

# As estações do ano e a incidência do dengue nas regiões brasileiras

Paulo Cesar de Holanda Furtado; Izabel Cristina Alcantara de Souza; Ronei Marcos de Moraes

**Resumo** — **Divulga-se que o período de maior incidência do dengue no Brasil ocorre no verão, porém existem evidências, como estudos realizados na Paraíba, que o dengue ocorre com maior frequência na estação do outono. Para verificar este comportamento no resto do país e comparar o comportamento das estações do ano nas várias regiões, utilizou-se o coeficiente de incidência hospitalar do dengue por município, nos anos de 1998 a 2003. Utilizaram-se os testes: de Friedman, para determinar a provável diferença entre as estações do ano; o de Wilcoxon, para verificar a provável diferença entre duas estações do ano; Kruskal-Wallis, para determinar a provável diferença entre as regiões; de Mann-Whitney, para verificar a provável diferença entre duas regiões. Utilizaram-se também mapas coropléticos na identificação de padrões espaciais da incidência do dengue ao longo das estações do ano.**

**Palavras-chave** — Saúde pública, dengue, estações do ano.

## I. INTRODUÇÃO

O dengue é uma doença infecciosa, causada por vírus, que atualmente apresenta variações do tipo 1, 2 e 3 no território brasileiro. O tipo 4 ainda não foi encontrado no país, embora já esteja presente na América do Sul. O dengue é uma das principais doenças tropicais existente hoje no mundo, motivando estudos no combate a doença e seu principal agente transmissor, o mosquito *Aedes aegypti* [1]. O *Aedes aegypti* chegou ao Brasil trazidos pelos navios negreiros e foi erradicado do país na década de 50, em uma campanha de combate a febre amarela. No fim da década de 70 foi detectada sua presença nas principais metrópoles. Atualmente o mosquito é encontrado em mais de 4000 municípios brasileiros [2].

No estado da Paraíba, entre os anos de 1998 e 2002, o aumento do número de casos do dengue ultrapassou a casa dos 1000% [3]. O dengue na Paraíba ocorre com maior frequência geralmente entre os meses de abril e junho [4]. Os estudos feitos no estado, até então, levam em consideração o total de casos no período [5]. Pretende-se verificar se o comportamento do dengue no país corresponde ao que é divulgado. Para isto, realizou-se uma análise municipal e regional da incidência hospitalar do dengue no Brasil,

Paulo Cesar de Holanda Furtado – bolsista DTI-CNPq, paulofurt@yahoo.com.br, Izabel Cristina Alcantara de Souza – bolsista DTI-CNPq, izabelpb@ibest.com.br, Ronei Marcos de Moraes – coordenador do Projeto, ronei@de.ufpb.br, Departamento de Estatística / UFPB, Cidade Universitária, s/n. 58.051-900, João Pessoa/PB, Tel. +55-83-216-7075, Fax. +55-83-216-7117.

Este trabalho tem suporte do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Nacional – CNPq (bolsas), Universidade de São Paulo – USP (cooperação). Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (financeiro), pelo Projeto No. CNPq-501584/2003-0.

segundo as estações do ano, correspondentes ao período de 1998 a 2003. Para efeito de simplificação, em alguns momentos, será utilizada a expressão "incidência do dengue", para se referir ao coeficiente de incidência hospitalar do dengue.

## II. METODOLOGIA

O coeficiente de incidência hospitalar do dengue pode ser definido como (1):

$$C = \left( \frac{I}{pop} \right) \cdot 10.000 \quad (1)$$

onde:  $I$  representa o número de internações hospitalares em um município, em uma determinada estação do ano, e  $pop$  a população deste município na data meio da estação do ano [6]. Para o cálculo deste coeficiente utilizou-se o número de internações hospitalares por município e a população residente estimada por município, colhidos no *site* do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS – do Ministério da Saúde [7]. A população residente estimada por município é obtida no DATASUS em períodos anuais. Porém, este estudo não pode utilizar essa informação diretamente, pois nos cálculos do coeficiente de incidência hospitalar do dengue usa-se a população residente na data meio do período (estação). O método de projeção adotado foi o Exponencial (Geométrico) [6], que supõe que a população apresenta um crescimento geométrico, e que também é adotado pelas fontes dos dados utilizados. A expressão (2) apresenta a equação geral do método de projeção Geométrico.

