

Ana Paula da Costa Resendes^INelson Artur Prado Rodrigues
da Silveira^{II}Paulo Chagastelles Sabroza^{III}Reinaldo Souza-Santos^{III}

Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue

Determination of priority areas for dengue control actions

RESUMO

OBJETIVO: Identificar áreas de risco de transmissão da dengue por meio da análise de cluster.

MÉTODOS: Foi realizado um estudo de agregados, tendo como unidades primárias de análise os 48 bairros do município de Niterói, RJ. Os bairros foram agrupados segundo condições sociodemográficas em seis estratos, segundo a técnica de análise de cluster por meio do método k-médias. Após a definição dos estratos foi realizado o cálculo da incidência da dengue por estrato para quatro períodos distintos: 1998 – 2000; 2001; 2002; 2003 – 2006.

RESULTADOS: A análise da incidência mostrou que as taxas para os três últimos períodos do estudo foram maiores no estrato 2.1, de piores condições de infraestrutura de serviços de saneamento e alto incremento populacional, e no estrato 3.1, onde há maior percentual de favelas. O estrato 1.2 apresentou a menor incidência e os melhores indicadores de saneamento e renda, além de um pequeno incremento populacional e menor proporção de favelas. As taxas de incidência em 2001 e 2002 foram elevadas na maioria dos estratos, exceto no estrato 1.2, cujos bairros apresentaram a menor heterogeneidade em relação aos indicadores utilizados. Em 2001, os estratos apresentaram altas taxas de incidência quando supostamente a imunidade de grupo havia se estabelecido para o sorotipo I, expressando a força de transmissão desse agente.

CONCLUSÕES: A técnica de análise de cluster possibilita o reconhecimento de áreas prioritárias, indicando aquelas onde ações de controle e vigilância da dengue devem ser aprimoradas, bem como melhorias estruturais que interfiram nas condições de vida e saúde da população do município.

DESCRITORES: Dengue, epidemiologia. Análise por Conglomerados. Fatores de Risco.

^I Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (ENSP). Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

^{II} Hospital Geral de Porto Alegre. Exército Brasileiro. Porto Alegre, RS, Brasil

^{III} ENSP. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Correspondência | Correspondence:
Ana Paula da Costa Resendes
Departamento de Endemias Samuel Pessoa
Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca
R. Leopoldo Bulhões 1480, Manguinhos
21041-210 Rio de Janeiro, RJ, Brasil
E-mail: aninha@ensp.fiocruz.br

Recebido: 18/2/2009

Revisado: 30/7/2009

Aprovado: 5/8/2009

Artigo disponível em português | inglês em
www.scielo.br/rsp

ABSTRACT

OBJECTIVE: To identify areas at risk of dengue transmission by means of cluster analysis.

METHODS: A cluster analysis in which the primary analysis units were the 48 districts of the municipality of Niterói, Southeastern Brazil, was conducted. The districts were grouped into six strata according to sociodemographic conditions, using the k-means cluster analysis method. After defining the strata, the incidence of dengue was calculated for each stratum in relation to four different periods: 1998 – 2000; 2001; 2002; 2003 – 2006.

RESULTS: The analysis on the incidence showed that the rates for the last three study periods were greatest in the stratum 2.1, which had the worst sanitation infrastructure conditions and high population increases, and in stratum 3.1, which had the highest percentage of shantytowns. Stratum 1.2 presented the lowest incidence and the best sanitation and income indicators, along with small increases in population and a low proportion of shantytowns. The incidence rates in 2001 and 2002 were high in most strata except for stratum 1.2, which had the districts with the least heterogeneity in relation to the indicators used. In 2001, the strata presented high rates of incidence when group immunity had supposedly become established for serotype I, thus expressing the transmission strength of this agent.

CONCLUSIONS: The cluster analysis technique made it possible to recognize priority areas. It indicated areas where the dengue control and surveillance actions needed to be improved, along with structural improvements that influenced the living conditions and health of the municipality's population.

DESCRIPTORS: Dengue, epidemiology. Cluster Analysis. Risk Factors.

INTRODUÇÃO

Diversas metodologias têm sido utilizadas na caracterização epidemiológica de endemias, visando à formulação de estratégias de controle. O uso de metodologias que melhor destaquem processos ambientais e sociais interferentes nos padrões de transmissão de doenças é de grande importância para adoção de medidas eficazes de prevenção e controle. Assim, a estratificação do espaço, segundo indicadores socioambientais, acrescida das informações relativas ao nível de endemicidade da área, constitui importante instrumento de apoio ao planejamento das ações de controle.^{4,7}

A distribuição do risco de exposição ao vírus da dengue, em relação às distintas situações sociais e econômicas, ainda é uma questão contraditória e que têm sido relacionada tanto a áreas onde residem populações sob precárias condições de vida,⁶ quanto àquelas em situações mais favoráveis.^{13,14}

