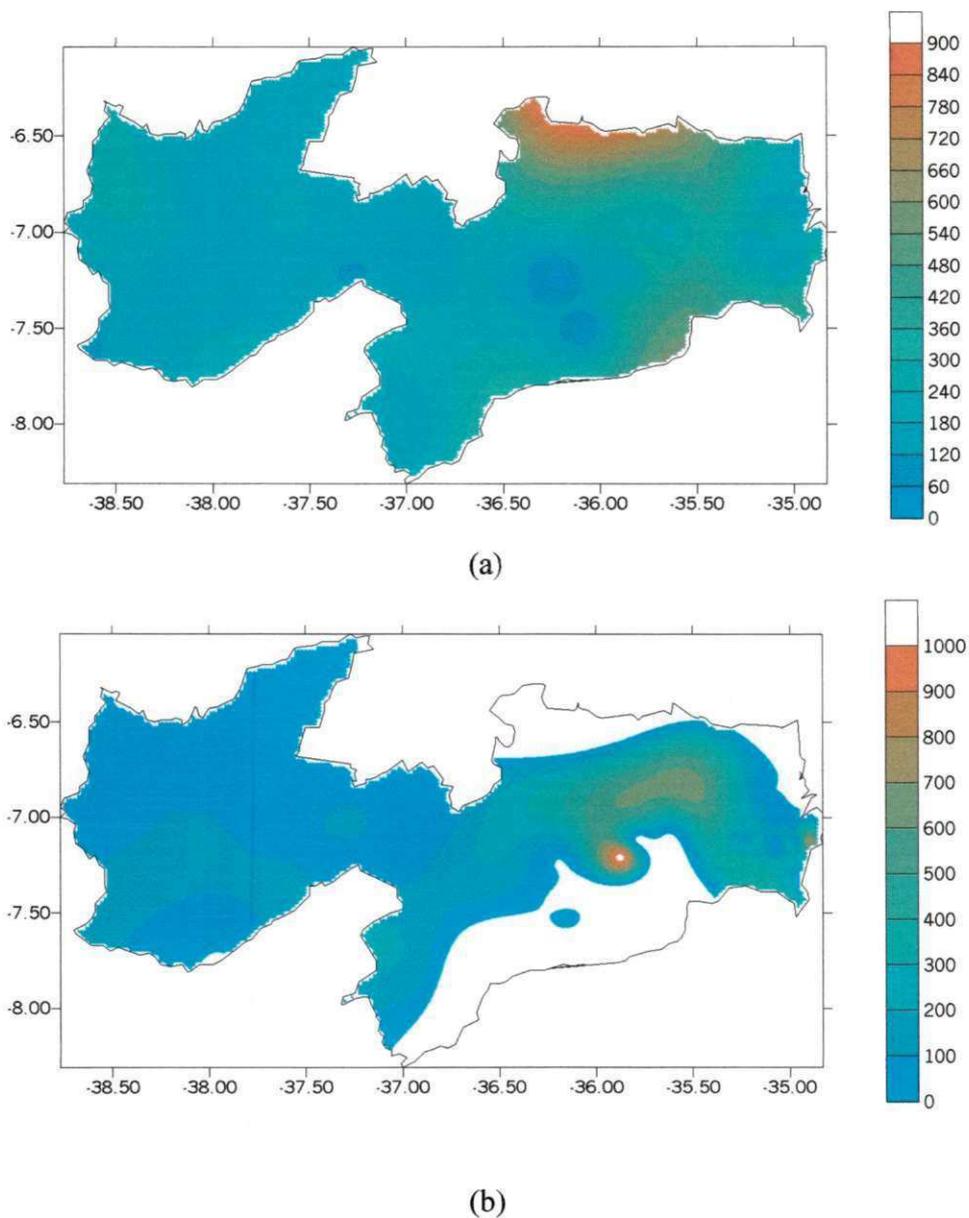


Figura 21 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de abril do ano 2000.

Observa-se na Figura (22 b) que os casos de dengue para esse mês estão bem definidos na região do sertão paraibano, variando em número de casos de 175 a 200. No resto do Estado em especial no litoral e agreste, tem-se poucas evidências desses casos.

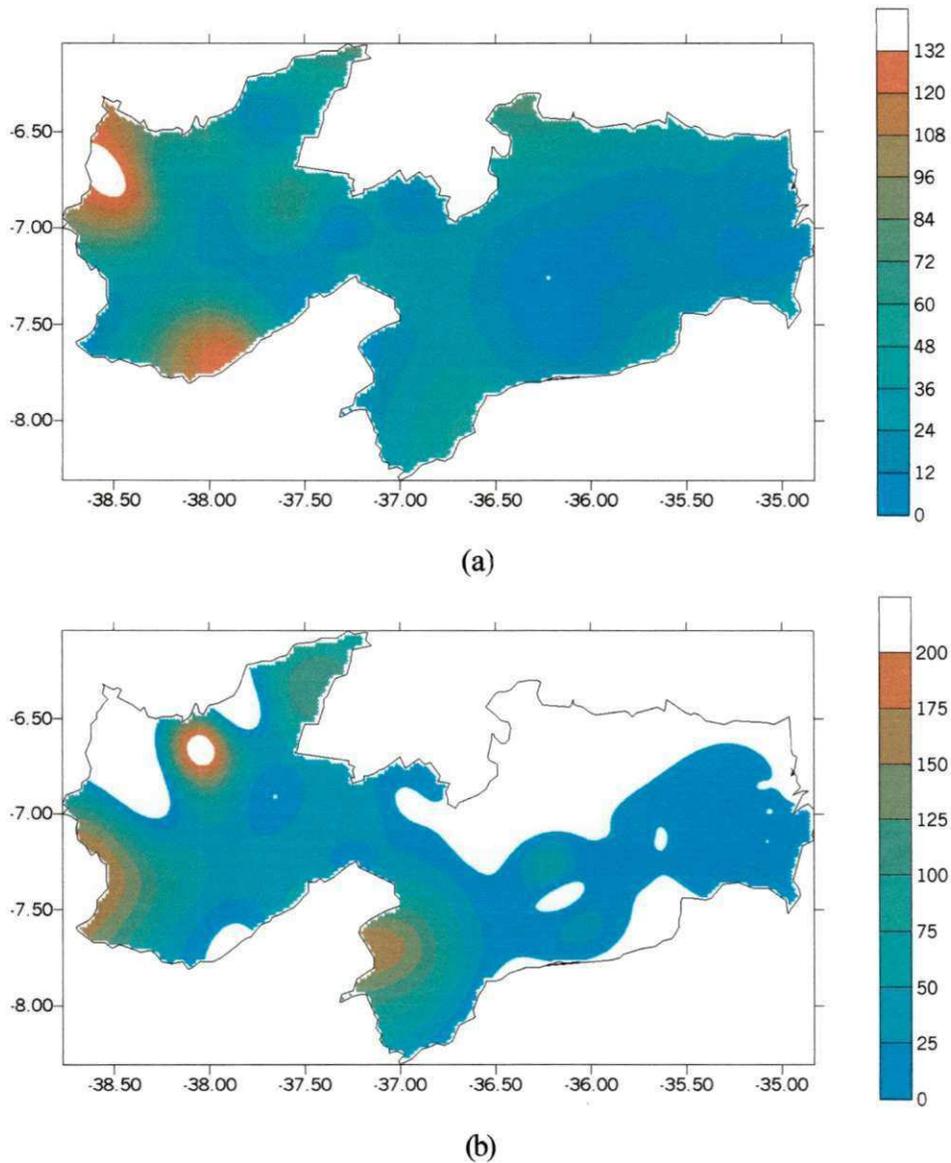


Figura 22 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de fevereiro do ano 2001.

Comparando a Figura (22 b) com a figura (23 b), nota-se que há uma diminuição dos casos de dengue de fevereiro para o mês de março de 2001. É possível que tenha acontecido essa diminuição devido a algum controle dos órgãos de saúde sobre o dengue. Comparando-se com a precipitação, ver Figura (23 a), verificamos que choveu bem nesse período em quase todo o Estado em especial, no sertão e agreste paraibano. Nota-se uma ligeira defasagem nos casos de dengue já que a precipitação foi bem distribuída.

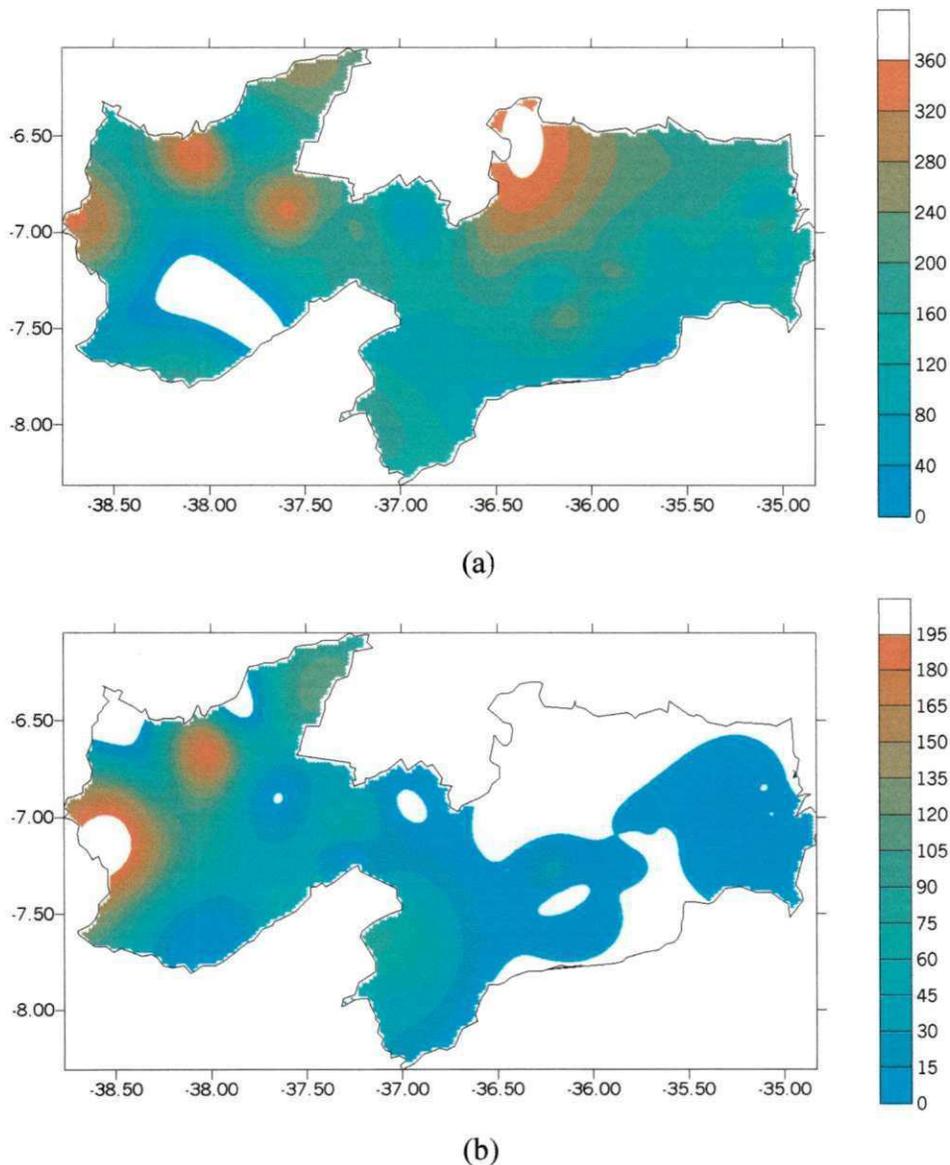
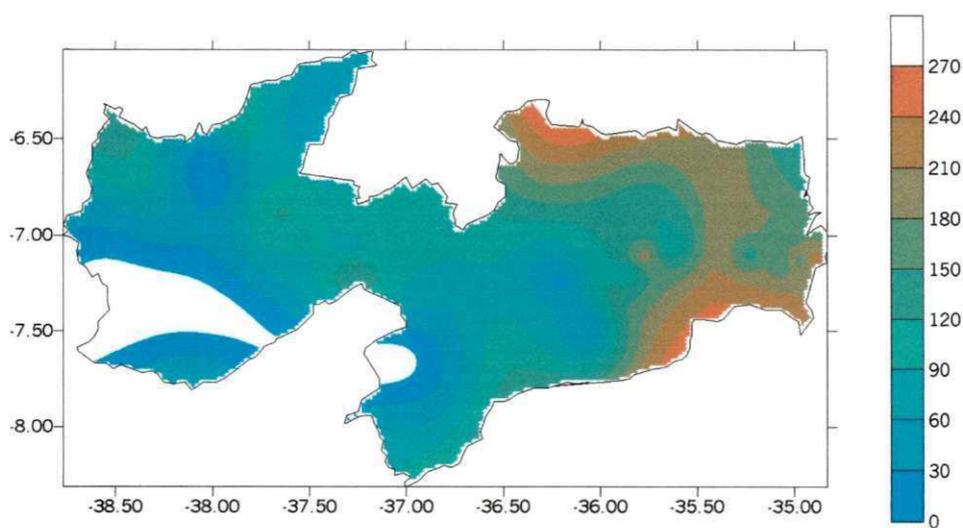


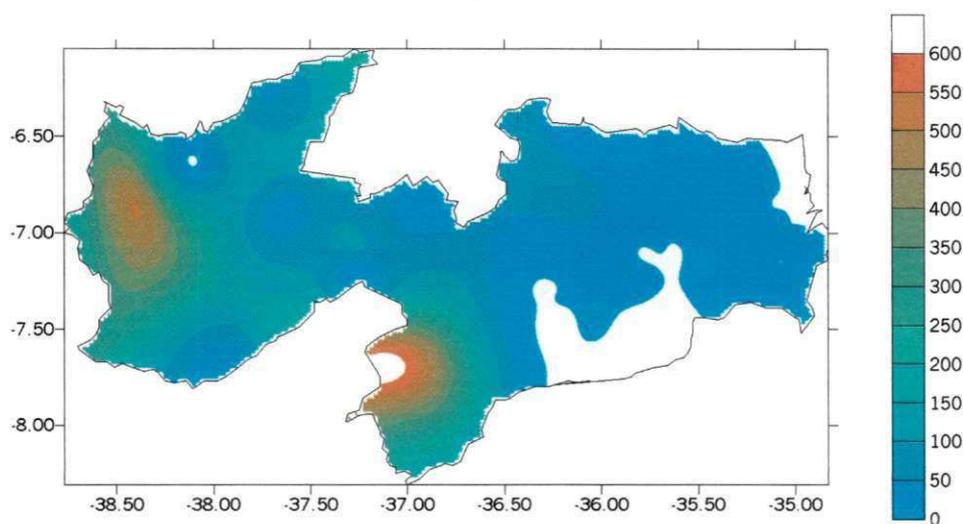
Figura 23 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de março do ano 2001.

Analisando-o ano 2002, Figura (24 b) nota-se que os casos de dengue aumentam se compararmos com o mesmo mês do ano anterior, principalmente no sertão paraibano.

Já a precipitação observada para o mesmo mês, ver Figura (24 a) há uma diminuição principalmente no sertão paraibano.



(a)



(b)

Figura 24 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de abril do ano 2001.

Analisando as Figuras abaixo (25 b), verifica-se que o dengue teve uma grande incidência em quase todo o Estado no mês de fevereiro de 2002, tendo-se em maior destaque o sertão, e agreste paraibano.