$$\Pr(t + \Delta t) = \Pr(t)r^{\Delta t} \quad (2)$$

onde  $t$  representa a data base,  $\Delta t$  é o intervalo de tempo entre a data base e a data de projeção e  $r$  (3) é a taxa de crescimento da população [6] [8].

$$r = \exp \left( \frac{1}{\Delta t} \ln \left( \frac{\Pr(t + \Delta t)}{\Pr(t)} \right) \right) \quad (3)$$

Para comparar populações que não possuem distribuições normais utilizam-se metodologias não paramétricas. As metodologias utilizadas neste trabalho foram os testes de Friedman, Wilcoxon, Kruskal Wallis e Mann-Whitney.

Utiliza-se o teste de Friedman para comparar duas ou mais populações relacionadas. Para realizar este teste, os dados devem ser dispostos em uma tabela de dupla entrada com  $n$

linhas (que representam os casos, “municípios”) e  $k$  colunas (que representam as populações a serem comparadas, “estações do ano”). A cada linha são atribuídos postos separadamente, que variam de 1 a  $k$ . O teste de Friedman determina a probabilidade de que as diferentes colunas de postos sejam equivalentes. Para aplicar o teste, calculamos o valor da estatística  $\chi^2$ , que tem distribuição aproximadamente qui-quadrado, com  $k-1$  graus de liberdade, e é dado por (4):

$$\chi^2_{k-1} = \frac{12}{n k (k+1)} \sum_{j=1}^k (S_j) - 3n (k+1) \quad (4)$$

onde  $S_j$  é a soma dos postos na coluna  $j$  [9].

O teste de Wilcoxon é aplicado para comparar duas populações relacionadas. Calculam-se as diferenças di's entre os escores dos pares de cada linha, e em seguida atribuem-se postos a todos as di's independentemente de sinal. Calculam-se dois somatórios, os dos postos correspondentes às di's positivos ( $D^+$ ) e os dos postos com di's negativas ( $D^-$ ). Os pares, onde a diferença di for igual a zero, são excluídos da análise. Portanto, m será o número de pares que apresentaram di  $\neq 0$  [9]. Se os grupos estudados são equivalentes, espera-se que os somatórios  $D^+$  e  $D^-$  sejam aproximadamente iguais. Em outras palavras, rejeita-se  $H_0$  quando  $D^-$  ou  $D^+$  for muito pequena. Para grandes amostras ( $m > 25$ ), a estatística do teste de Wilcoxon, denotada por  $T$  e definida como  $T = \min\{D^-, D^+\}$ , tem distribuição normal, com média e variância dadas por (5) e (6) respectivamente [9].

$$\mu_\tau = \frac{N(N+1)}{4} \quad (5)$$

$$\sigma_\tau^2 = \frac{N(N+1)(2N+1)}{24} \quad (6)$$

Utiliza-se o teste de Kruskal Wallis para comparar duas ou mais populações independentes [9]. O processo de realização deste teste tem início com a ordenação (em ordem crescente) do conjunto de valores da variável, onde cada observação recebe um posto correspondente. Em seguida, somam-se os postos de cada grupo,  $R_j$ , e calcula-se a estatística  $H$ , dada por (7). Esta estatística tem distribuição de probabilidade Qui-quadrado, com  $k-1$  graus de liberdades,  $gl=k-1$ , onde  $k$  é o número de populações,  $n_j$  é o número de casos em cada zona  $j$  e  $N = \sum n_j$ .

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{j=1}^K \left( \frac{R_j^2}{n_j} \right) - 3(N+1) \quad (7)$$

Para verificar diferenças entre duas populações independentes utilizou-se o teste não-paramétrico  $U$  de Mann-Whitney [9]. Seja  $n_1 = o$  número de casos no menor dos dois grupos independentes e o  $n_2 = o$  número de casos no maior. A estatística de prova  $U$  de Mann-Whitney é dada por (8).

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_j \quad (8)$$

onde  $R_j$  é a soma dos postos atribuídos ao grupo cujo tamanho de amostra é  $n_j$ .