É necessário conhecer as características demográficas e socioeconômicas das unidades territoriais na análise das diferentes situações em saúde, assim como dos seus grupos populacionais.⁸ Todos estes elementos caracterizam um território e embasam a estratificação territorial aplicada à vigilância em saúde.³ Essa proposta, contida no novo modelo de vigilância em saúde, é justificada pelo agravamento das desigualdades sociais associado à segregação espacial, que restringem o acesso da população a melhores condições de vida.⁹

As condições de Niterói, RJ, propiciam a transmissão do vírus da dengue. A circulação simultânea dos sorotipos 1 e 2 provocou importante epidemia em 1990-1991. Duas outras grandes epidemias ocorreram no município, uma em 2001 com a reintrodução do sorotipo 1 e outra em 2002 com a introdução do sorotipo 3.^b

^a Organización Panamericana de la Salud. Grupo Interdisciplinario de Estudios en Salud; Ministerio de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia de Situación de Salud Según Condiciones de Vida. La Habana; 1994.

^b Silveira NAPR. Distribuição territorial de dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz; 2005.

Grande parte dos estudos ecológicos em epidemiologia utiliza áreas político-administrativas, que representam recortes do espaço geográfico, para detecção de padrões de transmissão.² Contudo, elas nem sempre representam a realidade envolvida na dinâmica epidemiológica da doença.

Diante disso, a estratificação territorial permite dimensionar espacialmente os eventos por meio da agregação segundo homogeneidade de características e da desagregação dos territórios devido à heterogeneidade.³ Nesse sentido, trabalhos têm utilizado a análise de *clusters* na busca de padrões espaciais de eventos e caracterização de áreas homogêneas.^{3,6}

A análise do papel das populações humanas e da infestação pelo *Aedes aegypti* em cada território, considerando-se as condições socioeconômicas e do ambiente onde interagem, poderá contribuir para identificação do papel de cada um na manutenção da circulação viral, podendo acrescentar elementos ao debate das estratégias de prevenção.¹² Diante disso, o objetivo do presente estudo foi caracterizar áreas de risco de transmissão da dengue por meio de análise de *cluster*, segundo indicadores socioeconômicos e demográficos.

MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Niterói, região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Niterói é considerado município de médio porte, com área territorial de 131,5 km² e densidade demográfica de 3487,43 hab/km². A população estimada em 2007, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE^a), era de 475.000 habitantes. Os domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água eram em torno de 78%; aqueles ligados à rede de esgotamento sanitário eram cerca de 70%; e 81% eram servidos por coleta de lixo. A principal atividade econômica é o setor terciário de prestação de serviços.^b Ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de índice de desenvolvimento humano (IDH) e o primeiro lugar no ranking estadual.

Foi realizado um estudo ecológico de dados agregados, tendo como unidades primárias 48 bairros do município. Posteriormente esses bairros foram agrupados segundo condições sociais e demográficas em seis áreas (estratos).

Foi utilizado o método não-hierárquico de k-médias cuja proposta é classificar as unidades em certo número de *clusters*, definido previamente. Esta técnica parte

deste k-*clusters* movendo as unidades entre elas de forma que seja máxima a variabilidade entre os *clusters* e mínima dentro dos *clusters*, para obter os resultados mais significantes na análise de variância.¹

Foi gerada matriz de correlação dos 13 indicadores construídos com base nas variáveis do Censo Demográfico de 2000.^a Foram retiradas da análise multivariada duas variáveis que apresentaram forte correlação (coeficiente de correlação de Pearson superior a 0,9) com outras variáveis. Estas foram: proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com até três anos de estudo, que apresentou forte correlação com a variável proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até dois salários mínimos; e a variável densidade demográfica, que apresentou forte correlação com a densidade populacional na área útil.

A estratificação baseou-se na análise de 11 indicadores: proporção de domicílios particulares permanentes ligados à rede geral de água (ÁGUA); proporção de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo realizada por serviço de limpeza (LIXO); proporção de domicílios particulares permanentes ligados à rede geral de esgoto (ESGOTO); proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até dois salários mínimos (ATÉ2SAL); proporção de domicílios particulares permanentes do tipo apartamento (APART); densidade populacional na área útil por km² (2001) (DENSÚTIL); proporção de domicílios situados em favelas (FAV); proporção de domicílios particulares permanentes com mais de oito moradores (8MOR); proporção de pessoas residentes com mais de 70 anos de idade (70ANOSEMAIS); percentual da área útil situada acima da cota dos 40 m (2001) (PERAÚTILCOTA40), obtida pela classificação de imagem de satélite para os anos 1986 e 2001; incremento populacional (INCREM). Todas as variáveis foram normalizadas.