De acordo com a Figura (25, a), observa-se que a precipitação esteve mais intensa sobre o agreste do que sobre as demais localidades do Estado, chegando a atingir 160 mm de chuva. O mesmo pode-se verificar em relação ao litoral.

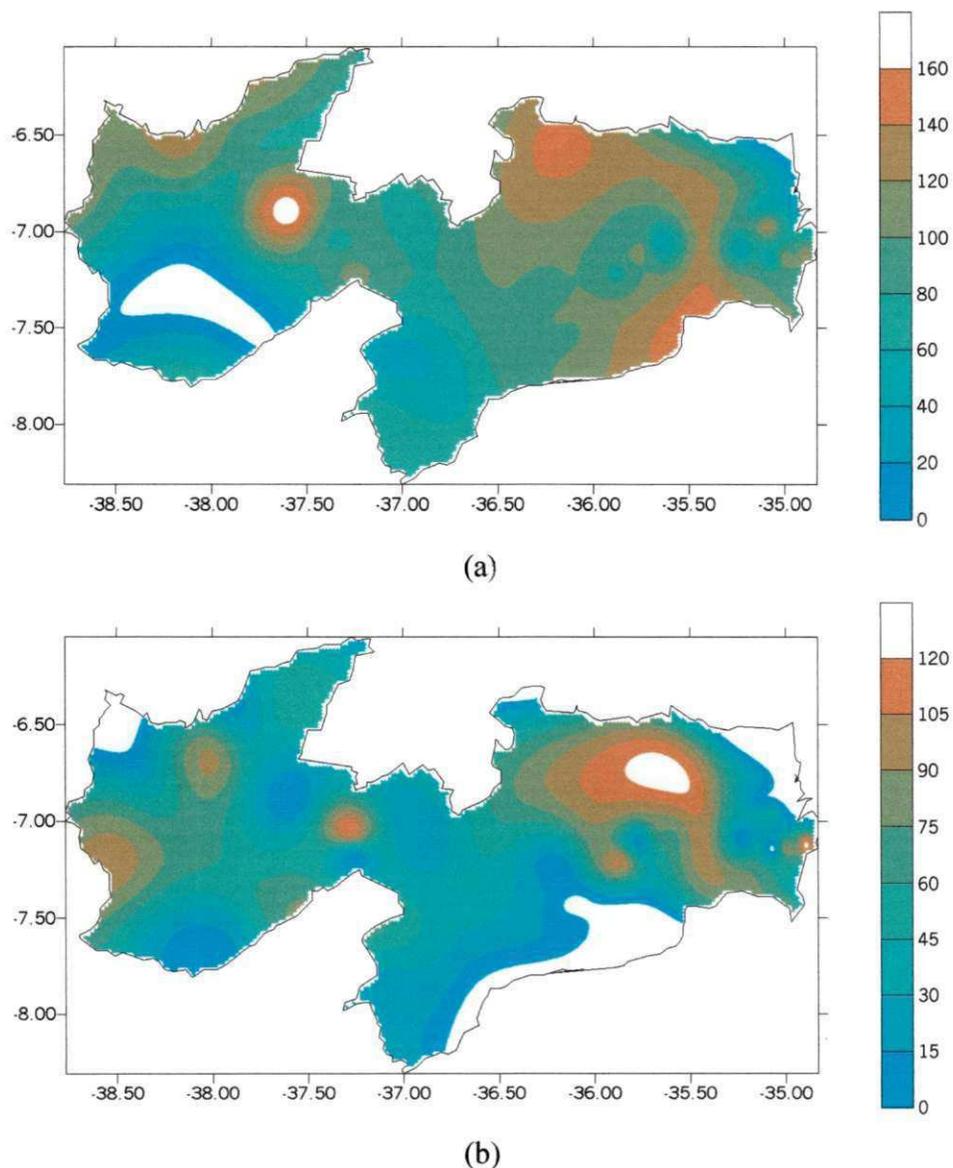


Figura 25 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de fevereiro do ano 2002.

Observando-se a Figura 26, b juntamente com a Figura (25, b), nota-se que há um aumento desses casos observados sobre o agreste paraibano. O que mais uma vez demonstra a defasagem de pelo menos um mês entre a ocorrência da precipitação e os casos de dengue. A precipitação observada Figura (26, a) mostra um quadro diferente com relação à Figura anterior (25, a), pois se verifica em todo o Estado que o mês de março foi bastante chuvoso, chegando a atingir valores em torno de 600 mm, principalmente no norte do agreste paraibano.

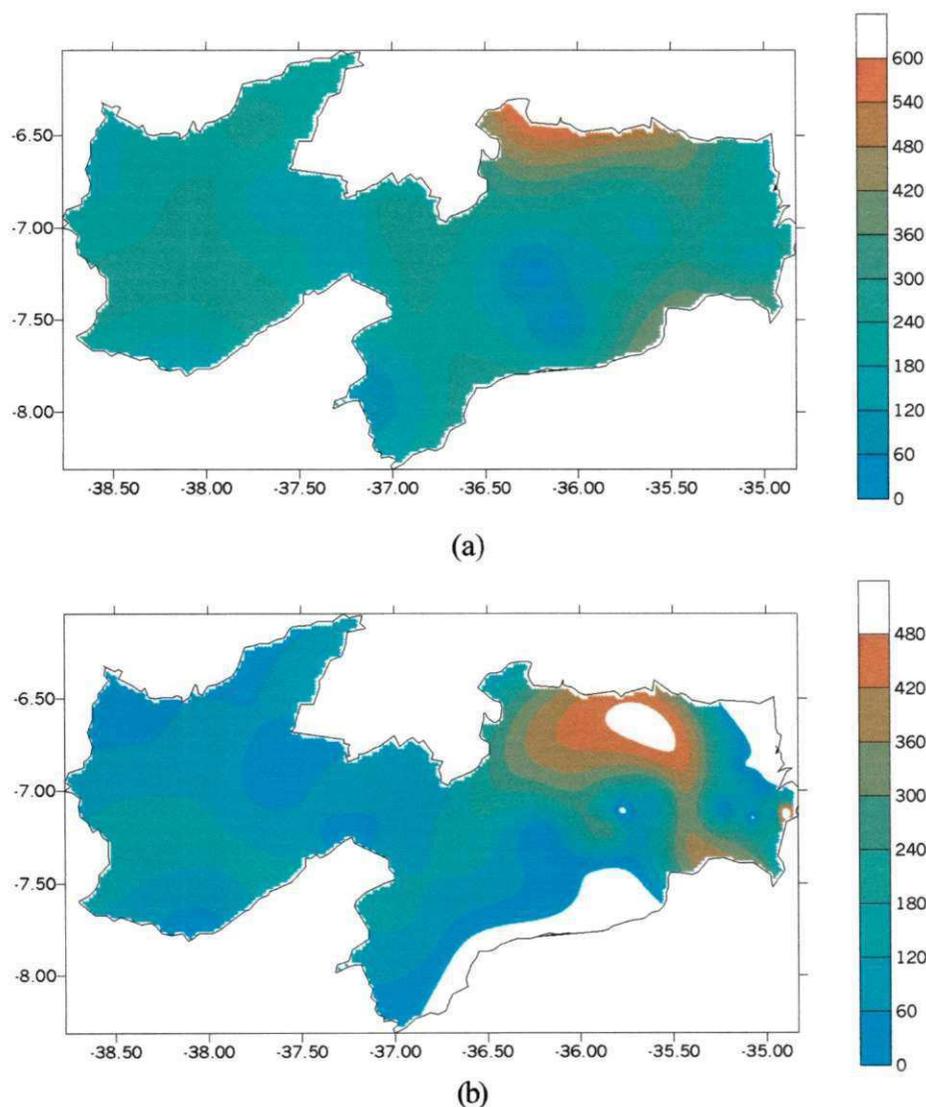


Figura 26 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de março do ano 2002.

Entretanto no mês de abril Figura (27, b), nota-se que a predominância do dengue foi na região do agreste paraibano, pois se verifica uma grande quantidade de casos, chegando a aproximadamente 500 casos observados nessa área.

Em relação à precipitação Figura (27, a) as chuvas não estão tão abundantes sobre a região do agreste o que mostra que não houve uma boa concordância com os casos observados do dengue para o mês de abril, nessa região.

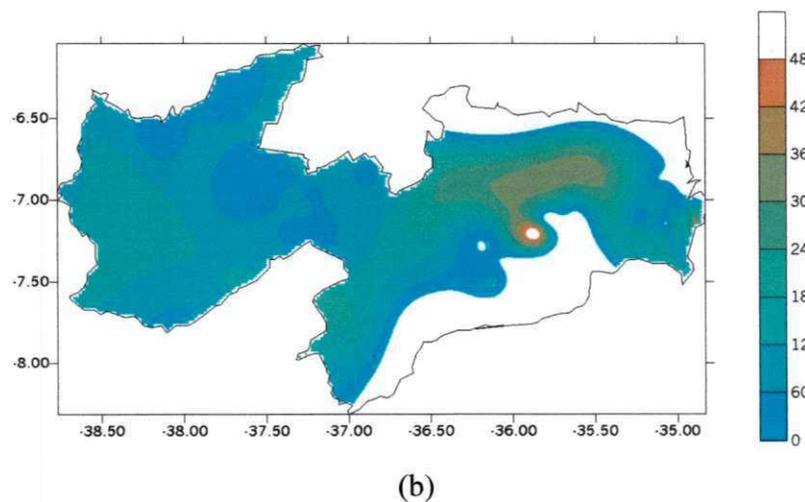
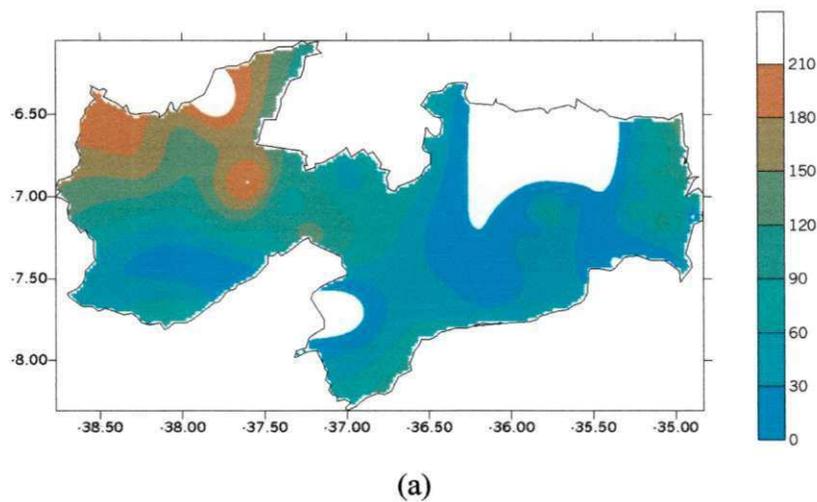


Figura 27 – Distribuição espacial da precipitação (a) e do número de casos do dengue (b) para a Paraíba correspondente ao mês de abril do ano 2002.

4.2 - Análise da precipitação prevista (Prec-Prev) com o dengue previsto (Dengue – Prev.) para o período chuvoso dos anos de 2000 a 2002 no Estado da Paraíba.

4.2.1 - Dengue previsto para o mês de fevereiro do ano 2000.

Com relação ao dengue previsto, observa-se o maior índice no agreste e sertão paraibano, referente ao período chuvoso no estado que vai de fevereiro a abril, Figuras (28, 29, 30).

Analisando a Figura (29), vemos que o dengue previsto teve seus maiores valores no agreste paraibano, o que comparado com o dengue observado Figura (19 b), nota-se que os valores do dengue previsto aproximaram-se dos valores observados para o mês de fevereiro. A precipitação prevista Figura (28) nos mostra que o modelo previu a distribuição de chuva para todo o estado, subestimou a precipitação observada Figura (19 a) que chegou a valores entre 210 a 300 mm de chuva, exceto para o sertão paraibano, enquanto que para a precipitação prevista para o agreste e litoral paraibano os valores ficaram em torno de 90 a 110 mm.

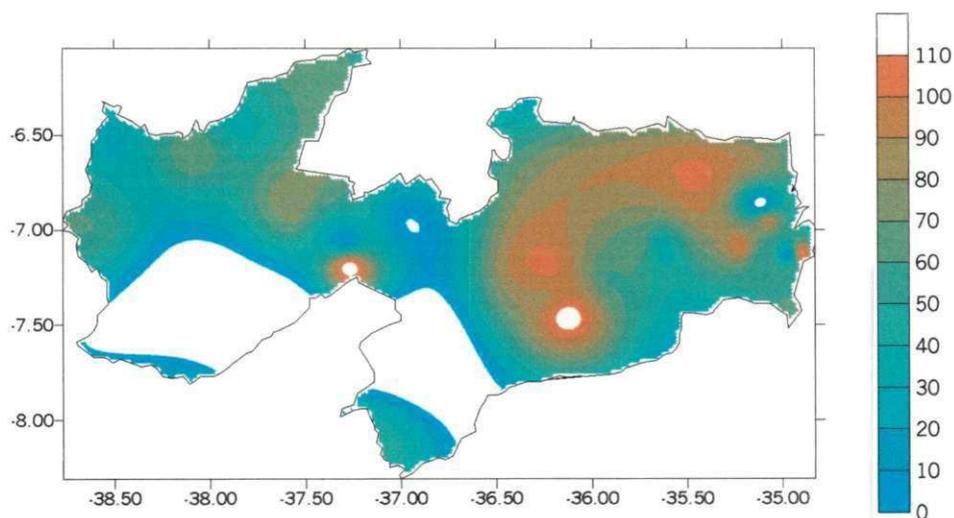


Figura 28 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de fevereiro.

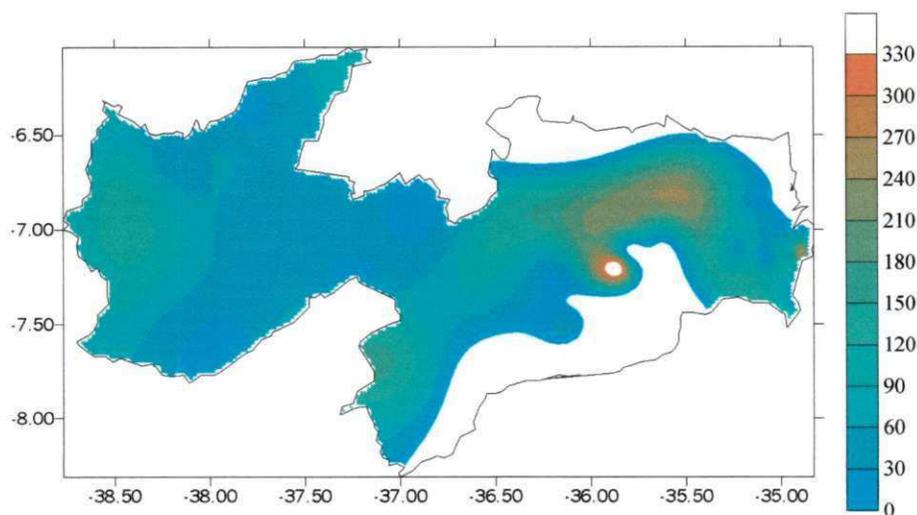


Figura 29 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de fevereiro.

4.2.2 - Dengue previsto para o mês de março do ano 2000.