Em todos os teste: Friedman, Wilcoxon, Kruskal Wallis e Mann-Whitney, o valor-p é probabilidade de que os grupos sejam iguais. Esta probabilidade determina a aceitação ou rejeição da hipótese de nulidade  $H_0$ , que tem o significado de similaridade entre os grupos em comparação.

### III. RESULTADOS

A partir das medidas descritivas e dos gráficos da variável coeficiente de incidência hospitalar do dengue nos municípios brasileiros, referente aos anos de 1998 a 2003, observou-se que, em todas as estações, a distribuição do dengue apresentou assimetria positiva, ou seja, as incidências do dengue estão concentradas próximo aos valores mais baixos. Observou-se, também em todas as estações, que muitos dos municípios não registraram casos. A Tabela I e a Fig. 1 mostram as medidas descritivas e o gráfico de histograma da incidência do dengue na estação do verão de 1998.

Como a análise exploratória das distribuições dos coeficientes de incidência hospitalar do dengue segundo as estações do ano não apresentou distribuição normal e as transformações usuais (logaritmo, raiz quadrada, raiz cúbica, etc.) não normalizaram essas distribuições, o uso de uma metodologia paramétrica é inadequado.

TABELA I  
MEDIDAS DESCRITIVAS DA INCIDÊNCIA HOSPITALAR DO DENGUE (POR 10.000 HAB) NO BRASIL NO ANO DE 1998

	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Nº de municípios	5.560	5.560	5.560	5.560
Média	0,057	0,213	0,076	0,058
Desvio Padrão	0,599	1,739	0,731	0,567
Mínimo	0	3,025	0,535	0,321
Quartil 1	0	0	0	0
Mediana	0	0	0	0
Quartil 3	0	0	0	0
Máximo	18,64	60,13	25,09	21,37

Fonte: Dados do Ministério da Saúde [7]

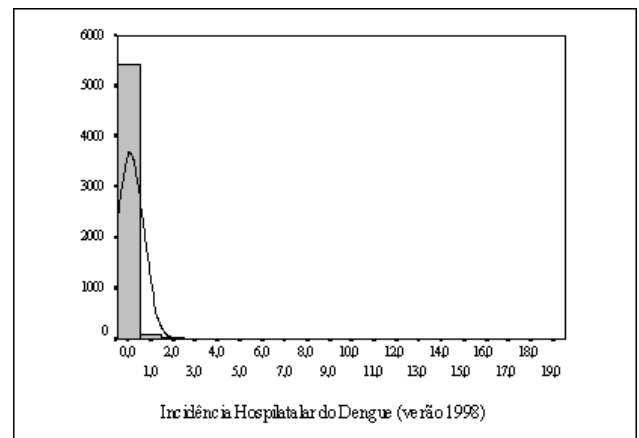


Fig. 1. Histograma do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no verão de 1998 dos municípios brasileiros.

Realizou-se uma análise de comparação múltipla entre as estações do ano, quanto ao coeficiente de incidência hospitalar do dengue, através do teste de Friedman. O teste de Friedman mostra que as estações do ano diferem significativamente, apresentando valor-p inferior a  $2,20 \times 10^{-16}$  em todos os anos. Como foi observada diferença significativa entre as estações do ano, aplicou-se o teste de Wilcoxon a fim de verificar diferenças entre duas estações, quanto a incidência do dengue. Segundo o teste de Wilcoxon os pares que são significativamente semelhantes são: verão-primavera no ano de 1998, verão-inverno no ano de 1999, inverno-primavera em 2000, verão-inverno e verão-primavera em 2001, onde os valor-p são respectivamente: 0,706; 0,683; 0,062; 0,035 e 0,325.

O teste de Kruskal Wallis foi utilizado para comparar as regiões brasileiras, quanto ao coeficiente de incidência hospitalar do dengue em cada estação do ano. O teste de Kruskal Wallis mostra que as estações do ano diferem significativamente, com valor-p inferior a  $2,20 \times 10^{-16}$  em todas as estações. Como ocorreram diferenças significativas nas regiões, aplicou-se o teste de Mann-Whitney a fim de verificar a diferença entre duas regiões em uma mesma estação do ano, quanto à incidência do dengue. Segundo o teste de Mann-Whitney não se rejeita a hipótese de igualdade apenas nos pares de regiões, descritos na Tabela II.