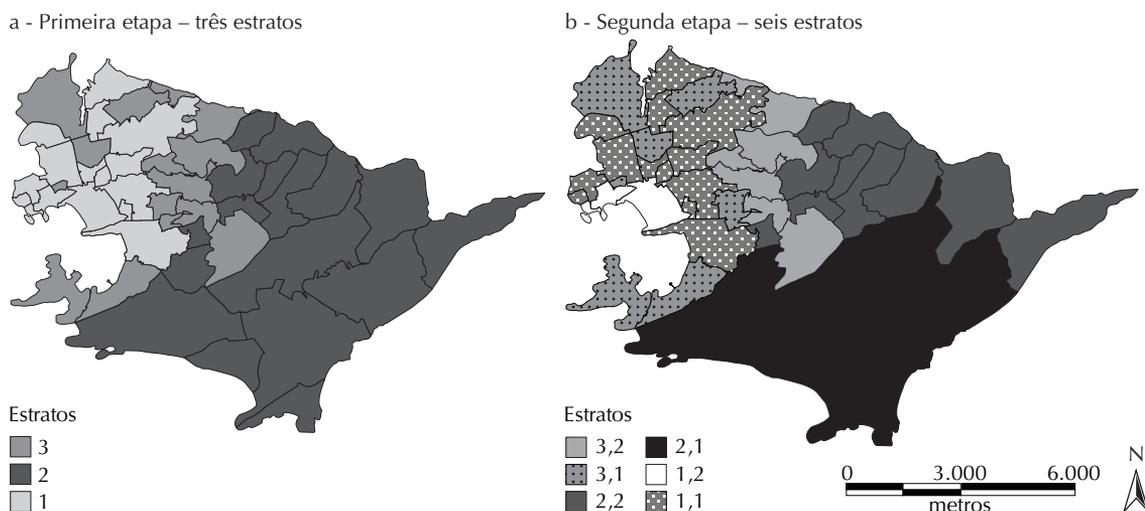
A escolha de variáveis procurou abranger aquelas descritas como macrodeterminantes sociais da dengue.^c A proporção de domicílios particulares permanentes com mais de oito moradores e a proporção de pessoas residentes com mais de 70 anos de idade foram utilizadas como indicadores de condições de vida. O percentual de área útil situada acima da cota dos 40 m e a densidade populacional na área útil foram utilizados por Silveira^d (2005) como indicadores de altitude e de urbanização, respectivamente.

^a Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro; 2000.

^b Prefeitura Municipal de Niterói. Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia. Perfil de uma cidade. Rio de Janeiro; 2000.

^c Organização Panamericana de Saúde. Diretrizes relativas à prevenção e ao controle da dengue e da dengue hemorrágica nas Américas: relatório da Reunião sobre Diretrizes para a Dengue. Washington;1991.

^d Silveira NAPR. Distribuição territorial de dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz; 2005.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro; 2000.

Figura 1. Estratos de bairros consolidados segundo indicadores de condições sociais e demográficos. Niterói, RJ, 2000.

A estratificação foi realizada em duas etapas. Na primeira foi feita análise de *cluster* com três estratos, na qual todas variáveis contribuíram de forma importante para o modelo geral. Na segunda etapa foi feita análise com dois estratos para cada estrato obtido na primeira, totalizando um conjunto de seis estratos. A justificativa para realização da segunda etapa da análise de *cluster* foram as diferenças constatadas em variáveis relevantes dentro de cada estrato obtido na primeira etapa (Tabela 1), além de alguns bairros pertencentes a um mesmo estrato ainda se apresentarem bastante heterogêneos em relação às variáveis analisadas.

A escolha dos estratos foi baseada em testes e retestes, sendo os seis estratos finais os que melhor representaram o evento estudado. Após definição dos estratos foi calculada a taxa de incidência da dengue por estrato para quatro períodos: I- (1998 a 2000) período endêmico após introdução do sorotipo 2 e antes da epidemia do sorotipo 1); II- (2001) período epidêmico de reintrodução do sorotipo 1; III- (2002) período epidêmico de introdução do sorotipo 3; e IV- (2003 a 2006) período endêmico, circulação do sorotipo 3 após sua epidemia de introdução. Os dados populacionais foram obtidos do Censo Demográfico de 2000 e de estimativas populacionais para os anos intercensitários.^a Para obtenção do número de casos de dengue foram excluídos registros em duplicidade e considerados somente casos com confirmação clínica e epidemiológica. Esses dados foram obtidos do Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) na Secretaria Municipal de Saúde de Niterói. Foi realizada análise de variância para verificar significância estatística das diferenças encontradas nas incidências entre estratos e entre os períodos de análise.

Os programas utilizados na análise foram Statistica 6.0 e MapInfo 6.0.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública (CEP/ENSP).