Observando o dengue previsto para o mês de março Figura (31), a distribuição do dengue está bem regular sobre o agreste e parte do litoral paraibano chegando a um número de 50 a 250 casos de dengue. No sertão não se verifica tantos casos quanto na região do agreste.

Se compararmos com o dengue observado, a Figura (20 b) mostra que para esse mês o dengue previsto subestimou o observado, pois como mostra a Figura (31), os casos ficaram em torno de 200 a 240 casos previstos para o agreste paraibano, enquanto que para o dengue observado Figura (20 b), obteve-se valores variando entre 240 a 300 casos.

Observando a precipitação prevista, a Figura (30) nos mostra que o modelo previu a distribuição de chuva para todo o estado, sobreestimando a precipitação observada Figura (20 a) que apresentou valores próximos de 420 a 600 mm de chuva. Enquanto isso a precipitação prevista mostrada na Figura (30) apresenta valores em torno de 500 a 650 mm de

chuva para o agreste paraibano. Nas demais regiões do estado foram encontradas certas homogeneidades da precipitação.

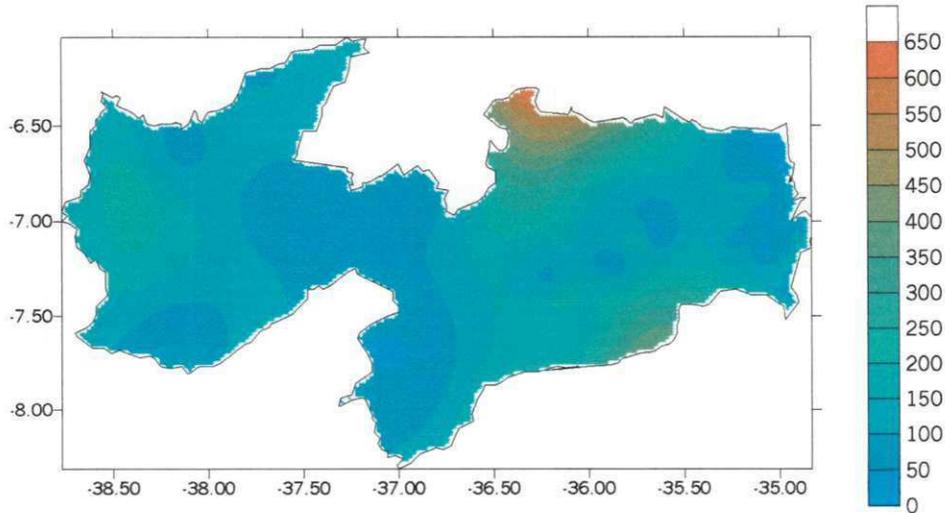


Figura 30 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de março.

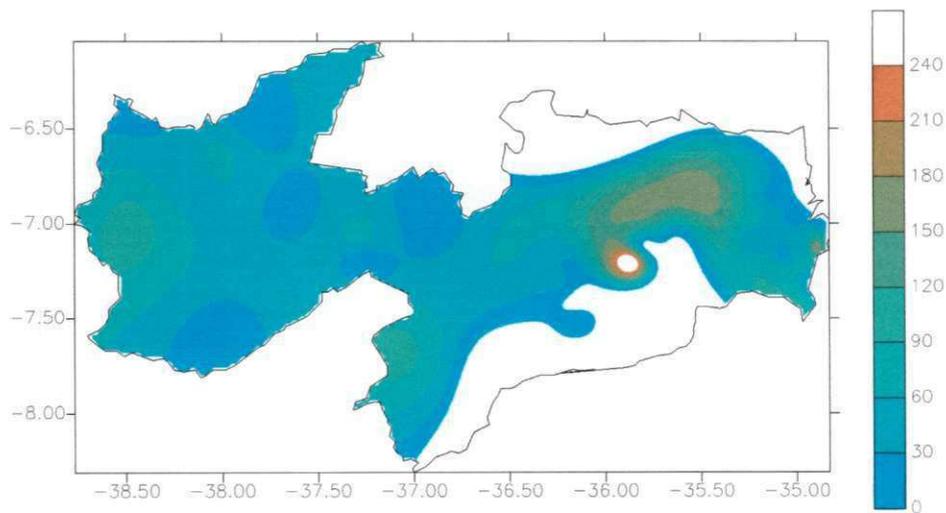


Figura 31 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de março.

4.2.3 - Dengue previsto para o mês de abril do ano 2000.

Verificando o dengue previsto para o mês de abril Figura (33), vê-se que a incidência do dengue permanece sobre o agreste paraibano, chegando a valores entre 300 a 330 casos previstos sobre essa região. Comparando-se com o dengue observado Figura (21 b), o dengue previsto subestimou as observações, pois o dengue observado variou de 800 a 1000 casos notificados para o agreste.

A precipitação prevista mostrada na Figura (32) apresenta-se bem distribuída pelo Estado, nesse caso em comparação com a precipitação observada Figura (21 a) nos mostra que o modelo subestimou a precipitação prevista.

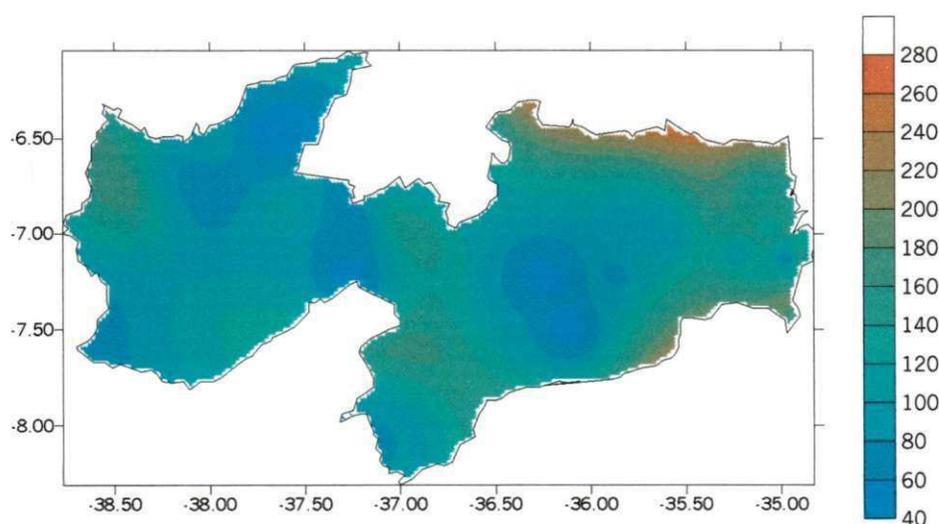


Figura 32 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2000, referente ao mês de abril.

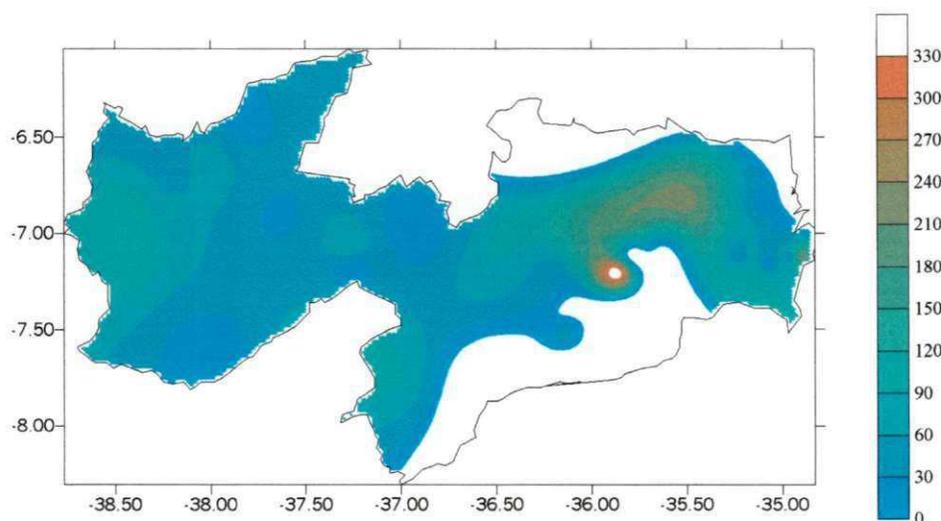


Figura 33 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2000, referente ao mês de abril.

4.2.4 - Dengue previsto para o mês de fevereiro do ano 2001.

Analisando o número de casos de dengue Figura (35) para o ano de 2001, observa-se que os casos de dengue previsto foram bem distribuídos por todo o estado, mas os números de casos foram subestimados, pois quando comparamos com o dengue observado Figura (22 b), os números notificados variaram de 125 a 200 casos, enquanto que para o dengue previsto foi de 60 a 90 casos.

A precipitação prevista Figura (34), mostra uma previsão bem distribuída para o sertão e que se aproxima bem da observada, pois através da Figura (22 a), pode-se notar que a precipitação observada variou de 96 a 13 mm de chuva sobre o sertão paraibano, enquanto que nas demais localidades não se verificou uma quantidade significativa de chuva sobre o estado.

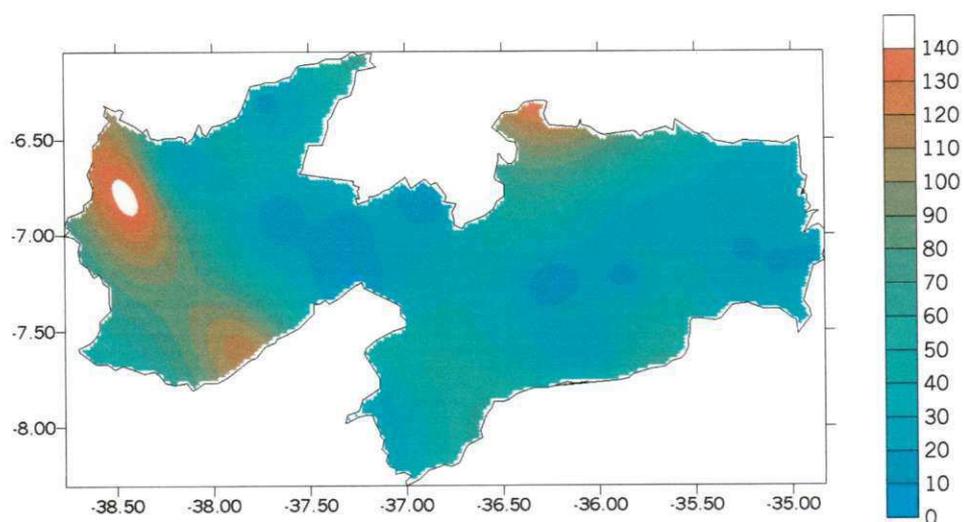


Figura 34 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2001, referente ao mês de fevereiro.

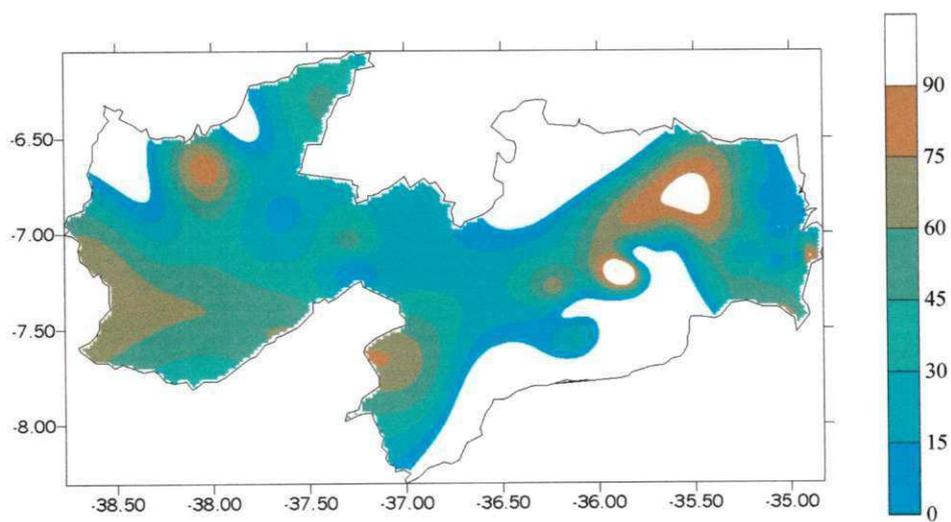


Figura 35 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de fevereiro.

4.2.5 - Dengue previsto para o mês de março do ano 2001.

A distribuição do dengue previsto para o mês de março nesse ano mostra, com destaque para o número de casos do dengue no agreste paraibano, pois foi onde mais se verificou casos de dengue, assim como também para o sertão paraibano ver Figura (37), chegando a valores de 100 a 150 casos de dengue previsto. Em relação ao dengue observado ver Figura (23 b), recebe destaque a região do sertão paraibano onde a concentração do número de casos de dengue observado é maior.

A precipitação prevista Figura (36) mostra chuva intensa principalmente sobre o sertão o que corresponde ao dengue previsto para essa área; já a precipitação observada ver Figura (23 a) mostra chuva em quase todo o estado, mais com intensidade muito forte sobre o sertão e agreste paraibano.

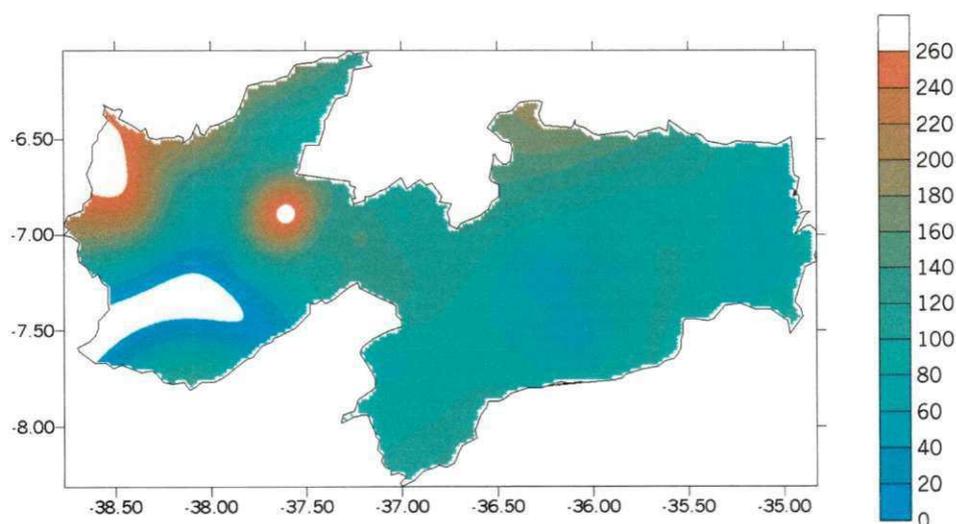


Figura 36 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2001, referente ao mês de março.