**TABELA II**  
DISTRIBUIÇÃO DOS VALOR-P DO TESTE DE MANN-WHITNEY  
SEGUNDO AS REGIÕES BRASILEIRAS

Estações	Regiões Geográficas			
	NO-NE	NO-CO	NE-CO	SD-CO
Verão de 1998	0,3374	0,3463	0,0408	0,1926
Outono de 1998		0,2672		0,1382
Inverno de 1998	0,0261	0,0765		
Primavera de 1998	0,1237	0,2689		
Verão de 1999	0,6371	0,4323	0,1508	
Outono de 1999	0,0316	0,0543		0,0657
Primavera de 1999	0,2645			
Verão de 2000				
Outono de 2000	0,7464	0,0178	0,0661	
Inverno de 2000	0,7134			
Primavera de 2000	0,0708			
Verão de 2001				0,0199
Outono de 2001	0,3323			
Primavera de 2001	0,4931			
Verão de 2002		0,1172		
Outono de 2002		0,3459		
Verão de 2003		0,0187		
Outono de 2003		0,0145		

A fim de verificar padrões espaciais na incidência do dengue no Brasil, fez-se uma comparação das estações em cada ano e ao longo dos anos, utilizando mapas coropléticos dos coeficientes de incidência hospitalar do dengue de acordo com as estações do ano.

Em 1998, verificou-se que na estação do verão, 452 municípios brasileiros, que corresponde a 8,13% do total dos municípios, registraram a incidência da doença. Destes 55,75% são da região Nordeste, 23,45% da região Sudeste, 11,50% da região Norte, 8,85% da região Centro Oeste e apenas 0,44% da região Sul.

Na estação do outono, a incidência do dengue ocorreu em 1046 municípios brasileiros, representando um aumento de

mais 130% em relação à estação do verão. Dentre os municípios onde foi registrada incidência dengue, o Nordeste contribui com 61,38%, enquanto que o Sul com apenas 2,10% dos municípios. A Fig. 2 mostra a distribuição da incidência do dengue na estação do outono de 1998.

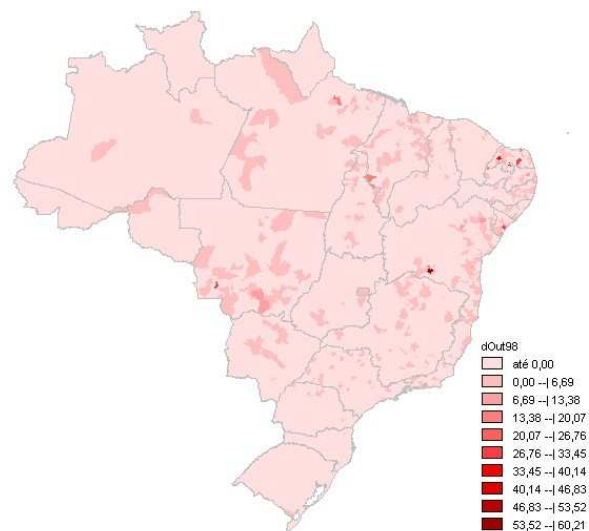


Fig. 2. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 1998.

Na estação do inverno, o número de municípios com incidência do dengue diminuiu quase à metade (554 municípios). Destes, 70,40% estão no Nordeste ao passo que apenas 0,72% são da região Sul. O Nordeste também é responsável pelos municípios com os maiores coeficientes de incidência hospitalar do dengue. Nove entre os dez maiores coeficientes de incidência hospitalar do dengue são de municípios nordestinos.

Na primavera, tanto o número de município com incidência do dengue (448) quanto o coeficiente de incidência hospitalar do dengue voltam aos patamares do verão. Como ocorreu nas outras estações, o Nordeste é responsável pela maioria dos municípios que tiveram incidência do dengue, 67,41%, e a região Sul contribui com a menor proporção, 0,45%.

No ano de 1999, o número de municípios com incidência do dengue aumentou no verão em relação ao verão do ano anterior (1998), passando a registrar 620 municípios. Isto representa um aumento de 11,15% nos municípios contaminados. No outono o aumento no número de municípios foi inferior ao ocorrido em 1998, passando para 788 o número de municípios com incidência do dengue. No inverno diminuiu para 598 municípios e na primavera para 482. A Fig. 3 mostra a distribuição da incidência do dengue na estação do outono de 1999.