RESULTADOS

As principais características dos três estratos de bairros segundo condições sociais e demográficas, gerados na primeira etapa, mostram que o estrato 1 foi formado por bairros com baixo incremento populacional. Seus residentes possuíam melhores valores de renda, maior longevidade da população, melhores condições de infraestrutura de serviços de saneamento e alta proporção de habitações do tipo apartamento localizadas em áreas com elevada densidade populacional e pequena proporção de aglomerados subnormais. O estrato 2 caracterizou-se por bairros com elevado incremento populacional, cujos residentes apresentavam valores de renda intermediários e as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento. As habitações eram do tipo casas simples até as mais sofisticadas, localizadas em condomínios com baixa densidade populacional e pequena proporção de favelas. O estrato 3 foi composto por bairros com baixo incremento populacional, cujos moradores possuíam baixa renda, menor longevidade, condições de infraestrutura de serviços de saneamento intermediárias, porém com o menor percentual de lixo coletado por serviço de limpeza. As habitações eram do tipo casas simples, localizadas em áreas com densidade populacional média e presença habitações subnormais (Figura 1a e Tabela 2).

^a Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro; 2000.

Tabela 1. Variáveis relevantes intra-estrato. Niterói, RJ, 2000.

Análise de Variância			
Estrato	Variáveis relevantes	Teste F	p
Estrato 1	DENSUTIL	10,672	0,00
	LIXO	4,604	0,04
	APART	16,259	0,00
	ATÉ2SAL	16,335	0,00
	8MOR	12,975	0,00
Estrato 2	PERAUTILCOTA40	93,784	0,00
	ÁGUA	7,211	0,01
	DENSUTIL	4,019	0,06
	ATÉ2SAL	4,389	0,05
Estrato 3	PERAUTILCOTA40	29,256	0,00
	ESGOTO	20,292	0,00
	APART	4,374	0,05

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro; 2000. ÁGUA: prop. domicílios particulares ligados à rede de água; LIXO: prop. domicílios particulares com coleta de lixo; ESGOTO: prop. domicílios particulares ligados à rede de esgoto; ATÉ2SAL: prop. responsável pelos domicílios particulares com rendimento de até dois salários mínimos; APART: prop. domicílios tipo apartamento; DENSUTIL: densidade populacional na área útil por km²; FAV: prop. domicílios em favelas; 8MOR: prop. domicílios particulares com mais de 8 moradores; 70ANOSEMAIS: prop. residentes acima de 70 anos de idade; PERAUTILCOTA40: % área útil acima dos 40 m; INCREM: incremento populacional.

Os maiores coeficientes de incidência de dengue para os quatro períodos foram encontrados no estrato 2. Esta área apresentou, para cada período, coeficiente de incidência 1,34, 2,27, 1,24, 1,72 vezes maior que aquele calculado para o município de Niterói (Tabela 3).

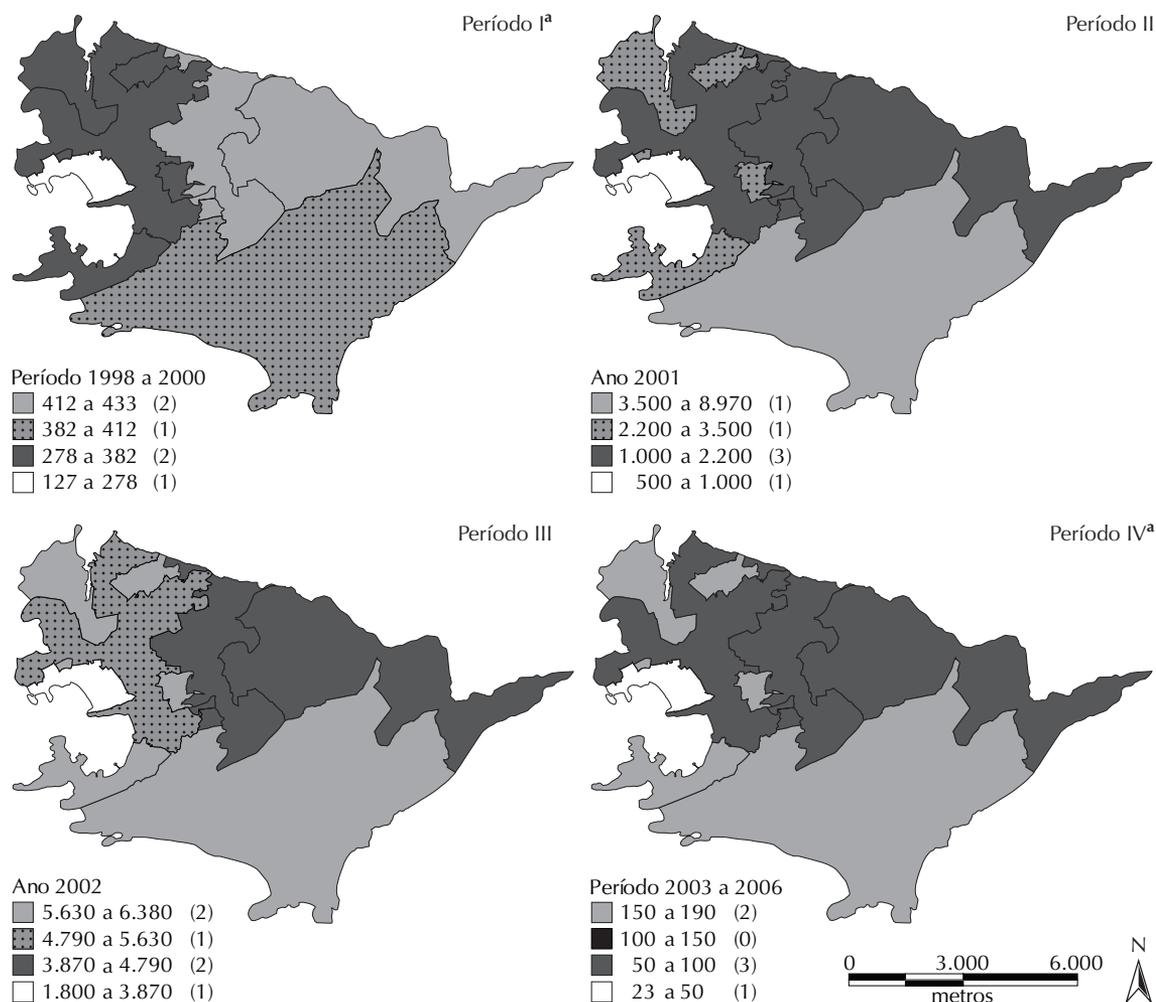
As principais características dos seis estratos de bairros segundo condições sociais e demográficas gerados na segunda etapa mostram que o estrato 1.2 foi composto por bairros que apresentavam os

