

**MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SÉRGIO AROUCA
Doutorado em Saúde Pública**

**SENSORIAMENTO REMOTO E MODELAGEM ESPACIAL NOS ESTUDOS
DOS PROCESSOS
ENDÊMICO-EPIDÊMICOS EM ÁREAS URBANAS: O CASO DA DENGUE NO
MUNICÍPIO DE NITERÓI - ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PERÍODO 1998 A 2007**

Ana Paula da Costa Resendes

**Tese com vistas à obtenção do título de Doutor
em Ciências na Área de Saúde Pública**

Orientador: Dr. Reinaldo Souza dos Santos

Rio de Janeiro, agosto de 2010.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

“O tempo e o espaço são modos pelos quais pensamos e não condições nas quais vivemos”.

ALBERT EINSTEIN

**MINISTÉRIO DA SAÚDE
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA SÉRGIO AROUCA
Doutorado em Saúde Pública**

Doutorado em Saúde Pública

Tese intitulada:

**SENSORIAMENTO REMOTO E MODELAGEM ESPACIAL NOS ESTUDOS
DOS PROCESSOS
ENDÊMICO-EPIDÊMICOS EM ÁREAS URBANAS: O CASO DA DENGUE NO
MUNICÍPIO DE NITERÓI - ESTADO DO RIO DE JANEIRO**

**Apresentada por
ANA PAULA DA COSTA RESENDES**

**Banca examinadora composta pelos seguintes membros
Prof. Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro(Externo)
Prof. Dr. Roberto de Andrade Medronho (Externo)
Prof. Dr. Christovam de Castro Barcellos Neto (Interno)
Prof^a. Dr^a. Elizabeth Glória (Interno)
Prof. Dr. Reinaldo Souza dos Santos (Orientador)**

**Suplentes:
Prof. (Dr. Oswaldo G. Cruz)
Prof. (Dr. Valmir Laurentino)**

*Dedico este trabalho:
à minha irmã Elizabeth
e aos meus pais Manuel e Sonia
que me ensinaram a viver...
me apoiaram ...
e confiaram na minha capacidade...*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que torna toda as coisas possíveis. Que sempre esteve presente, fazendo da derrota uma vitória e da fraqueza uma grande força.

*“ ... Aqueles que passam por nós
não vão sós, não nos deixam sós,
deixam um pouco de si,
levam um pouco de nós...”
Antoine Saint-Exupéry*

Agradeço a todos que contribuíram, de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho, em especial:

Ao meu orientador, Prof. Dr. Reinaldo Souza dos Santos, pelas fundamentais palavras de incentivo, pela ajuda na resolução das dificuldades enfrentadas e pelo compartilhamento de seus conhecimentos e experiências.

Ao Professor Paulo Chagastelles Sabroza pelas discussões indispensáveis e esclarecimentos diversificados.

Ao meu marido, por todo amor e toda paciência dispensada durante esses anos.

A minha família por todo amor e por toda estrutura e segurança para que eu persistisse naquilo que almejava.

As minhas queridas amigas, pelo forte apoio psicológico durante o período dedicado ao doutorado, especialmente à Alessandra Godomiczer, Luciana Veiga Marrara Leite, Leila Maria Mattos de Farias e Andrea Sobral.

Aos amigos queridos Waldemir Vargas, Valdenir Soares e Paulo Basta por todo carinho e apoio.

Aos amigos do Laboratório de Vigilância de Monitoramento de Endemias pelo companheirismo e colaboração: Celina, Cecília, Sheila Fasca, Hélia Kawa, Amâncio, Michella, Lia e Daniel.

A amiga Virgínia Ragoni, pelo auxílio e esclarecimentos sobre sensoriamento remoto.

Ao amigo Guilherme Medina, por toda ajuda dispensada e conhecimento compartilhado.

A todos os amigos do Departamento de Endemias Samuel Pessoa que de alguma forma contribuíram para do desenvolvimento desse trabalho.

A Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca pelo excelente programa de pós-graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – pelo apoio financeiro recebido.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo analisar a distribuição da dengue, no período de 1998 a 2007, segundo indicadores socioeconômicos e ambientais, com a finalidade de identificar áreas prioritárias para ações de controle da dengue, utilizando para isso ferramentas de análise espacial e técnicas de modelagem estatística. O trabalho está apresentado em três artigos. O primeiro artigo teve como objetivo verificar a aplicação da metodologia de análise de *cluster* visando, a partir de indicadores socioeconômicos, caracterizar áreas prioritárias para ações de controle da dengue. No segundo, buscou-se através de classificação de imagem orientada a objetos identificar possíveis indicadores de “uso do solo” associados à dengue. E, no terceiro buscou-se mediante a utilização de análise espacial e modelagem estatística verificar a distribuição espacial da incidência da dengue e sua relação com as desigualdades socioespaciais nos setores censitários da região oceânica do município de Niterói. A metodologia de análise de *cluster* mostrou-se aplicável para o reconhecimento de áreas prioritárias para ações de controle da dengue em Niterói. Essas áreas apresentaram má condição de infraestrutura de serviços de saneamento, elevado incremento populacional e maior percentual de favelas. A classificação orientada a objetos nos traz novas perspectivas na construção de possíveis indicadores, oriundos da imagem de satélite, associados com a dengue. Os resultados mostram que a proporção de piscinas apresenta correlação com a incidência da dengue segundo setores censitários, sugerindo que a transmissão ocorre próxima as áreas residenciais. A modelagem estatística evidenciou que as taxas apresentam associação com as carências na infraestrutura de saneamento (maior proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água do tipo poço ou nascente na propriedade) e com a maior proporção de piscinas. O saneamento básico, especialmente o abastecimento de água, mostra-se insuficiente ou inadequado. As ações de prevenção

da dengue em Niterói demandam envolvimento de alguns setores da sociedade, no que tange à questão da melhoria das condições de habitação e saneamento. Esse trabalho reforça a importância do geoprocessamento e de métodos que incorporem a dependência espacial na análise da distribuição da dengue em Niterói.

Palavras-chave: Epidemiologia, Dengue, análise espacial, indicadores socioambientais, sensoriamento remoto e modelagem espacial

ABSTRACT

This study aimed to analyze the distribution of dengue between 1998 and 2007, according to socioeconomic and environmental indicators, with the aim of identifying priority areas for dengue control actions, making use of spatial analysis tools and statistics modeling techniques. The work is presented in three papers. The first article was to verify the application of the methodology of cluster analysis in order to, from socioeconomic indicators, characterize priority areas for dengue control actions. In the second, we attempted to sort through object-oriented image to identify possible indicators of "land use" associated with dengue. And third we sought through the use of spatial analysis and statistical modeling to determine the spatial distribution of dengue incidence and its relationship to socio-spatial inequalities in census tracts of the oceanic region of Niterói. The methodology of cluster analysis showed to apply for recognition of priority areas for actions to control dengue in Niteroi. These areas showed poor condition of infrastructure, sanitation services, high population growth and a higher percentage of slums. Classification object oriented brings new perspectives in the construction of possible indicators, derived from satellite image associated with dengue. The results show that the proportion of pools correlates with the dengue incidence according to census tracts, suggesting that transmission occurs near residential areas. The statistical modeling showed that the rates have association

with the shortcomings in sanitation infrastructure (higher proportion of permanent private households with water supply from wells or springs in such property) and the highest proportion of pools. The basic sanitation, especially water supply, proves inadequate or inappropriate. The actions of prevention of dengue in Niterói require the involvement of various sectors of society in regard to the issue of improving the conditions of habitation and sanitation. This work reinforces the importance of GIS and methods that incorporate spatial dependence in the distribution analysis of dengue in Niterói.

Keywords: Epidemiology, Dengue, spatial analysis, socio-environmental indicators, remote sensing and spatial modeling.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
APRESENTAÇÃO	1
INTRODUÇÃO	3
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
A DOENÇA, O AGENTE ETIOLÓGICO E O VETOR	7
ASPECTOS DA DENGUE NO BRASIL	9
ASPECTOS DA DENGUE NO RIO DE JANEIRO	11
O PROCESSO ENDÊMICO-EPIDÊMICO DA DENGUE EM NITERÓI	12
A TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO E A PRODUÇÃO DA DENGUE EM NITERÓI	15
A CATEGORIA ESPAÇO EM ANÁLISE DE SAÚDE	18
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL NO ESTUDO DE DOENÇAS E DE INSETOS VETORES	21
VANTAGENS E POTENCIALIDADES DO USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ÁREA DA SAÚDE	23
CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS	25
OBJETIVOS	30
ARTIGO 1 - <i>Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue</i>	31
ARTIGO 2 - <i>Extração de indicadores de “uso do solo” aplicados ao estudo da dengue no município de Niterói (RJ) - a partir de imagem Quickbird utilizando classificação orientada a objeto</i>	53
ARTIGO 3 - <i>Dengue e desigualdades socioespaciais na Região Oceânica município de Niterói</i>	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES	100
ANEXOS	108