Entre os municípios com incidência do dengue em 1999, o Nordeste continua sendo responsável pelo maior índice de municípios com incidência do dengue: 55,81% no verão, 61,68% no outono, 74,25% no inverno e 65,56% na primavera. Por outro lado, na região Sul registra-se as menores proporções de municípios com internação: 1,29% no

verão, 0,25 no outono, 0,67% no inverno e 0,41% na primavera.

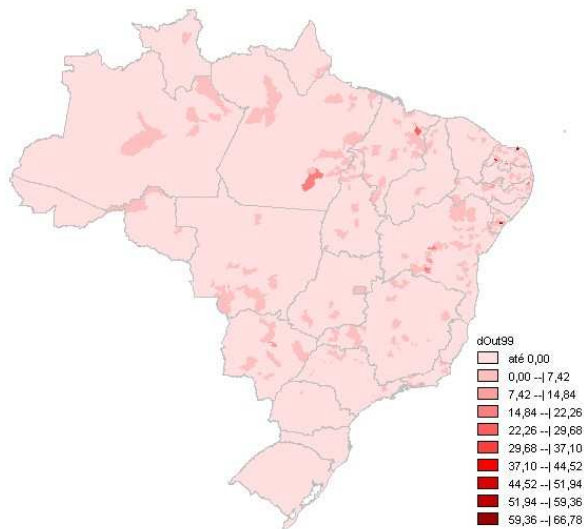


Fig. 3. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 1999.

No ano de 2000, um quinto dos municípios brasileiros (20,10%) registram a incidência do dengue na estação do outono, sendo portanto a estação com maior número de municípios contaminados desde 1998. A distribuição espacial da incidência do dengue em 2000 está apresentada na Fig. 4. Quando comparado com o ano de 1999, o número de municípios com incidência do dengue, aumenta aproximadamente em 40% nas estações do verão, outono e primavera, e 20% no inverno. Sendo assim, do ano de 1998 ao de 1999, a incidência do dengue passou de 620 para 868 no verão, de 788 para 1118 no outono, de 598 para 718 no inverno e de 482 para 676 na primavera.

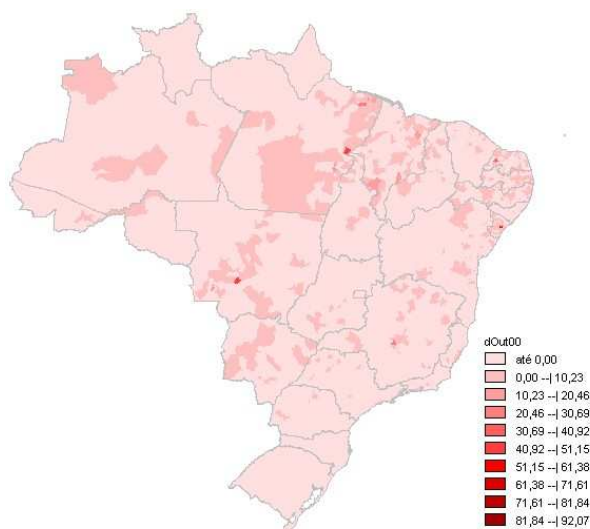


Fig. 4. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 2000.

Assim como nos anos anteriores, dos municípios que registraram incidência do dengue, mais da metade é nordestino (54,61% no verão, 60,47% no outono, 60,02% no inverno e 64,20% na primavera), enquanto o Sul é a região com menor número de municípios (1,84% no verão, 1,61% no outono, 1,39% no inverno e 0,59% na primavera). O outono é a estação com o maior número de municípios com incidência do dengue, atingindo 18,86% dos municípios nordestinos.

Em 2001, na estação do verão, o Brasil apresentou 1429 municípios com incidência do dengue, no outono 2066 municípios, no inverno 1560 e na primavera 1358. O que corresponde a um aumento, em relação ao ano anterior, de 64,63% (verão), 84,97% (outono), 117,27% (inverno) e 100,89% (primavera), na quantidade de municípios com incidência do dengue. No caso da estação do outono, 37,15% dos municípios brasileiros apresentaram incidência do dengue. A Fig. 5 mostra a distribuição da incidência do dengue na estação do outono de 2001.