indicadores de renda, de proporção de residências do tipo apartamento, de proporção de coleta de lixo e de densidade populacional na área útil superiores aos do estrato 1.1; o estrato 2.1 caracterizou-se por bairros com incremento populacional e renda superiores aos do estrato 2.2 e menor infra-estrutura de rede geral de água e proporção da área útil situada acima da cota 40 m; o estrato 3.1 compunha-se de bairros com os indicadores de proporção de favelas e de condições de infra-estrutura de serviços de saneamento superiores

Tabela 2. Indicadores de condições sociais e demográficos intra-estrato. Niterói, RJ, 2000.

ESTRATO	ÁGUA	ESGOTO	LIXO	APART	ATÉ2SAL	70 ANOS E MAIS	8MOR	INCREM	FAV	PERAUTILCOTA40	DENS ÚTIL
1	98,10	94,57	91,30	64,64	12,90	8,47	0,73	0,46	5,81	15,42	16.941,40
1.1	97,32	91,70	87,27	48,86	18,01	7,29	1,01	0,52	6,55	16,92	13.908,92
1.2	99,39	99,28	97,92	90,57	4,50	10,56	0,26	0,17	2,60	8,89	30.082,13
2	21,76	15,49	81,89	1,50	23,50	3,84	1,46	5,78	4,41	54,07	6.424,35
2.1	3,73	8,31	85,74	1,81	18,03	3,88	1,48	7,90	6,31	6,14	4.571,61
2.2	49,42	26,52	75,97	1,02	31,91	3,77	1,45	4,29	3,08	87,63	7.721,26
3	71,36	61,89	54,97	5,15	39,96	4,02	1,96	-1,10	27,22	56,09	13.459,14
3.1	88,98	79,99	62,79	7,98	37,02	4,51	1,99	-1,57	38,25	26,95	14.827,06
3.2	50,43	40,39	45,68	1,79	43,46	3,44	1,93	-0,55	14,62	89,38	11.895,80

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000: resultados preliminares. Rio de Janeiro; 2000. ÁGUA: prop. domicílios particulares ligados à rede de água; LIXO: prop. domicílios particulares com coleta de lixo; ESGOTO: prop. domicílios particulares ligados à rede de esgoto; ATÉ2SAL: prop. responsável pelos domicílios particulares com rendimento de até dois salários mínimos; APART: prop. domicílios tipo apartamento; DENSUTIL: densidade populacional na área útil por km²; FAV: prop. domicílios em favelas; 8MOR: prop. domicílios particulares com mais de 8 moradores; 70ANOSEMAIS: prop. residentes acima de 70 anos de idade; PERAUTILCOTA40: % área útil acima dos 40 m; INCREM: incremento populacional.



^a Taxa de Incidência Média

Fonte: Sistema Nacional de Agravos de Notificação.

Figura 2. Taxa de incidência da dengue (100.000 habitantes) para cada período de análise. Niterói, RJ, 2000.

ao estrato 3.2 e menor proporção da área útil situada acima da cota 40 m (Figura 1b e Tabela 2).