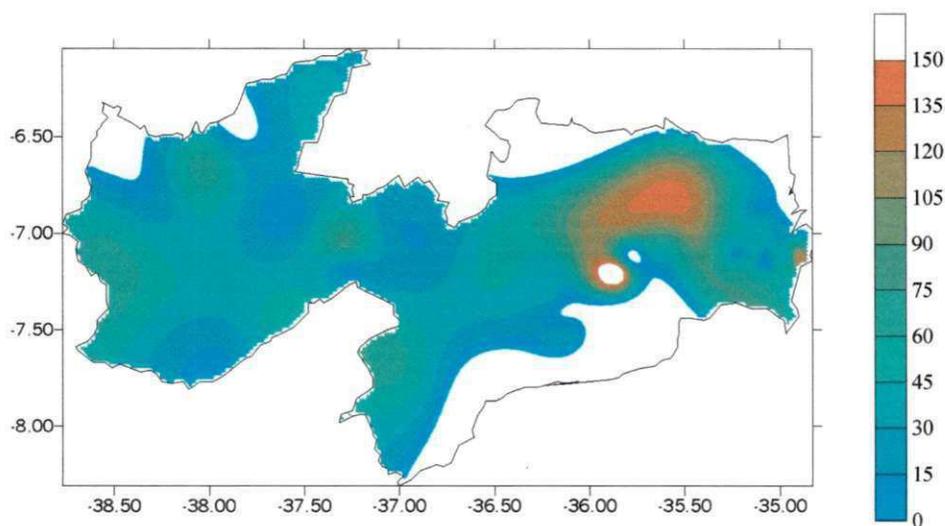


Figura 37 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de março.

4.2.6 - Dengue previsto para o mês de abril do ano 2001.

O dengue previsto para o mês de abril deste ano Figura (39), verifica-se que o número de casos previstos do dengue para o agreste, sertão e parte do litoral paraibano, apresenta-se com uma variação de 150 a 240 casos.

Nota-se que o dengue previsto subestimou o observado o que pode ser constatado através do dengue observado Figura (24 b), pois para o sertão paraibano o número de casos do dengue observado foi muito maior, variando de 400 a 600 casos notificados, superestimando no agreste.

Analisando a precipitação prevista Figura (38), verifica-se que a mesma precipitação foi bem distribuída por todo o estado, em especial para o litoral e agreste paraibano, comparando-se com a precipitação observada Figura (24 a), nota-se que essa foi bem estimada, pois a precipitação prevista chegou a um valor máximo de 260 mm de chuva, e a precipitação observada chegou a atingir um valor máximo de 180 a 210 mm de chuva para o litoral e agreste, para o sertão chegou a atingir 270 mm.

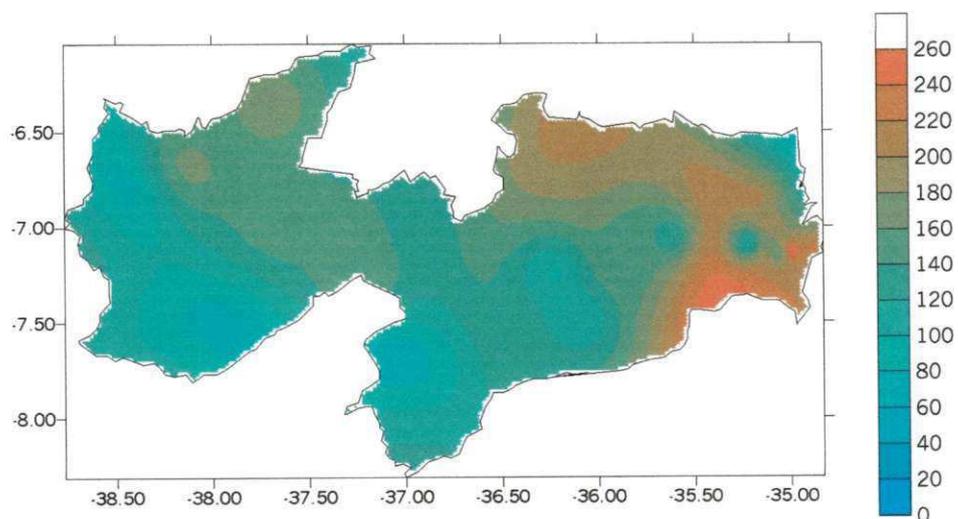


Figura 38 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2001, referente ao mês de abril.

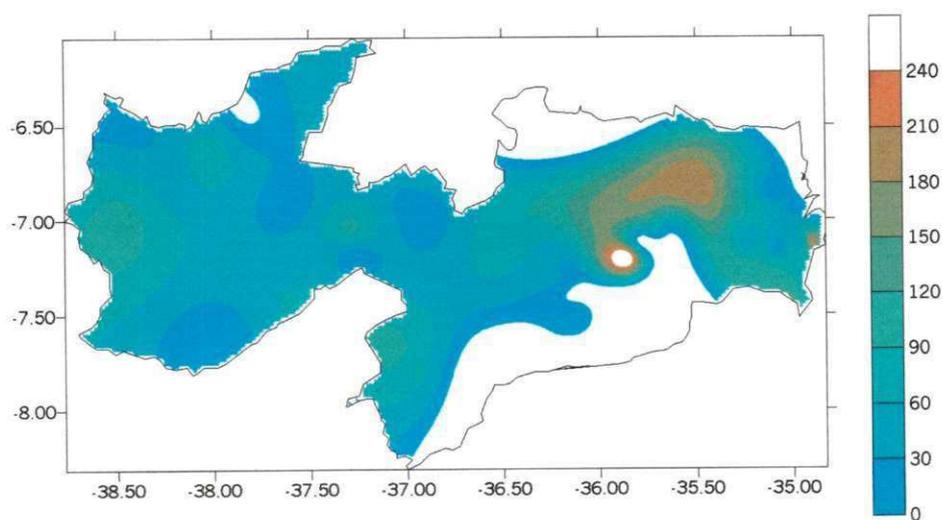


Figura 39 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2001, referente ao mês de abril.

4.3.1- Dengue previsto para o mês de fevereiro do ano 2002.

Analisando o dengue previsto para fevereiro de 2002, observa-se que o dengue foi bem distribuído por todo o estado, com maiores valores sobre o sertão e agreste paraibano Figura (41).

Comparando-se a Figura (41) com a Figura (25 b), vê-se uma semelhança entre estas, pois o número máximo de casos observados de dengue chegou a 120, semelhantemente ao previsto que chegou a um valor máximo de 120 casos.

A precipitação prevista Figura (40) abaixo, mostra a distribuição espacial da mesma para todo o Estado, para o sertão paraibano onde essa precipitação foi mais abundante.

Comparando-se com a Figura (25 b) que é a precipitação observada, com precipitação prevista Figura (40), nota-se que sobre o sertão a predominância de chuva é maior do que nas outras regiões, que chegou a um valor máximo de 170 mm de chuva.

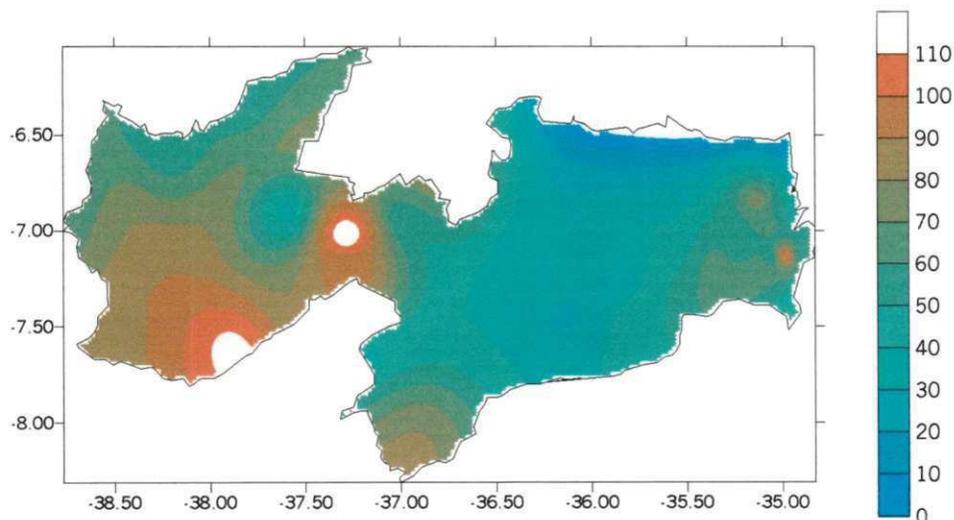


Figura 40 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de fevereiro.

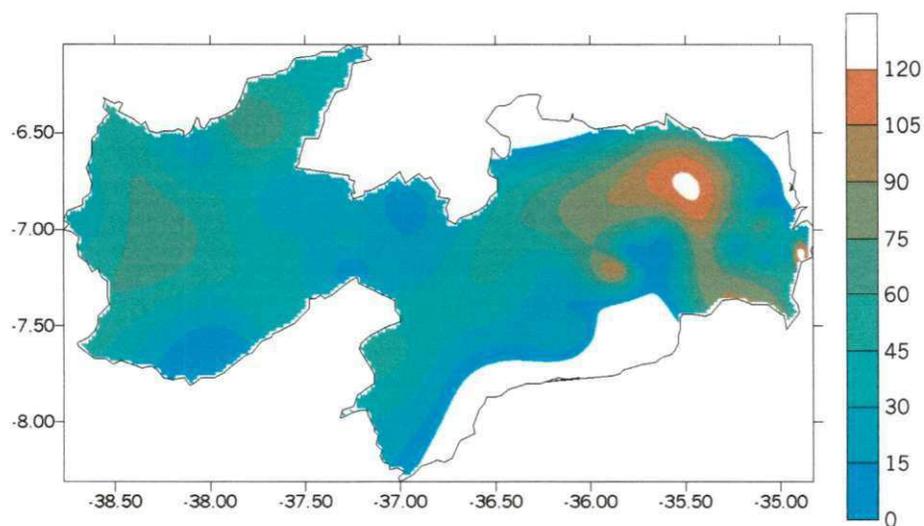


Figura 41 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2002, referente ao mês de fevereiro.

4.3.2 - Dengue Previsto para o mês de março do ano 2002.

Observando a Figura (43) vê-se que a distribuição do número de casos do dengue previsto predominou sobre o agreste e litoral paraibano, exceto para a região do sertão.

Comparando-se com o dengue observado Figura (26 b), observa-se uma semelhança entre essas, pois se verifica um núcleo sobre as mesmas regiões, entretanto, tem-se na Figura (26 b) um valor de 480 casos observados assim como na Figura (43) apresenta um número de 200 casos previstos, assim como também não se verifica muitos casos de dengue sobre o sertão.

Analisando a precipitação prevista Figura (42), observa-se uma distribuição bem homogênea por todo o estado, chegando a um valor máximo de 280 mm de chuva. Comparando-se com a precipitação observada Figura (26 a), nota-se que essa precipitação foi bem elevada principalmente no norte do agreste, apresentando um valor de 600 mm..

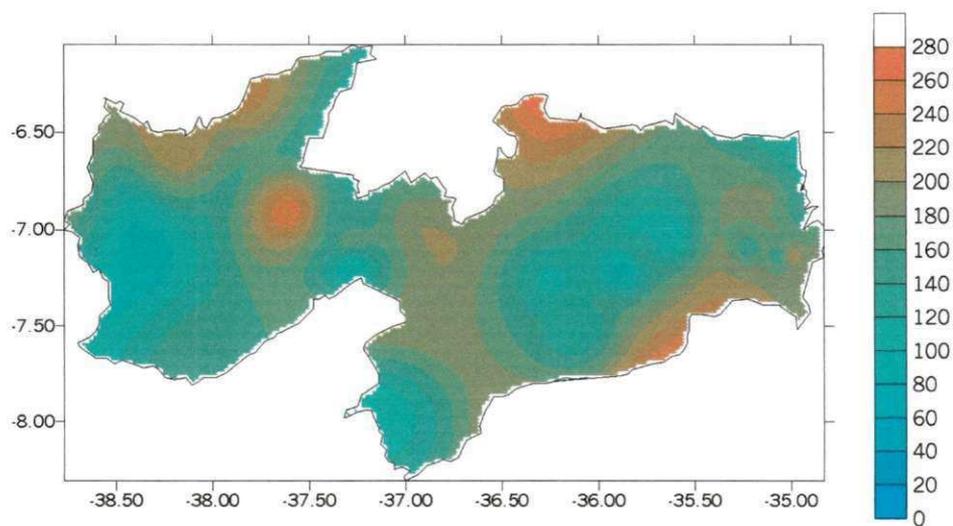


Figura 42 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de março.

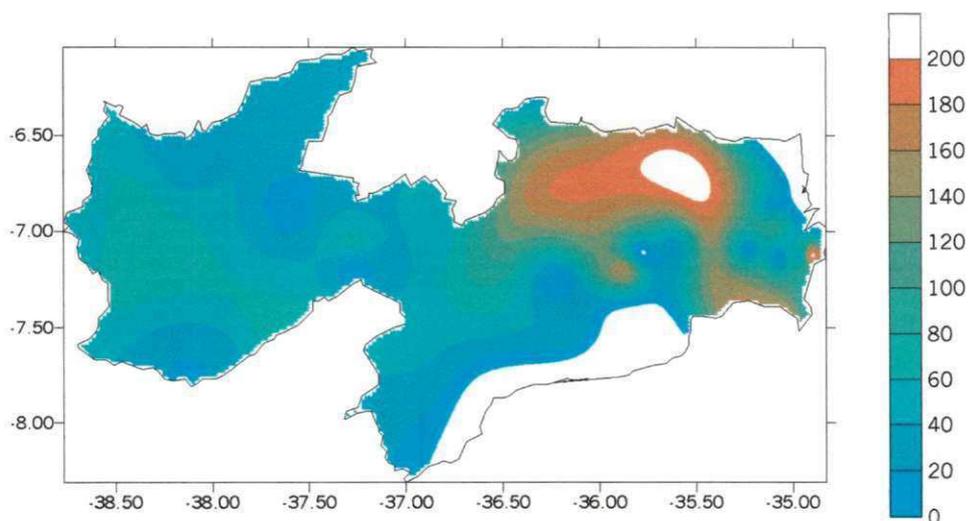


Figura 43 – Distribuição espacial do número de casos do dengue previsto para o ano de 2002, referente ao mês de março.

4.3.3 - Dengue Previsto para o mês de abril do ano 2002.

A Figura (45) mostra o dengue previsto para o mês de abril de 2002, observa-se mais uma vez um maior número de casos de dengue previsto sobre o agreste paraibano, e boa parte do sertão.

Comparando com o dengue observado Figura (27 b), vê-se que a intensidade apenas para o setor do agreste e parte do litoral paraibano, chegando a um valor máximo de casos notificados de 480, já o dengue previsto chega a atingir um valor de 300 casos.

A precipitação prevista Figura (44), mostra a predominância da precipitação sobre o sertão paraibano, enquanto que nas demais regiões não se verificam intensidades tão fortes. Comparando com a precipitação observada Figura (27 a) nota-se a mesma característica, embora a chuva observada tenha atingido um valor máximo de 210 mm.

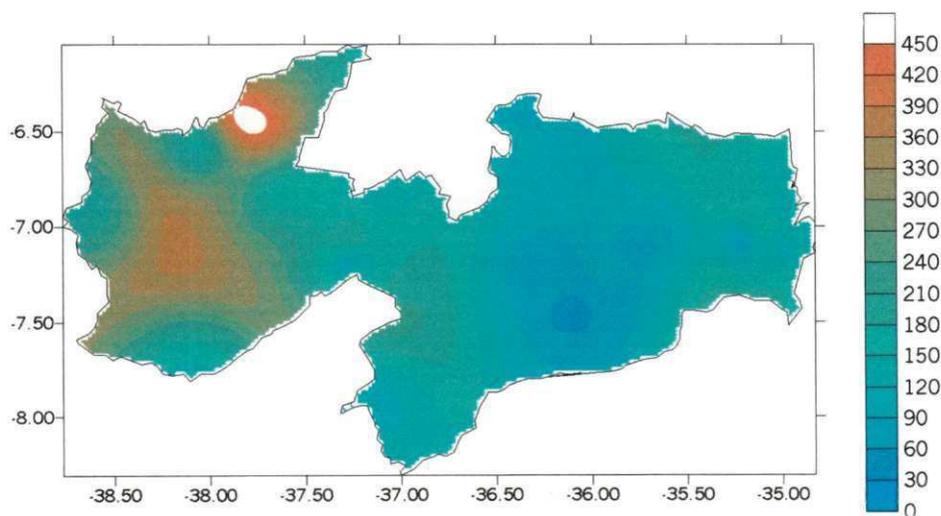


Figura 44 – Distribuição espacial da precipitação prevista para o ano de 2002, referente ao mês de abril.