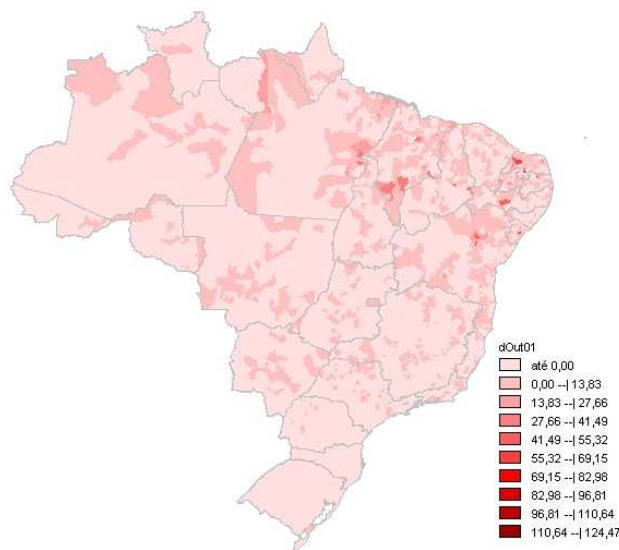


Fig. 5. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 2001.

No ano de 2002, observou-se que a quantidade de municípios com incidência do dengue (2976 municípios no verão, 3471 no outono, 2207 no inverno e 1833 na primavera) é maior que o verificado em 2001, ocorrendo em quase todo o país. A região Sul registra a menor proporção de municípios com incidência do dengue: 3,96% no verão, 4,04% no outono, 1,85% no inverno e 1,09% na primavera.

Registrou-se a presença da incidência do dengue em mais da metade dos municípios brasileiros nas estações do verão e outono, 53,52% e 62,42% respectivamente. Embora no inverno e primavera tenham ocorrido em proporções menores, 39,69% e 32,96% respectivamente, a quantidade de municípios com incidência da doença é maior, quando comparado aos anos anteriores, ou seja, 1833 e 2698 municípios, respectivamente. No outono, em 57,70% dos municípios nordestinos houve registro da incidência do

dengue. A distribuição espacial da incidência do dengue na estação do outono de 2002 pode se vista na Fig 6.

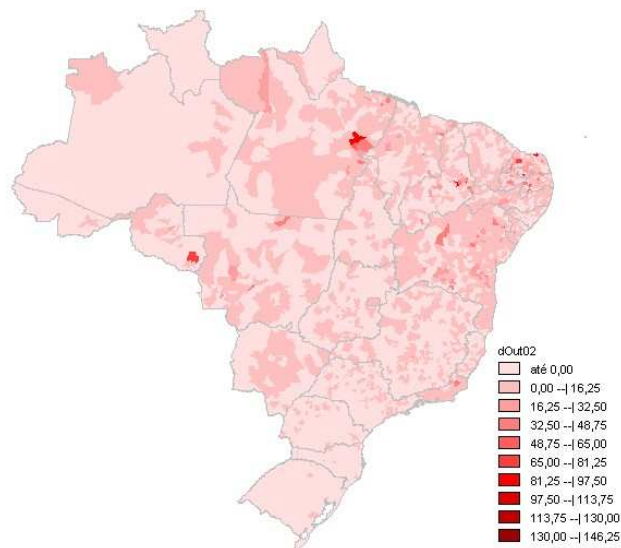


Fig. 6. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 2002.

Em 2003, embora o número de municípios tenha sido inferior ao registrado em 2002 (2698 no verão, 3171 no outono, 2160 no inverno e 1705 na primavera). No outono atingiu 57,02% dos municípios brasileiros. A Fig. 7 mostra a distribuição da incidência do dengue na estação do outono de 2003.