Comparando os coeficientes de incidência da dengue calculados na primeira etapa (três estratos) com os calculados na segunda etapa (seis estratos), observa-se que as taxas na segunda etapa são mais diferenciadas e com maior variação entre estratos (coeficiente de variação mais elevado). Os resultados da análise de variância mostram significância ($p < 0,10$) das diferenças encontradas nas incidências entre períodos ($p = 0,00$) e entre estratos ($p = 0,06$). A análise da incidência segundo os indicadores utilizados mostrou que as taxas para os três últimos períodos do estudo foram maiores nos estratos com as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento e alto incremento populacional (estrato 2.1) e elevado percentual de favelas (estrato 3.1). Além disso, a maior taxa de incidência da dengue encontrada no estrato 2 na primeira etapa

deve-se principalmente a esta área de periferia urbana de expansão (estrato 2.1). O estrato 1.2 apresentou durante todo o período do estudo a menor taxa de incidência e os melhores indicadores de saneamento e renda, além de pequeno incremento populacional e menor proporção de favelas. O segundo estrato que apresentou o menor risco de transmissão da dengue nos anos epidêmicos foi o estrato 2.2. As taxas de incidência em 2002 foram elevadas na maioria dos estratos, exceto no 1.2. Além disso, houve aumento substancial da incidência em 2002 na maioria dos estratos, exceto no 2.1 (Figura 2 e Tabela 3).

DISCUSSÃO

No presente estudo, o nível de agregação utilizado foi o estrato sociodemográfico e o mais homogêneo foi o 1.2. (constituído de somente três bairros). Todos os outros

Tabela 3. Casos e taxa de incidência da dengue (100.000 habitantes) por estrato e período. Niterói, RJ, 1998-2006.

Estrato	1998 – 2000 ^a		2001		2002		2003 – 2006 ^a	
	Casos	Incidência	Casos	Incidência	Casos	Incidência	Casos	Incidência
1	1.866	236,63	4.278	1.637,13	9.668	3.710,09	448	43,25
1.1	1.508	296,74	3.368	2.015,10	7.964	4.795,76	359	54,88
1.2	358	127,66	910	966,31	1.704	1.802,73	89	23,32
2	1.040	394,18	5.994	6.165,11	5.553	5.420,27	667	141,66
2.1	602	382,15	5.329	8.967,97	4.040	6.376,67	568	189,29
2.2	438	412,00	665	1.759,17	1.513	3.870,28	99	57,97
3	1.109	349,04	2.281	2.188,85	5.105	4.933,82	464	113,81
3.1	477	278,06	1.280	2.281,27	3.135	5.637,18	350	160,60
3.2	632	432,33	1.001	2.081,05	1.970	4.116,47	114	60,07
Niterói	4.015	293,03	12.553	2.712,72	20.326	4.357,08	1.579	82,49

^a Taxa de Incidência Média

Fonte: Sistema Nacional de Agravos de notificação.

estratos apresentaram bairros com certa heterogeneidade de características socioeconômicas e demográficas.

Segundo Machado et al⁸ (2007) os casos de dengue ocorrem principalmente em áreas heterogêneas, definidas como um determinado espaço geográfico com convivência de diversos estratos socioeconômicos em uma mesma região, favorecedoras da difusão e da manutenção da dengue. Sabroza et al¹⁰ (1992) afirma que a maneira como os espaços são ocupados por populações de diferentes estratos socioeconômicos pode torná-los vulneráveis e criar condições favorecedoras para produção e reprodução de doenças.

A análise da taxa de incidência, de acordo com os estratos de condições de vida, mostrou que as taxas para os três últimos períodos estudados foram maiores no estrato 2.1, de menores condições de infra-estrutura de serviços de saneamento e alto incremento populacional e no estrato 3.1, de maior percentual de favelas. Portanto, os estratos 2.1 e 3.1 se destacam como as áreas prioritárias para ações de controle da dengue. Por outro lado, bairros do estrato 1.2 apresentaram a menor heterogeneidade em relação aos indicadores utilizados e a menor taxa de incidência e os melhores indicadores de saneamento e renda, além de um pequeno incremento populacional e uma menor proporção de favelas, corroborando assim com Machado et al⁸ (2007).

A epidemia do sorotipo 1 em 2001 concentrou-se no estrato 2.1 (área de intensa especulação imobiliária), com grande crescimento populacional, incremento do valor da terra e residências de população de classe média alta, com renda e escolaridade acima da média do município.^a As altas taxas de incidência observadas nos estratos em 2001 foi um achado inesperado, quando, supostamente, a imunidade de grupo havia

se estabelecido para o sorotipo 1 no período anterior. Provavelmente, tanto as características socioambientais do município, quanto o grau de imunidade ainda baixo da população, foram relevantes para o comportamento epidêmico encontrado nesse ano.

Para melhor entendimento de como o grau de imunidade da população modula a transmissão em áreas urbanas, são necessários estudos sorológicos específicos para cada um dos tipos de vírus de dengue. Todavia, estes estudos ainda não foram realizados na região.