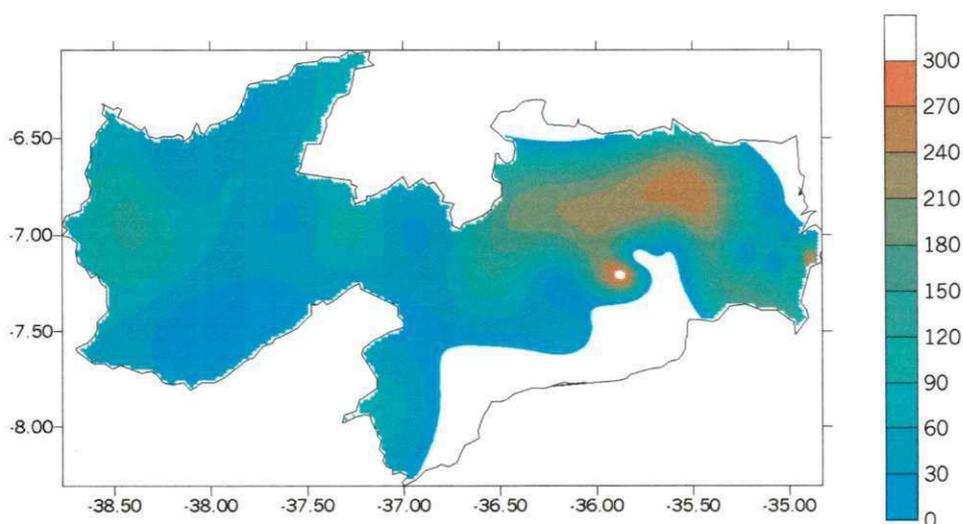


Figura 45 - Distribuição espacial do número de casos do dengue Previsto para o ano de 2002, referente ao mês de abril.

4.4 - Relação do dengue observado, com o dengue previsto para algumas localidades do Estado da Paraíba no período de 2000 a 2002.

Da análise da Figura 46, para o município de Alhandra localizado no agreste paraibano, nota-se que o dengue previsto em alguns meses subestimou o dengue observado, por exemplo, no mês de junho de cada um dos anos 2000 e 2001. Isto pode ser verificado pelos picos do dengue observado que não foram previstos para esse período pelo modelo regressivo.

Para o ano de 2002, no mês de junho, observamos um pico de mais de 100 casos notificados da doença e o dengue previsto tende a se aproximar do observado.

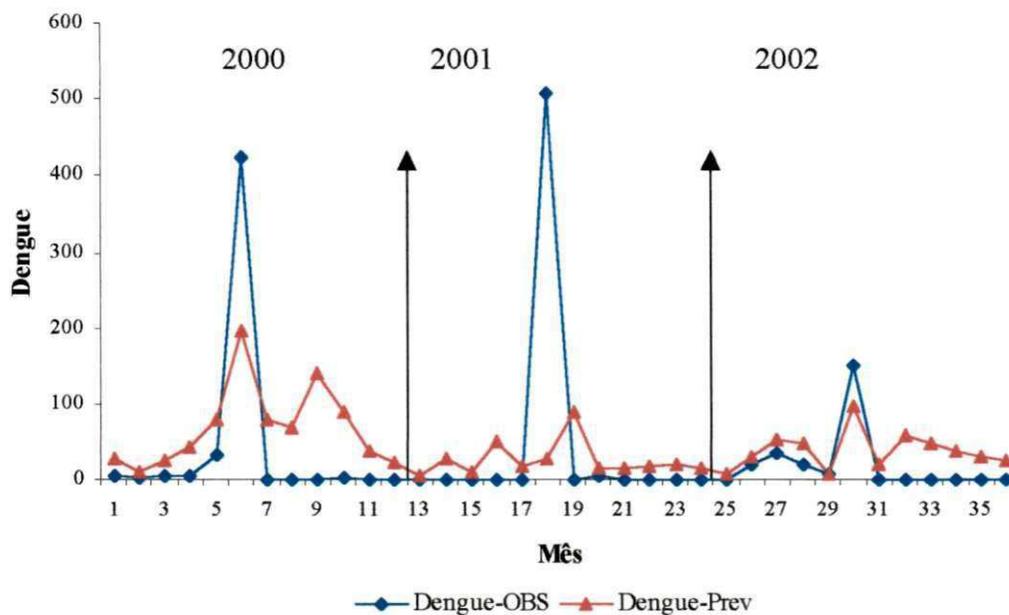


Figura 46 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Alhandra região do agreste no Período de 2000 à 2002.

Durante o ano de 2001 observa-se que o dengue previsto sobreestima o observado no período de fevereiro a setembro, entretanto de outubro a novembro o dengue previsto tende a se aproximar do observado.

O dengue observado apresenta um pico de mais de 100 casos, sendo subestimado pelo previsto no ano de 2000, entre os meses de março a abril, que representam a estação das chuvas, nesse município.

No ano 2002, verifica-se que o dengue previsto sobreestimou o observado, embora por poucos casos, a partir do mês de agosto.

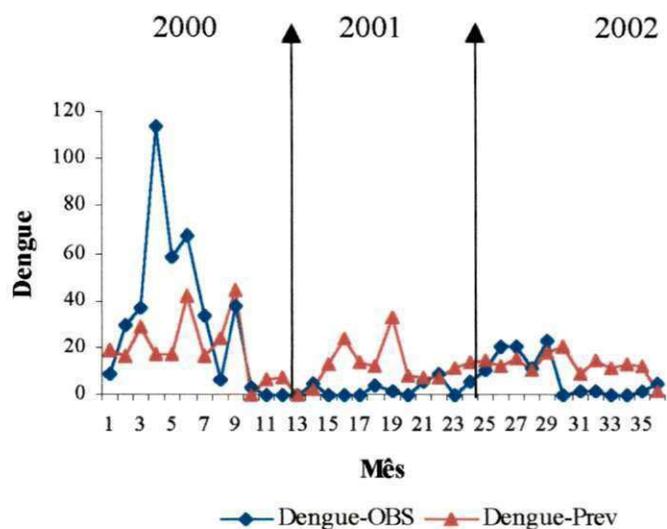


Figura 47 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Alagoa Nova, na região do Brejo, no Período de 2000 a 2002.

Para o município de Areia também localizado no Brejo paraibano, vê-se através da Figura 48, que o dengue previsto nesse município, o modelo superestimou, entre os meses de julho a setembro de 2000. A partir de julho, nos anos de 2001 e 2002, o modelo superestimou o dengue previsto.

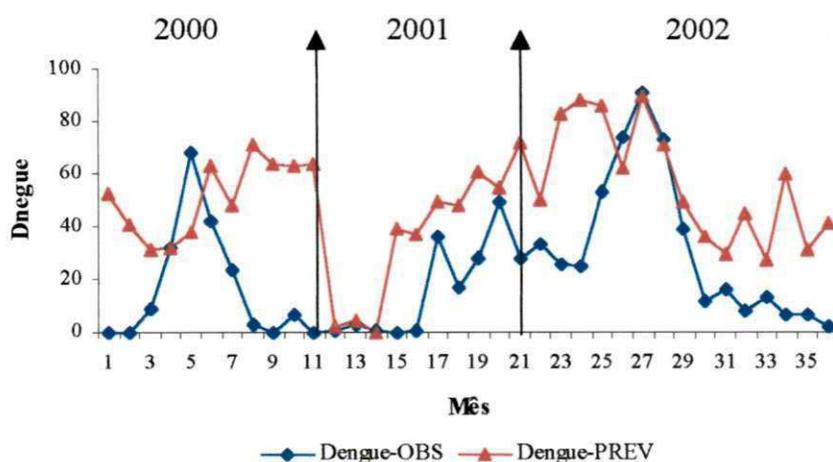


Figura 48 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Areia na região do Brejo paraibano, no Período de 2000 a 2002.

Para a cidade de Cajazeiras, localizada no sertão paraibano, nota-se através da Figura 49, que durante o ano de 2000 o modelo superestima, embora por pouco, o observado; já entre os meses de maio a junho de 2001 o dengue previsto é subestimado.

Entre os meses de maio e junho de 2002, o pico de dengue previsto acompanha o do observado. No final do ano 2002 o dengue previsto sobreestima o observado por poucos casos.

Esse foi um dos municípios que apresentou resultado muito bom, considerando o grau de incerteza dos modelos utilizados.

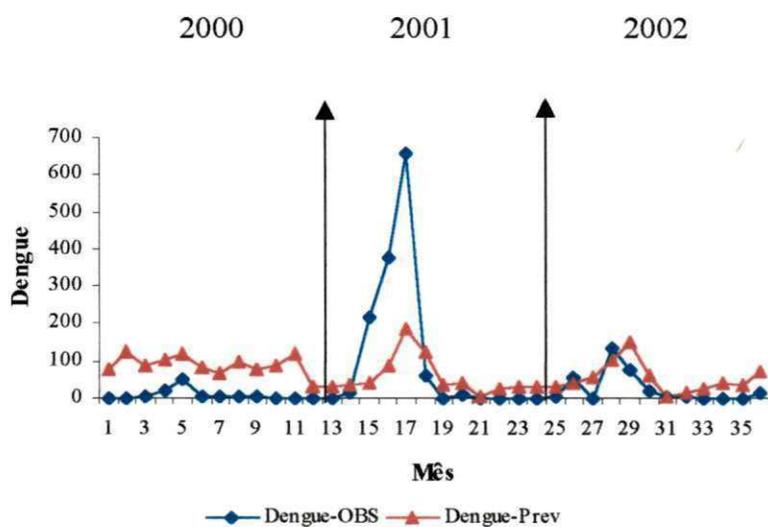


Figura 49 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Cajazeiras no Período de 2000 a 2002.

Verificou-se um pico de casos notificados de dengue próximo do mês de junho para os três anos 2000, 2001 e 2002.

No ano de 2000 é mostrado a partir da figura 50, que o dengue previsto subestimou o observado, de fevereiro a julho, no final do mesmo ano, o dengue previsto sobreestima o observado.

Há certa tendência entre os modelos de previsão de sempre subestimarem as variáveis previstas quando existem picos nos dados observados dessas variáveis. Isto também foi verificado nesta Figura 50, ou seja, o modelo não se ajustam aos picos.

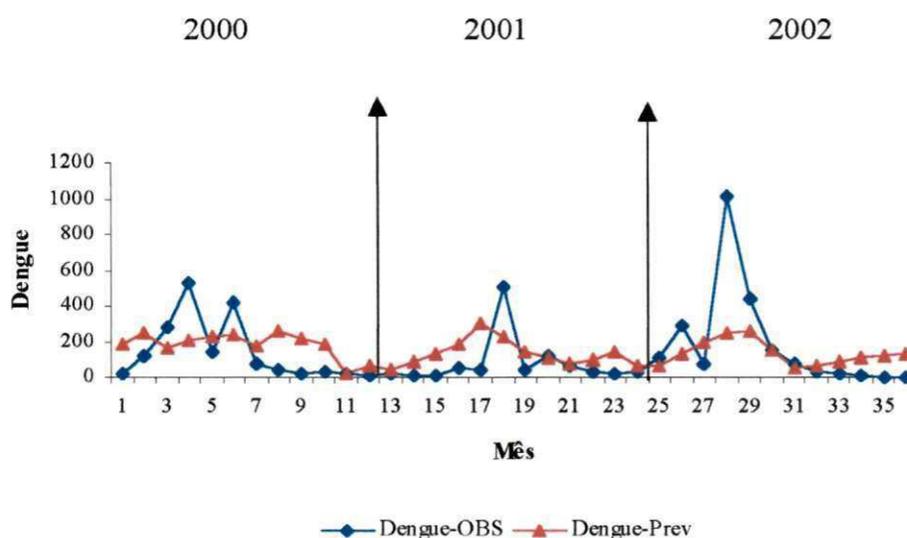


Figura 50 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de João Pessoa no Período de 2000 a 2002.

Para a cidade de Catolé do Rocha localizada no alto sertão paraibano, através da Figura 51, verifica-se que o dengue previsto é subestimado, no ano de 2000 nos meses de fevereiro a abril. No ano de 2001 ocorre essa mesma condição entre os meses de março a setembro. No ano de 2002 a previsão do dengue se aproxima muito bem dos casos observados e isto pode ser creditado ao fato de que a previsão da precipitação sazonal é muito boa naquela região.

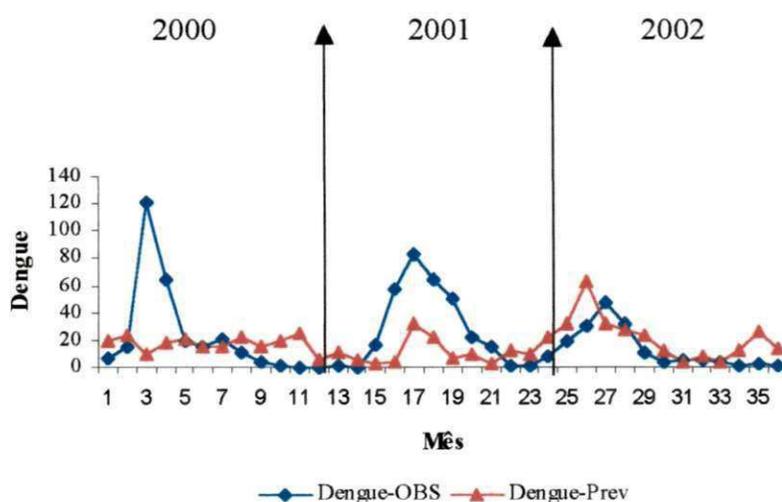


Figura 51 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de Catolé do Rocha no Período de 2000 a 2002.

Através da Figura 52, pode-se verificar que o dengue previsto acompanha mais ou menos o dengue observado. Foram notificados alguns picos de casos observados de dengue em 2000, 2001 e 2002, sendo que em 2000 chama a atenção, pois chegou a atingir um número correspondente a quase 1.500 casos de dengue. Naturalmente a previsão ficou muito aquém do observado naquele ano.

O dengue previsto de abril a maio de 2000 foi subestimado, nos outros meses, observa-se que o dengue previsto sobreestima o observado. Nos demais anos o dengue previsto se aproxima do observado.

Campina Grande possui uma extensão territorial de 620, 628 km² considerada uma cidade grande em relação às outras discutidas na pesquisa, ela fica localizada no agreste paraibano.