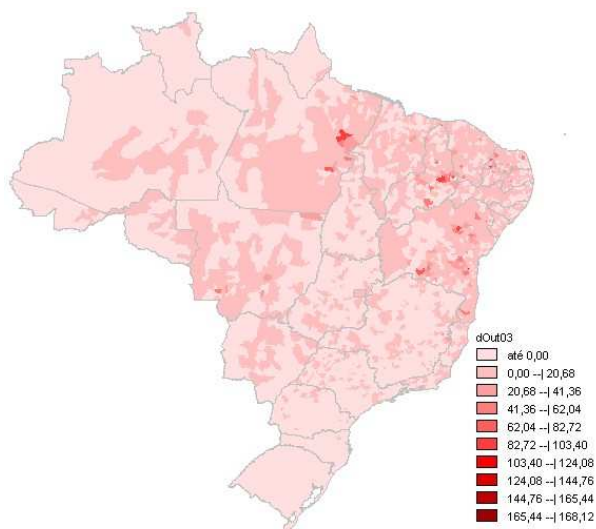


Fig. 7. Distribuição espacial do coeficiente de incidência hospitalar do dengue no Brasil na estação do outono de 2003.

O Nordeste é responsável pela maior proporção de municípios com incidência do dengue, chegando a atingir 56,64% dos municípios na estação do outono. Na região Sul o outono também é a estação onde ocorre incidência do dengue em mais municípios (2,86% dos municípios da região

Sul), só que a proporção de municípios com incidência do dengue é bem inferior ao registrado na região Nordeste (57,70% dos municípios nordestinos). O mesmo se observa no coeficiente de incidência hospitalar do dengue.

#### IV. CONCLUSÕES

Foi realizado um estudo da variável coeficiente de incidência hospitalar do dengue por estação no Brasil, nos anos de 1998 a 2003. Observou-se a existência de uma relação significativa entre a incidência do dengue e as estações do ano. O outono é a estação onde ocorrem os maiores coeficientes de incidência do dengue dentro do período estudado. Em todos os anos o outono também é a estação com maior número de município contaminado com incidência do dengue. Em 2002, no outono a incidência do dengue atinge quase dois terços dos municípios brasileiros (3471 municípios), sendo o nordeste com mais de 57% de seus municípios; a região Norte com 35%; o Centro Oeste com 30%; o Sudeste com 20% e a região Sul com 4,04%.

O Sul e Nordeste são, respectivamente, as regiões que apresentarem, em todo o período estudado, as menores e as maiores proporções de municípios. Na região Sul a maior contaminação atingiu apenas 4,04% de seus municípios, enquanto no Nordeste atingem mais de 57% de seus municípios. Quando se compara as regiões brasileiras, verifica-se que a incidência do dengue nas regiões Norte - Nordeste, devido ao fato de as regiões estarem na mesma latitude, e Norte - Centro Oeste, por terem condições climáticas semelhantes.

#### REFERÊNCIAS

- [1] A. E. A. COSTA, G. L. FERREIRA "Considerações sobre o dengue clássico e o hemorrágico". *Pharmacia Brasileira*, 2002. 3(30), p. 49-54.
- [2] P. L. TAUIL "Aspectos físicos do controle do dengue no Brasil". *Cad. Saúde Pública*, 2002. 18(3), p. 67-871.
- [3] P. C. H. FURTADO, I. C. A. SOUZA, R. M. MORAES "Análise especial dos casos notificados de dengue no Estado da Paraíba entre 1998 e 2002". In: Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, 4, *Anais ERMAC'2003*. João Pessoa, 2003. (in CD-ROM).
- [4] P. C. H. FURTADO, I. C. A. SOUZA, R. M. MORAES "Evolução do dengue no Estado da Paraíba no período de 1998 a 2002". In: Reunião Regional da Associação Brasileira de Estatística, 36, *Anais RRABE'2003*. João Pessoa, 2003. (in CD-ROM).
- [5] P. C. H. FURTADO, I. C. A. SOUZA, R. M. MORAES "Influência das estações do ano na incidência de casos de dengue no estado da Paraíba no período 1998-2003". In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde, 4, *Anais CBPAS'2004*. Santos: CBPAS, 2004. (in CD-ROM).
- [6] R. LOURENTE *Estatística de Saúde*. São Paulo: EPU, 1987.
- [7] Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS. Sistema de Informação de Saúde. Disponível em: <http://www.datasus.gov.br/>. Acesso em 15/03/2004.
- [8] M. SPIEGELMAN *Introduction to Demography*. Cambridge: Harvard University Press, 1969.
- [9] S. SIEGEL *Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil - Ltda, 1975.