Na epidemia do sorotipo 3 em 2002 um importante fator que pode ter propiciado a explosão de casos foi a suscetibilidade da população para este tipo de vírus de introdução recente, uma vez que a imunidade individual ou coletiva não é permanente. Os níveis de incidência aumentam se um novo vírus for introduzido ou se houver um declínio da imunidade coletiva ao vírus circulante.¹¹ Isto explicaria a magnitude e a difusão da epidemia em Niterói, com incidência bem superior à anterior e distribuição mais homogênea entre os estratos: com predominância no estrato 2.1, coeficiente elevado no 3.1 e um pouco menores nos 1.1 e 3.2. O estrato 2.2 foi menos atingido, apesar de características propícias a transmissão, sugerindo menor vulnerabilidade, em parte, possivelmente explicada por uma relativa proteção devido à persistência de cobertura vegetal importante^a e poucos habitantes por área útil. Essas características são desfavoráveis para que um vetor adaptado ao ambiente urbano como o *Aedes aegypti* aumente sua densidade populacional.

A associação entre risco de transmissão da dengue e condições socioeconômicas e ambientais é uma questão a ser analisada mais profundamente, considerando a realidade de cada município. É importante que sejam

^a Prefeitura Municipal de Niterói. Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia. Perfil de uma cidade. Rio de Janeiro; 2000.

analisadas as relações espaciais entre transmissão da dengue e outras variáveis, como: o grau de imunidade da população, a efetividade das medidas de controle, o grau de infestação pelo vetor, os hábitos e comportamentos da população, entre outros.

As diferentes associações encontradas em diversos estudos sobre a ocorrência da dengue e condições socioeconômicas e ambientais podem estar relacionadas ao tipo de agregação utilizada (setor censitário, bairro, distritos e/ou municípios) e ao tipo de dado utilizado (dados primários ou secundários). Quanto ao tipo de agregação utilizada, os diferentes resultados obtidos segundo recortes espaciais são chamados de problema da unidade de área modificável. A agregação de dados epidemiológicos e demográficos em unidades maiores reduz o efeito de instabilidade de taxas, porém, essa agregação pode falsear informações, construindo grandes médias que encobrem diferenciais internos.⁵ Quanto aos dados secundários obtidos dos sistemas oficiais de notificação, em geral, estes sistemas registram casos que buscam assistência médica nos serviços públicos, mais freqüentados pela população de baixa renda, não incluindo grande parte dos casos que ocorrem em áreas da cidade com melhores condições de vida, o que pode levar a distorções no conhecimento da circulação do vírus da dengue.¹²

A transformação do espaço geográfico e a dinâmica social aparecem como fatores fundamentais na produção da dengue em Niterói. Os processos histórico-sociais, a transformação do espaço geográfico, entre outros fatores, determinam as condições de vida local. A urbanização não-planejada, alto crescimento demográfico, intermitência no abastecimento de água, irregularidade na coleta de lixo, intensa movimentação de pessoas, aliadas à falta de efetividade das medidas de controle, são fatores que favorecem a manutenção da endemia e a ocorrência de importantes epidemias em Niterói.

As unidades espaciais normalmente usadas em estudos epidemiológicos, tais como bairros, municípios e estados, são decorrentes da forma de agregação dos dados nos sistemas de informação. Contudo, os processos tanto ambientais quanto sociais, que promovem ou restringem situações de risco à saúde, não estão limitados a estas fronteiras político-administrativas. A abordagem ecossistêmica em saúde pública carece do desenvolvimento de metodologias capazes de identificar e agir sobre determinantes sociais e ambientais. A escolha de unidades espaciais de agregação de dados que melhor destaquem processos sociais e ambientais pode permitir a apreensão desses processos que ocorrem em escalas diferentes da divisão político-administrativa.²

A maioria dos estudos ecológicos em epidemiologia utiliza as divisões político-administrativas como unidade de análise e verificação dos padrões de transmissão de doenças *a posteriori*. Entretanto, no presente trabalho, buscou-se identificar áreas de maior transmissão da dengue com base na agregação em áreas construídas *a priori*, fundamentadas em critérios ambientais, socioeconômicos e demográficos.

Segundo Silveira^a (2005), a instabilidade de indicadores de freqüência de doenças em unidades territoriais com populações pequenas, setores censitários, bairros urbanos, localidades rurais e mesmo municípios com menos dez mil habitantes, tem trazido problemas para as análises estatísticas de dados consolidados nestes níveis de agregação, levando à utilização das estatísticas bayesianas. Outra alternativa, utilizada no presente estudo, é a consolidação de dados em estratos descontínuos, comumente definidos por indicadores socioeconômicos e/ou ambientais.