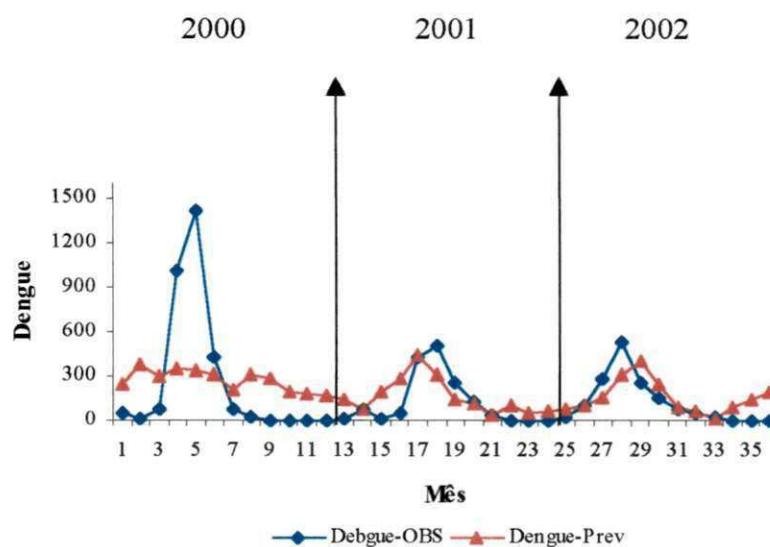


Figura 52 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue registrado (Dengue-OBS) para a cidade de Campina Grande no Período de 2000 a 2002

A cidade de Monteiro está localizada no cariri paraibano e observa-se através da Figura 53, que o dengue observado apresenta três picos: um em 2000 no período de março a abril correspondendo a um número de aproximadamente 190 casos notificados, em 2001 no mês de abril, correspondendo a um valor de aproximadamente 500 casos notificados e em 2002 nos meses de abril e dezembro, aproximadamente 180 casos notificados.

O dengue previsto subestimou esses picos citados acima para os respectivos anos do dengue observado. Com exceção do mês de abril do ano 2000, e dos meses de abril a maio de 2001 e no final do respectivo ano, assim como no início do ano 2002 em que houve sobre estimativa das observações.

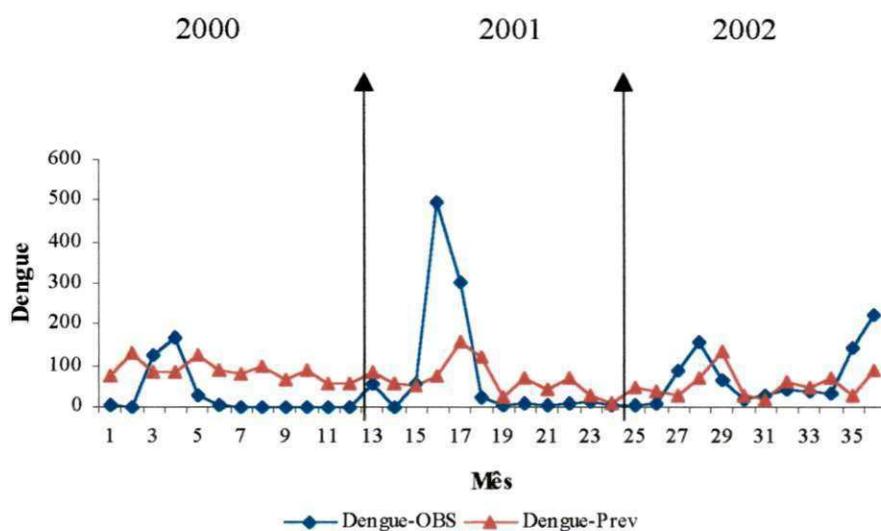


Figura 53 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Monteiro no Período de 2000 a 2002.

O dengue observado teve seu maior número de casos notificados em 2000 de março a maio, o mesmo se verifica em 2001 de abril a maio. No ano de 2002 observam-se dois picos no mês de fevereiro.

O dengue previsto também obedece ao comportamento do dengue observado, sendo que é subestimado, com exceção de junho a dezembro de 2000, de abril a julho de 2002, pois os mesmos são sobreestimados.

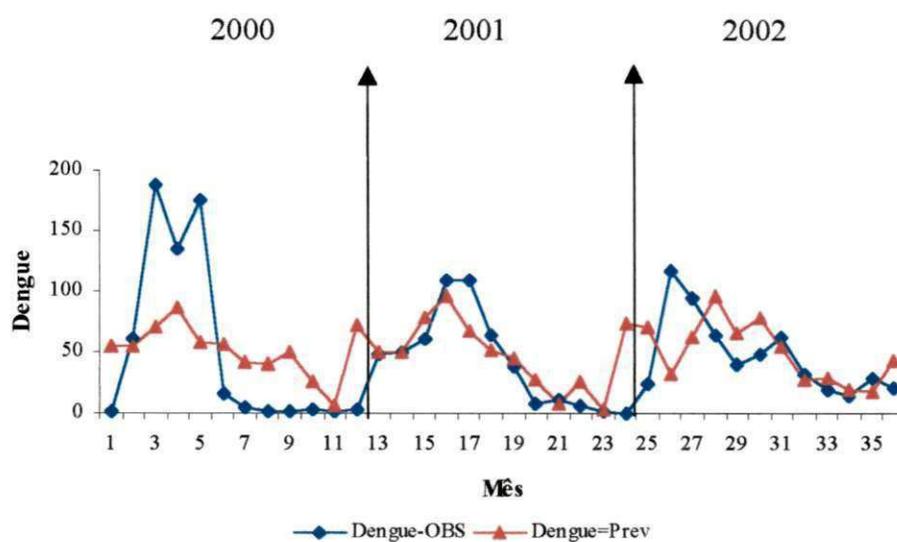


Figura 54 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para a cidade de Patos no Período de 2000 a 2002.

Analisando a Figura 55 para a cidade de Sapé localizada no litoral paraibano, o gráfico mostra que o dengue observado teve seu maior índice no ano de 2000, chegando a atingir um número de 200 casos. O dengue previsto é sobreestimado nos três anos, embora por muito pouco, com exceção do ano 2000 entre os meses de março a maio.

Em algum período do ano 2001, a previsão se confunde com a observação, indicando bom resultado da previsão.

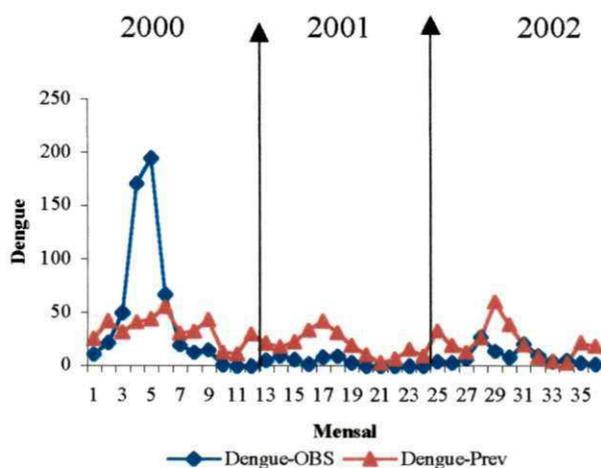


Figura 55 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Sapé no Período de 2000 a 2002.

Observa-se através da Figura 56 para a cidade de Santa Luzia que o dengue observado teve seu maior número de casos notificados no ano de 2002 chegando a quase 100 casos notificados no período de março a junho. O dengue previsto para esse mesmo período de 2002, ficou abaixo dos valores observados. Do mesmo modo, para os outros anos, houve uma subestimação da previsão com relação às observações, diferenciando apenas para o período de agosto a novembro de 2000.

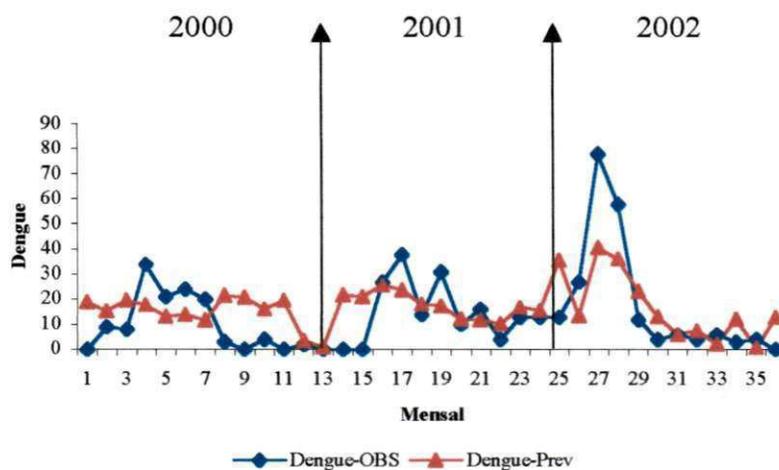


Figura 56 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Santa Luzia no Período de 2000 a 2002.

O município de Teixeira localizado no sertão paraibano apresentou poucos casos de dengue, os maiores números de casos se verificaram nos meses de maio e junho de 2001, chegando a atingir o máximo de 50 casos aproximadamente. O dengue previsto em 2001 e 2002 tendeu a se aproximar do observado, entretanto no ano de 2000 o dengue previsto sobreestimou o observado, observa-se isso claramente no gráfico representado pela Figura 57.

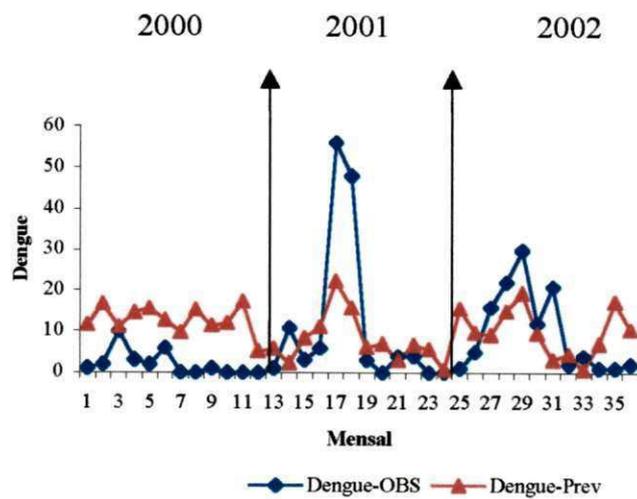


Figura 57 – Diagrama comparativo do dengue previsto (Dengue-Prev) pela regressão linear múltipla, com os casos de dengue observado (Dengue-OBS) para o município de Teixeira no Período de 2000 a 2002.

4.5 - Análise dos desvios da previsão em relação aos valores observados

Para melhor entender o erro cometido na previsão da distribuição espacial dos casos de dengue no estado da Paraíba mostra-se a seguir os erros cometidos na previsão, para o período chuvoso (fevereiro, março e abril) dos anos 2000, 2001 e 2002, utilizando-se para isso, o desvio médio dos casos de dengue previstos e o desvio médio dos casos observado.

Considerando a Figura 58, observa-se em quase todo o estado que os desvios são positivos o que significa que o modelo sobreestimou a previsão, sendo que o valor máximo está localizado na parte intermediária do estado, ou seja, no agreste paraibano, o modelo sobreestima os valores.

No litoral norte e parte do cariri, têm-se valores negativos, o que mostra que para essas localidades os valores previstos foram subestimados.

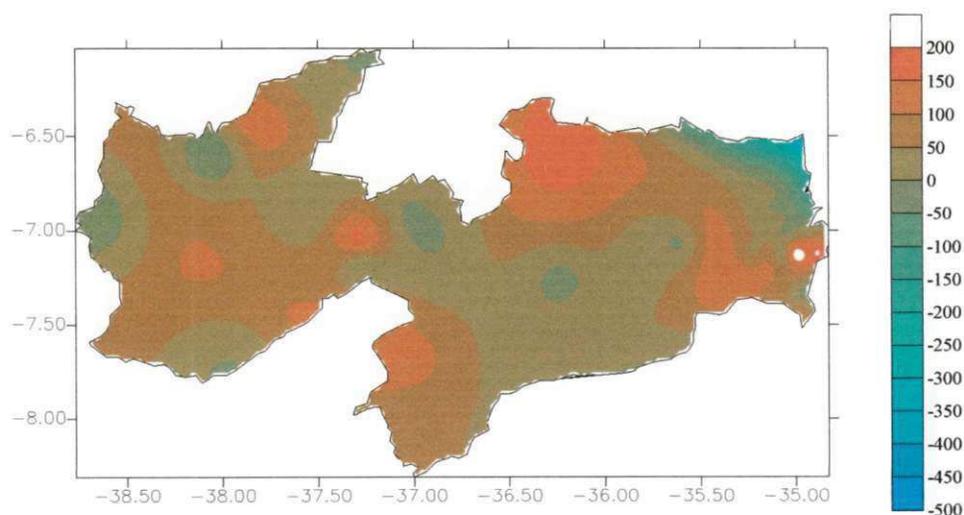


Figura 58 - Distribuição espacial do desvio da previsão para o mês de fevereiro de 2000.

No mês de março de 2000 o desvio encontrado foi pequeno para o sertão, principalmente no sertão de Cajazeiras, o que se pode dizer que a previsão foi subestimada, já para o agreste e o litoral e parte do sertão foram obtidos valores altos dos desvios indicando, portanto que a previsão foi sobreestimada.

O que significa dizer que para essas regiões, não se tem uma precisão consistente para a previsão.

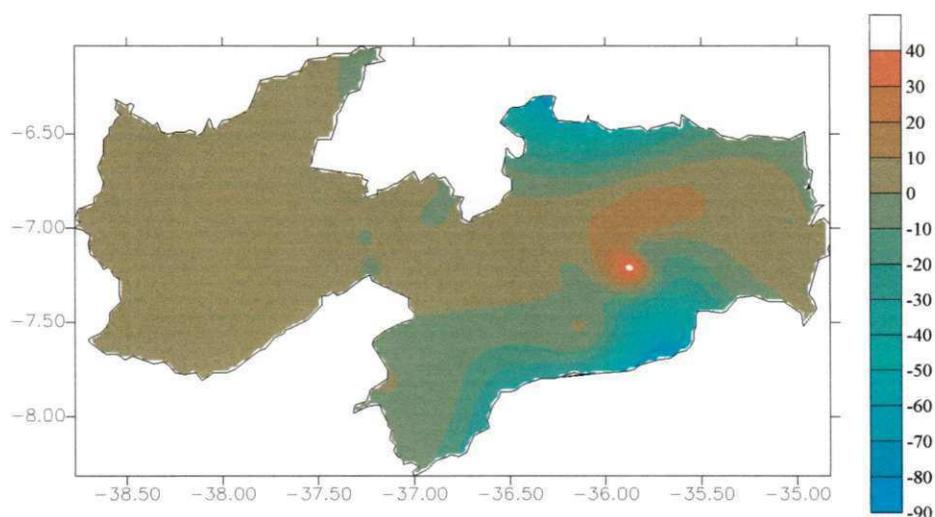


Figura 59 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2000.

Na Figura 60 que se refere ao mês de abril de 2000 verifica-se os maiores valores do desvio para quase todo o sertão paraibano, logo a previsão do dengue foi sobreestimada para essa localidade.

Para o litoral e parte da região do sertão e agreste foram obtidos desvios que apresentaram valores negativos ou próximos de zero.