Portanto, a metodologia empregada mostrou-se útil para vigilância e para investigações epidemiológicas. A identificação de padrões de ocorrência de doenças – segundo distribuição de fatores que propiciam o aparecimento, a distribuição e o comportamento dos agravos que afetam a saúde da população – facilita o planejamento e desenvolvimento de intervenções mais eficazes. Porém, devem-se utilizar, também, outras variáveis (que retratem o perfil imunológico da população e variáveis ambientais), e procedimentos metodológicos complementares (construção de indicadores sintéticos de risco, modelagem espacial, entre outras) que permitam a análise mais aprofundada.

O presente trabalho apresenta algumas limitações. As informações socioeconômicas só estão disponíveis para os anos do Censo Demográfico. Outro aspecto foi a utilização de estimativas populacionais, calculadas considerando o crescimento geométrico, com taxa constante igual à observada no período 1996-2000. Além disso, a intensa mobilidade populacional para trabalho, estudo ou lazer dificulta a análise das áreas de maior transmissão da dengue, pois o indivíduo pode infectar-se em bairros vizinhos ou distantes. Uma possibilidade para lidar com esse problema seria analisar casos que ocorrem em crianças de até dez anos de idade, pois admite-se que nessa faixa etária esse tipo de mobilidade seja menor.

Além disso, os resultados de estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários decorrentes de notificação de doenças podem ser bastante influenciados pela sub- ou superestimativa de casos devido a erros de diagnóstico, problemas no acesso aos serviços de saúde e freqüência de infecções assintomáticas.¹²

^a Silveira NAPR. Distribuição territorial de dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz; 2005.

Ao reconhecer as áreas prioritárias em Niterói, o presente estudo indica para onde devem ser direcionados o aprimoramento das ações de controle e vigilância e

as melhorias estruturais que interferem nas condições de vida e saúde da população do município.

REFERÊNCIAS

1. Altman DG. *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall; 1991.
2. Barcellos C, Lammerhirt CB, Almeida MAB, Santos E. Distribuição da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. *Cad Saude Publica*. 2003;19(5):1283-92. DOI:10.1590/S0102-311X2003000500007
3. Batista Moliner R, Coutin Marie G, Feal Cañizares P, González Cruz R, Rodríguez Milord D. Determinación de estratos para priorizar intervenciones y evaluación en Salud Pública. *Rev Cuba Hig Epidemiol*. 2001;39(1):32-41.
4. Braga C, Ximenes RAA, Albuquerque MFPM, Souza WV, Miranda J, Brayner F, et al. Avaliação de indicador sócio-ambiental utilizado no rastreamento de áreas de transmissão de filariose linfática em espaços urbanos. *Cad Saude Publica*. 2001;17(5):1211-8. DOI:10.1590/S0102-311X2001000500021
5. Carvalho MS, Cruz OG. Análise espacial por micro-áreas: Métodos e experiências. In: Veras RP, organizador. *Epidemiologia: contextos e pluralidade*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 1998. p.79-89.
6. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev Saude Publica*. 1998;32(3):232-6. DOI:10.1590/S0034-89101998000300005
7. Flauzino RF, Souza-Santos R, Barcellos C, Gracie R, Magalhães M, Oliveira RM. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais. *Rev Saude Publica*. 2009;43(6):1035-43. DOI:10.1590/S0034-89102009005000064
8. Machado JP, Oliveira RM, Souza-Santos R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica*. 2009;25(5):1025-34. DOI:10.1590/S0102-311X2009000500009
9. Monken M, Barcellos C. Vigilância à saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas. *Cad Saude Publica*. 2005;21(3):898-906. DOI:10.1590/S0102-311X2005000300024
10. Sabroza PC, Toledo, LM, Osanaí CH. A Organização do espaço e processos endêmicos-epidêmicos. In: Leal MC, Sabroza PC, Rodrigues RH, Buss PM, editores. *Saúde, Ambiente e Desenvolvimento*. v.2. São Paulo: Hucitec; 1992. p.57-77.
11. Teixeira MA, Barreto ML, Guerra Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. *Inf Epidemiol SUS*. 1999;8(4):5-33.
12. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos P. Dinâmica de circulação do vírus da dengue em uma área metropolitana do Brasil. *Epidemiol Serv Saude*. 2003;12(2):87-97.
13. Vasconcelos PFC, Lima JWO, Rosa APAT, Timbó MJ, Rosa EST, Lima HR, et al. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soro-epidemiológico aleatório. *Rev Saude Publica*. 1998;32(5):447-54. DOI:10.1590/S0034-89101998000500007
14. Vasconcelos PFC, Lima JW, Raposo ML, Rodrigues SG, Rosa, JFST, Amorim SMC, et al. Inquérito soro-epidemiológico na Ilha de São Luís durante epidemia de dengue no Maranhão. *Rev Soc Bras Med Trop*. 1999;32(2):171-9. DOI:10.1590/S0037-86821999000200009

Os autores declaram não haver conflito de interesses.