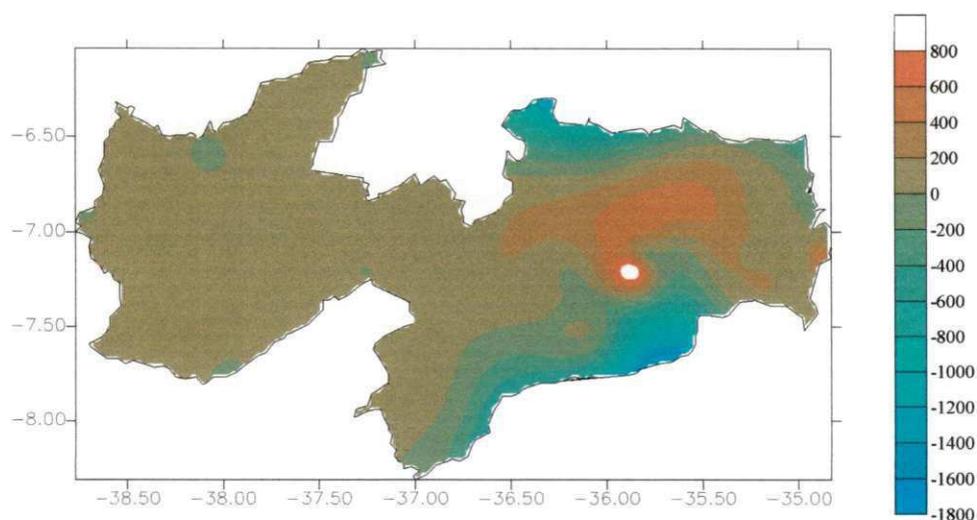


Figura 60 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2000.

Como se pode observar na Figura 61 na maior parte do estado principalmente o sertão e o agreste paraibano verifica-se valores baixos dos desvios, o que significa que para essas regiões a previsão foi subestimada, o que diferencia do ano 2000, significando que a previsão da distribuição espacial do dengue aproximou-se mais da realidade, quando comparada a previsão do ano anterior.

Já para as demais partes do estado foram obtidos valores relativamente altos dos desvios, o que mostra a sobreestimação da previsão.

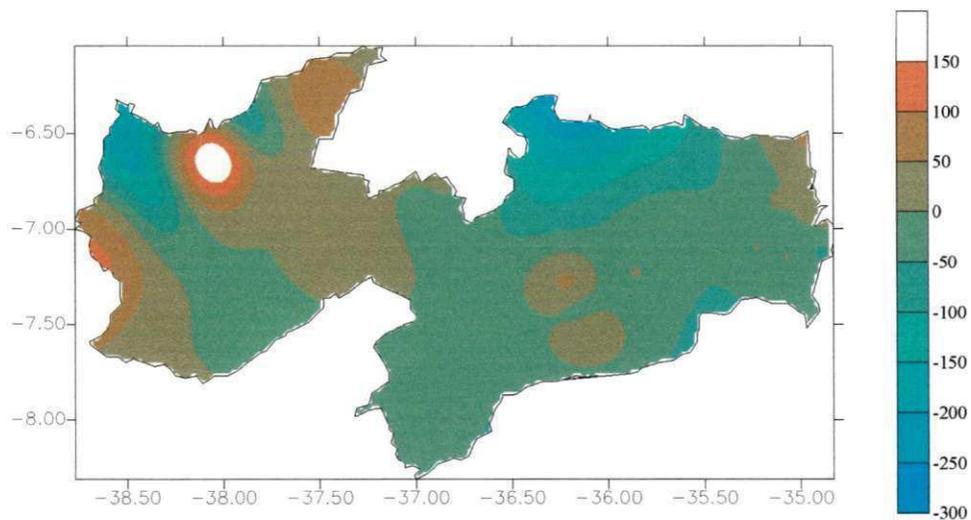


Figura 61 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de fevereiro de 2001.

Analisando a Figura 62 para o mês de março de 2001 encontrou-se para o sertão paraibano valores altos dos desvios principalmente para o sertão de cajazeiras, portanto a previsão foi sobreestimada, diferenciando do ano 2000, pois a previsão foi subestimada para essa mesma época.

Nas demais regiões do estado obtiveram-se valores menores dos desvios o que significa dizer que para essas localidades a previsão do dengue foi subestimada.

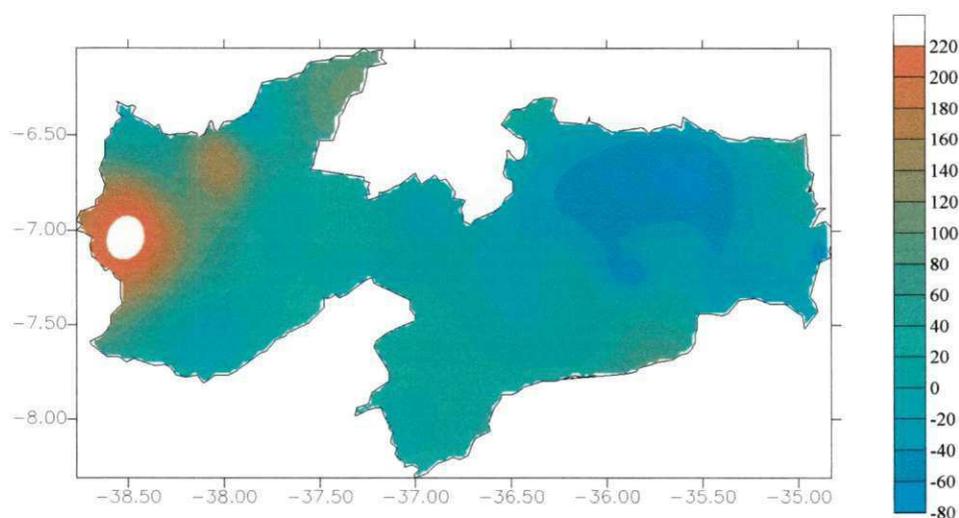


Figura 62 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2001.

Analisando a Figura 63 para o mês de abril de 2001, encontrou-se para o sertão paraibano valores altos dos desvios principalmente para o sertão de Cajazeiras o que indica que ocorreu a uma sobre estimação da previsão do dengue.

Nas demais regiões do estado obtiveram-se desvios menores, portanto pode-se dizer que ocorreu uma subestimação da previsão.

De acordo com a Figura 64 observa-se para o sertão paraibano e parte do agreste com o litoral, maiores desvios, portanto a previsão é sobreestimada para essas regiões. Já para a maior parte do estado, observam-se desvios negativos, portanto a previsão da distribuição espacial do dengue foi subestimada para essa área.

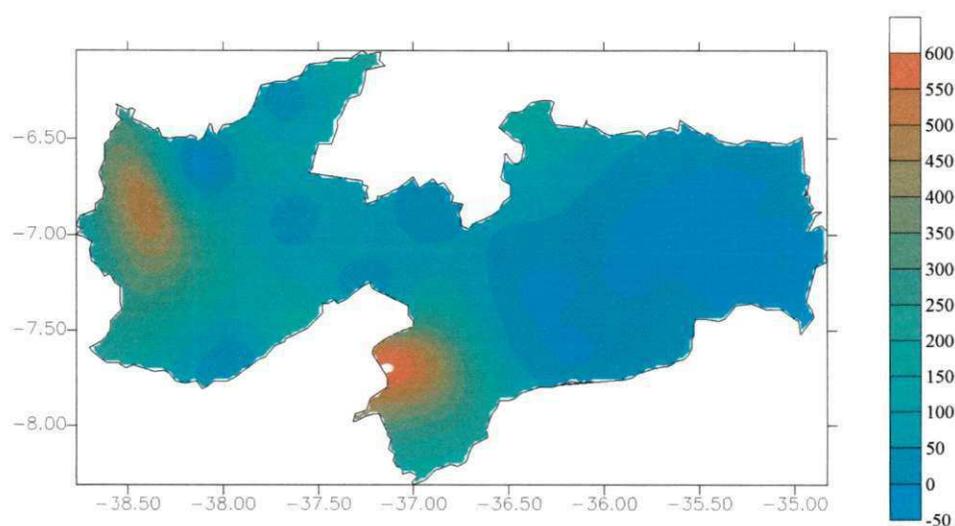


Figura 63 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2001

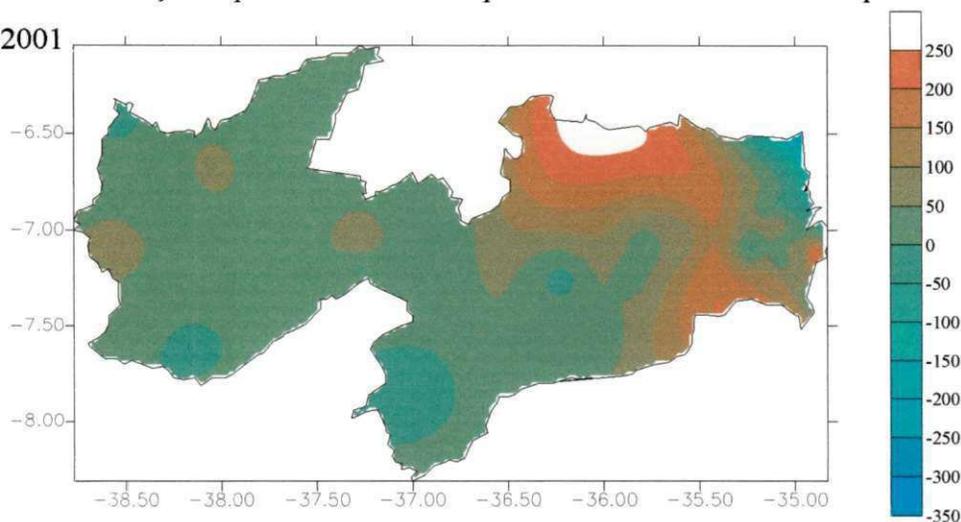


Figura 64 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de fevereiro de 2002.

Para o mês de março de 2002, a Figura 65 mostra que para quase todo o sertão e agreste constata-se os maiores desvios, portanto são nessas regiões que a previsão da distribuição espacial do dengue é sobreestimada.

No entanto para uma pequena parte do sertão e parte do agreste se verifica valores negativos dos desvios, portanto a previsão é subestimada para essas regiões.

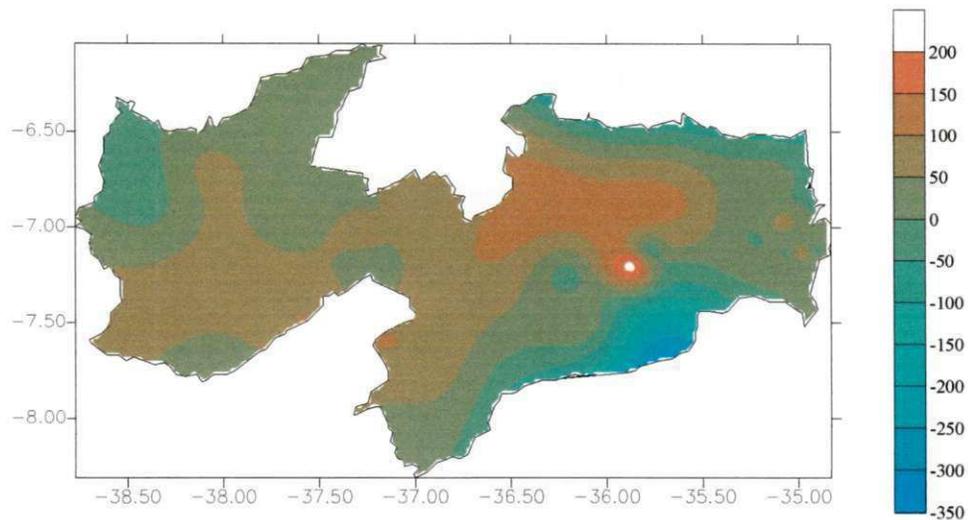


Figura 65 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de março de 2002.

Em relação ao mês de abril de 2002, verifica-se os maiores valores dos desvios na região do agreste e parte do litoral, logo a previsão é sobreestimada para essas regiões.

Na maior parte do estado principalmente para o sertão observam-se valores negativos dos desvios, o que mostra que para essa região, a previsão subestimou as observações.

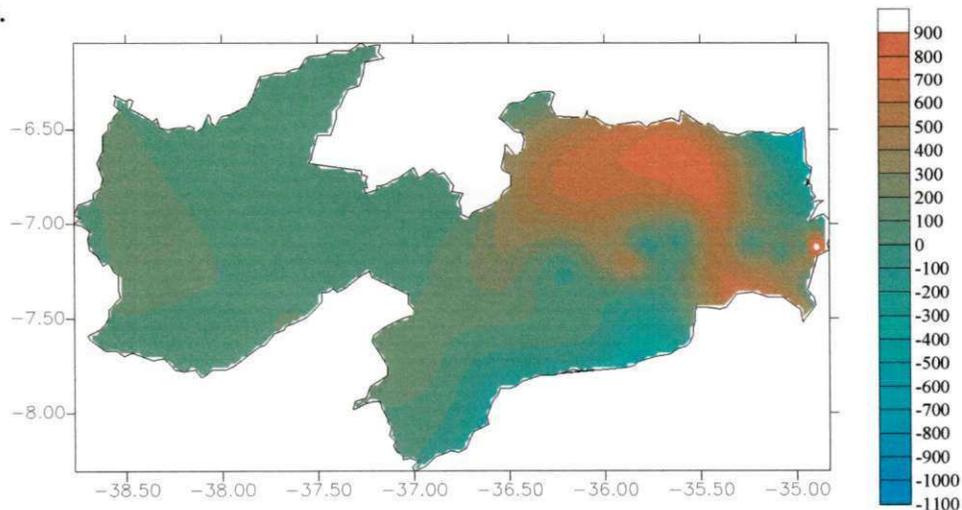


Figura 66 - Distribuição espacial do desvio da previsão no estado da Paraíba para o mês de abril de 2002.

5 – CONCLUSÕES:

Diante dos resultados obtidos, para as vinte e uma cidades estudadas no Estado da Paraíba, pode-se concluir que:

- Existe uma boa relação entre a precipitação e os casos de dengue na Paraíba, o que pode ser observado através das figuras apresentadas. Em alguns casos, essa relação parece ser defasada por um período de um a dois meses, principalmente na região do alto sertão.
- Observa-se uma acentuada variação na distribuição dos casos observados de dengue entre as regiões do Agreste, Litoral e Sertão que pode ser explicada pelos diferentes sistemas que provocam a precipitação nesta região. Há um deslocamento dessa distribuição no sentido Sertão-Litoral no decorrer do período chuvoso, principalmente nos anos de 2001 e 2002, o que também pode estar relacionado aos diferentes sistemas que provocam a precipitação na Paraíba.
- Algumas cidades mostraram pouca evidência de que a precipitação influenciou no número de casos de dengue, isto foi observado tanto para

- O número previsto de casos como para o observado. As cidades nas quais se verificou esse fato foram: Boqueirão, Cajazeiras, João Pessoa, Cruz do Espírito Santo, Mamanguape, Princesa Izabel, Monteiro, Sousa, Santa Rita e Boa Vista.
- As cidades localizadas no Agreste Paraibano: Alagoa Grande, Alhandra, Alagoa Nova, Areia, Campina Grande, Sapé, Condado, ao contrário das cidades anteriormente citadas apresentaram uma boa relação com a precipitação e o número de casos de dengue notificados e previstos, de maneira que o dengue observado apresenta uma defasagem de um mês com relação à precipitação. O dengue previsto para algumas dessas cidades, foi sobre estimado em relação ao observado.
- Para algumas cidades localizadas no sertão paraibano tais como: Patos, Teixeira, Santa Luzia, Catolé do Rocha, verificou-se uma forte relação da precipitação, com o dengue observado e o dengue previsto, mostrando que o modelo previu bem o dengue, se ajustando melhor no período da estação chuvosa de cada cidade.
- Analisando a distribuição espacial dos desvios verificou-se que os maiores desvios ocorreram na região do sertão e principalmente no sertão de Cajazeiras. Para o agreste paraibano constataram-se valores baixos dos desvios nos meses de fevereiro, março e abril de 2001, o que ocorreu o inverso para os anos de 2000 e 2002.

5.1-SUGESTÕES:

- Sugere-se que em uma etapa futura, seja feito uso de um modelo não-linear, para melhorar a previsão.
- Também, fazer uso de Funções Ortogonais Empíricas, para melhor ajuste da probabilidade, principalmente em relação às cidades que não se obteve bons resultados.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. M. B.; GILMAR, B.; COSTA, A. A.; MONCUNNIL, D. F.; SILVA, E. M.; SANTOS, A. C. S.; BARBOSA, W. L.; NÓBREGA; D. S. B.; FILHO, V. P. S.; SOUZA, I. A. Uma aplicação da técnica de "Downscaling" dinâmico no Setor Norte do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.18, n.2, p. 161-180, 2003.

ALVES, J. M. B.; REPELLI, C. A. As chuvas na Bacia Amazônica e a temperatura dos oceanos adjacentes. In: VIII CBMet e II CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA. Belo Horizonte, 1994. **Anais**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.2, p. 114-118, 1994.

ANKOMAH, O. Y., CORDERY, I. Atlantic sea surface temperatures and rainfall variability in Ghana. **J. Atmos. Sci.**, v. 7, p. 551-558, 1994.

BARROS, V. R.; DOYLE, M. **Interannual variability of precipitation in Southern South América**. In: Fifth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, 1997. Pretoria, South Africa, 1997. p. 228-229.

BUSSAB, W.O. Análise de variância e de regressão; uma introdução. **2 ed. São Paulo: Atual, 1998. P. 147.**

CARDOSO, A. O.; DIAS, P. L.. Identificação de Trimestres extremos no regime Pluviométrico do Sul e Sudeste do Brasil e relação com anomalias da TSM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.2, p. 149-162, 2004.

CARTON, J. A., CAO, X., GIESE, B.S.; DA SILVA, A. M. Decadal and interannual SST variability in the tropical Atlantic. Accepted to **J. Phys. Ocean.**, 1995 (in press).

CLIMATOLOGIA PARAÍBANA. Disponível em: <
<http://planeta.terra.com.br/educacao/Astronomia/latPB.html>> Acesso em: 22 de janeiro de 2004.

CZUY, D. C.; BALDO, M. C.; MARTINS, M. L. O. F. & NERY, J. T., 2001. A incidência do *Aedes aegypti* no município de Maringá associados às condições climáticas. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 3 **Anais...**, Maringá-PR, 01 CD-ROM.

DAMIÃO, M. C. **Um Estudo das Condições Atmosféricas em janeiros Secos e Chuvosos no Semi-árido do Nordeste do Brasil e sua Relação com a Chuva em Meses Posteriores na Região. 1999.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

DE LA CRUZ, A. M.; FIGUEROA, D.; CHACÓN, L.; GÓMEZ, M.; DÍAZ, M.; FINLAY, C. M.. Conocimientos, opiniones y prácticas sobre *Aedes aegypti*. **Revista Cubana Med. Trop.** V.51,n.2, p. 135-7, 1999.

DELGADO ISELYS, LIC.; VÁZQUEZ, SUSANA; BRAVO, JOSÉ R.; GUZMÁN, MARIA G. Predicción del serotipo del virus del dengue mediante la respuesta de anticuerpos IgM. **Revista Cubana de Medicina Tropical**, v.54, n.2, p. 111-115, 2002.

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS-DCA. Disponível em: <
www.dca.ufcg.edu.br>. Acesso em: 19 de janeiro 2004.

DEPARTAMENTO DE HIDROMETEOROLOGIA – DEHL. **O que é o “El Niño**. Disponível em:< http://www.ipa.br/OUTR/el_nino.htm> Acesso em 04 de outubro de 2004.

GARÍN, A. B.; BEJARÁN, R. A.; CARBAJO, A. E.; CASAS, S. C.; SCHWEIGMANN, N. J.. Atmospheric control of *Aedes aegypti* populations in Buenos Aires (Argentina) and its variability. **Int. J. Biometeorol.** V.44, p. 148-156, 2000.

FUNCEME. Sistemas Meteorológicos causadores de chuva na região Nordeste do Brasil. Disponível em:< www.funceme.com.br>. Acesso em: 20 de agosto de 2004.

FUNASA. Situação Epidemiológica de Dengue no Brasil(2001-2002). Disponível em: < <http://www.saude.pr.gov.br/Seminario/Dengue/funasa.htm>>. Acesso em: 14 de janeiro 2004.

GIORGI, F. Simulation of regional climate using a limited area model in a general circulation model . **j. climate**, v.3, p. 941-963, 1990.

GLASSER, C.M; e GOMES, A. C., 2000. Infestação do Estado de São Paulo por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*. **Revista Saúde Pública**, 34 (6): 570-7.

GLASSER, C.M; e GOMES, A. C., **Clima e sobreposição da distribuição do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo**. Ver **Saúde Pública**. V. 36, n.2. p.1666-72, 2002.

GOMES, A. C., 1998. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (stegomya) aegypti* e *Aedes (stegomya) albopictus* em programa de vigilância entomológica. **IESUS**, VII (3), jul/set.

GOMES, C. A.; GOTLIEB, S. L. D.; MARQUES, C. C. A.; PAULA, M. B.; MARQUES, G. R. A.M. Duration of larval and pupal development stages of *Aedes albopictus* in natural and artificial containers. **Revista Saúde Pública**. V.29, n.1, p. 15-19, 1995.

GOMES FILHO, M. F.; SILVA, M. C. L.; CAVALCANTI, E. R. N.; LEITE, M. F.; BRAGA, G. C.; BANDEIRA, R. DE A. S.; ALMEIDA, V. C., 2002. Um estudo do dengue e sua relação com o clima nas regiões tropicais. III Congresso Brasileiro de Biometeorologia, **Anais, CD-ROM**. Maringá-PR

GOODESS, C. M.; PALUTIKOF, J. P.; "Development of daily rainfall scenarios for the Southeast Spain using a circulation type approach to downscaling". **Int. Journal Climatologic**, v. 18, p. 1051-1081, 1998.

HALES, S.; WET, N.; MAINDONALD, J.; WOODWARD, J.. Potential effect of population and climate changes on global distribution of dengue fever: an empirical model. **Revista The Lancet**. V.360, n.9336, p. 830-834, setembro de 2002.

HASTENRATH, S., GREISCHAR, L. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **J. Geophys. Res.**, v.98, n. D3, p. 5093-5102, 1993.

HASTENRATH, S., HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Q. J. R. Meteor. Soc.**, v. 107, p. 77-92, 1977.

HASTENRATH, S. On modes of tropical circulation climate anomalies. **J. Atmos. Sci.**, v. 35, p. 2222-2231, 1978.

HASTENRATH, S. Variations in low-latitude circulation and extreme climatic events in the tropical Americas. **J. Atmos. Sci.**, v. 33, p. 202-215, 1976.

HEWITSON, B. C.; CRANE, R. G. "Climate downscaling : techniques and application". **Clim. Res.**, v.7, p. 85-95, 1996.

HUANG, B., SHUKLA, J. Characteristics of the interannual and decadal variability in a general circulation model of the tropical Atlantic Ocean. **Center for ocean-Land-Atmosphere Studies-COLA. Report No. 30. Maryland, 1996. 57p.**

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <www.ibge.net/cidadesat/default.php>, acesso em: 16 de Março 2003.

KOUSKY, V. E. e GAN, M. A. Upper Tropospheric Cyclonic Vórtice in the Tropical South Atlantic. **Tellus**. 33, 538-551. 1981.

KOUSKY, V. E.; KAGANO, M. T.; CAVALCANTI, I. F. A review of the Southern Oscillation: Oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies **Tellus**, v. 36A, p. 490-504, 1984.

Laboratório de Meteorologia e Recursos Hídricos-LMRS. Disponível em: http://www.lmrs-semarh.ufcg.edu.br/meteoro/tendencia_quadra1.shtml, acesso em: 20 de janeiro de 2004.

LAU, K. M.; CHAN, P. H. Intraseasonal and interannual variations of tropical convection: A possible link between the 4-50 days oscillation and ENSO?. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.45, n.3, P. 506-521, 1988.

LOUGH, J. M. Tropical Atlantic sea surface temperature and rainfall variations in Sub-Saharan Africa. **Mon Wea. Rev.**, v. 114, p. 561-570, 1986.

MARQUES, R. M.. **Elementos de Estatística**. Universidade de Campinas – São Paulo, 1969. P. 11-1

MOURA, A.D., SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a GCM. **J. Atmos. Sci**, v. 38, p. 2653-2675, 1981.

NOBRE. P. **On the genesis of anomalous SST and rainfall patterns over the tropical Atlantic Basin**, Ph.D. Thesis, University of Maryland at College Park, 1993.

NOBRE. P., SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**, v. 9, p. 2464-2479, 1996.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **A Prevenção do Dengue e do Dengue Hemorrágico**. Disponível em: <<http://www.reatb.com.br/prevencao.php>>. Acesso em: 23 de janeiro de 2004.

PAIVA, M. P. **Paraíba meu sublime torrão**. Microrregiões e Aspecto do Relevo Paraibano, v. 1, p. 16-30, 1999.

PARKER, D. E.; FOLLAND, C. K., WARD, M. N. Sea surface temperature anomaly patterns and prediction of seasonal rainfall in the Sahel region of Africa. **Nature**, v. 310, p. 483-485, 1988.

PEZZI, L. P.; CAVALCANTI, I. F. A. The relative importance of ENSO and tropical Atlantic sea surface temperature anomalies for seasonal precipitation over South America: a numerical study. **Climate Dynamics**, v. 17, p. 205-212, 2001.

ROUQUAYROL, M.Z. *Epidemiologia e saúde*. 4. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 1994. P540.

REBÊLO, J. M.; COSTA, J. M. L.; SILVA, F. S.; PEREIRA, Y. N. O.; SILVA, J. M. Distribution of *Aedes aegypti* and dengue in the state of Maranhão, Brazil. **Revista Saúde Pública**. V.15, n.3, p.477-486, jul-set, 1999.

Secretaria de Meio Ambiente e recursos Hídricos da Bahia. **ENOS - El Niño/Oscilação Sul** Disponível em: <http://www.srh.ba.gov.br/appsrh/tempo/elnino.jsp?conteudo=2340>
Acesso em: 20 de setembro de 2004.

SERVAIN, J. Simple climatic indices for the tropical Atlantic Ocean and some applications. **J. Geophys. Res.**, v. 96, n.C8, p. 15, 137-15, 146, 1991.

SILVA, J. F. **El Niño, o fenômeno climático do século**. Brasília. Editora Thesaurus, 139p., 2000.

SILVA, S. T. A. Influência do EL NIÑO-OSCILAÇÃO SUL NA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DA PARAIBA. 1996. **Dissertação** (Mestrado em Meteorologia)- Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

SOUSA, A. J. S.; OLIVEIRA, L. L.; ROLIM, P. M.; LUCAS, E. W. M. Estudo Comparativo entre a precipitação pluviométrica mensal e o número mensal de casos de dengue notificados em Belém – PA (1998-2003). **Anais**, XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza-CE.

SOUSA, N. M. N.; MELO, E. C. S.; SILVA, T. D. U.; ARAÚJO, J. A. P.. Efeito do Clima sobre a dengue na Cidade de Campina Grande – PB. **Anais**, XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza-CE.

SOUSA, N. M. N.; DANTAS, R. T.; LIMEIRA, R. C.; SILVA, L. L.. Influência de Variáveis Meteorológicas sobre a incidência do dengue, em Campina Grande e João Pessoa – PB. **Anais**, XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2004, Fortaleza-CE.

SOUZA, E.B. Um estudo observacional sobre o Padrão de Dipolo de anomalias de TSM no Oceano Atlântico Tropical. São José dos Campos, 1997. **Dissertação** (Mestrado em Meteorologia), INPE.

SOUZA, E.B.; NOBRE, P. Uma revisão sobre o padrão de dipolo no Oceano Atlântico Tropical. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 13, n. 1, p.31-44, 1998.

SOUZA, G. S; RAMOS, M. H. C.; MORAES, R. L.; PEDROZA, S. B.; SILVA-PELISSARI S.O; MOREIRA W. M. Q.; GUIMARÃES, E.; CARDOSO, J.I.M. Saúde e informação e cidadania epidemia de “dengue”. **Revista Hispeci & Lema** 2, v. 6 n.6, p. 32-34, 2002.

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

SPIEGEL, M. R. **Estadística**. 2 ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil,1998. 452p.

TABACHNICK, B. G. E FIDELL, L. S.. Using Multivariate Statistics. HarperCollins Publishers Inc., **New York**, New York. Capítulos 5 e 8, 2001.

TEIXEIRA, M. G.; NASCIMENTO C., M.C.; BARRETO, M. L.; BARRETO, F. R.. Epidemiologia do dengue em Salvador-Bahia, 1995-1999. **Revista da sociedade brasileira de medicina tropical**. V. 34, n.3, p. 269-274, mai-jun, 2001.

TAUIL, P. L.. Urbanização e ecologia do dengue. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro. V.17, p. 99-102, 2001.

TAUIL, P. L.. Critical aspects of dengue control in Brazil. **Cad. Saúde Pública** may/June 2002, vol.18, no.3, p.867-871. ISSN 0102-311X.

UVO, C.R.B., REPELLI, C.A., ZEBIAK, S.E.; KUSHNIR, Y. The influence of tropical pacific and atlantic sst on northeast Brazil monthly precipitation. Accepted to **J. Climate**, 1994 (In press).

UVO, C.R.B. A Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte do Nordeste Brasileiro. **Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-INPE-4887-TDL**, 1989.

VERONESI, R.; FOCOCCIA, R. **Tratado de infectologia**. p.p 201 a 214, volume I. São Paulo-Rio de Janeiro-Belo Horizonte: Editora Atheneu, 1999.

YAMAZAKY, Y e RAO, V. B. Tropical Cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**. 55, 203-207. 1977.

WAGNER, R.G. Mechanisms controlling variability of the interhemispheric sea surface temperature gradient in the tropical Atlantic. **J. Climate**, v. 9, p. 2010-2019, 1996.

WARD, M. N., FOLLAND, C.K. Prediction of seasonal rainfall in the north nordeste of Brazil using eigenvectors of sea-surface temperature. **Int. J. Climat.**, v. 11, p. 711-743, 1991.

WILBY, R. L.; WIGLEY, D. C.; JONES, P. D.; HEWITSON, J. M.; WILKS, D. S. Statistical downscaling of general circulation model output: a comparison of methods. **Water Resources Research**, v.34, p. 2995-3008, 1998.

WIGLEY, T. M. L.; JONES, P. D.; BRIFA, K. R.; SMITH, S. "Obtaining sub-grid-scale information from coarse-resolution General Circulation Model output". **J. Geophys. Res.**, v.95, p. 1943-1953, 1990.

WILKS, S.D. Statistical Methods in the atmospheric sciences. London, **Academic Press**. 464p. 1995.