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1	
Tabela 1. Variáveis relevantes dentro de cada estrato – primeira etapa	47
Tabela 2. Indicadores de condições sociais e demográficos segundo estrato – Niterói.	47
Tabela 3. Casos e taxa de incidência da dengue (100.000 habitantes) por estrato para cada período de análise – Niterói	48
ARTIGO 2	
Tabela 1 – Classes e regras de decisão para separação de características ambientais de Niterói.	62
Tabela 2 – Resultado da avaliação da classificação da imagem de satélite – Município de Niterói	66
Tabela 3- Matriz de correlação da incidência da dengue em Niterói – ano 2007 e variáveis extraídas da imagem de satélite (Coeficiente de <i>Pearson</i>).	66
ARTIGO 3	
Tabela 1 – Número de casos e incidência de dengue por 100 mil habitantes – Bairros da Região Oceânica de Niterói, 2007.	87
Tabela 2 - Análise da autocorrelação espacial da incidência de dengue e dos indicadores socioeconômicos e da correlação espacial entre a incidência de dengue e indicadores socioeconômicos. Setores censitários da Região Oceânica de Niterói, 2007.	88
Tabela 3 - Resultados da regressão linear múltipla e espacial da incidência de dengue em relação aos indicadores socioeconômicos – setores censitários da Região Oceânica e bairros de Itaipu e Engenho do Mato, Niterói, 2007.	89
Tabela 4 – Parâmetros das regressões da incidência de dengue em relação aos indicadores socioeconômicos – setores censitários dos bairros Itaipu e Engenho do Mato, Niterói, 2007	89

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1	
Figura 1. Estratos de bairros de Niterói consolidados segundo indicadores de condições sociais e demográficos.	48
Figura 2. Taxa de incidência da dengue por 100.000 habitantes para cada período de análise (segunda etapa) – Niterói	49
ARTIGO 2	
Figura 1 – Parâmetros utilizados no processo de segmentação	61
Figura 2 – Rede Semântica utilizada para classificação da imagem	70
Figura 3 – Resultado da Classificação	71
ARTIGO 3	
Figura 1 – Mapa de casos e estimativa de <i>Kernel</i> da taxa da incidência da dengue e variáveis explicativas para os setores da Região Oceânica e para os setores dos bairros de Itaipu e Engenho do Mato de Niterói, 2007.	90
Figura 2 – Mapa <i>LISA sig</i> da taxa da incidência da dengue nos setores da Região Oceânica de Niteroi, 2007.	91

ABREVIATURAS E SIGLAS

AEDE - Análise exploratória de dados espaciais

CAR - Modelo espacial condicional auto-regressivo

COVIG - Coordenação de Vigilância Epidemiológica do Município de Niterói

FHD/SCD - Febre Hemorrágica da Dengue / Síndrome do Choque por Dengue

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LIRAA - Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti*

LISA - Autocorrelação espacial local

NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

NOAA - *National Oceanic and Atmospheric Administration*

OMS - Organização Mundial da Saúde

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

SINAN - Sistema Nacional de Agravos de Notificação

SISFAD - Sistema de Informações sobre Febre Amarela e Dengue

SR - Sensoriamento remoto

SVS/MS - Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde

APRESENTAÇÃO

Esta tese é resultado do projeto “Sensoriamento remoto nos estudos dos processos endêmico-epidêmicos em áreas urbanas: o caso da dengue no município de Niterói - Estado do Rio de Janeiro”, apresentado para banca de qualificação em agosto de 2008.

A necessidade de prevenção e controle de doenças tem levado pesquisadores a buscar novas tecnologias que possibilitem auxiliá-los nessa tarefa. Os Sistemas de Informações Geográficas, a utilização de modelagem estatística espacial e o uso de sensoriamento remoto proporcionam novas opções para obtenção de dados e se apresentam como novas possibilidades metodológicas, trazendo novas perspectivas na caracterização das variáveis de interesse em estudos de endemias.

A maioria dos estudos que buscam associar a dengue a indicadores sociais, econômicos e ambientais não encontra associação estatística entre a variável dependente (incidência da dengue) e as variáveis independentes (Flauzino et al., 2009), mostrando a importância da construção de novos indicadores que podem ser construídos a partir de imagem de satélite. Além disso, os estudos que utilizam indicadores derivados de satélite no monitoramento de doenças são concentrados em áreas rurais. Diante disso, seria oportuno explorar o potencial do sensoriamento remoto na busca de novos indicadores em áreas urbanas e peri-urbanas.

Esta tese é composta por três artigos. No primeiro, “*Determinação de áreas prioritárias para ações de controle da dengue*” publicado na Revista de Saúde Pública, buscou-se verificar a aplicação da metodologia de análise de *cluster* visando, com base em indicadores socioeconômicos, caracterizar áreas segundo perfil de risco de transmissão da dengue. No segundo, “*Extração de indicadores de “uso do solo” aplicados ao estudo da dengue no município de Niterói (RJ) - a partir de imagem*”

Quickbird utilizando classificação orientada a objeto” buscou-se por meio de classificação orientada a objetos identificar possíveis indicadores de “uso do solo” associados a dengue. O terceiro, “*Dengue e desigualdades socioespaciais na Região Oceânica do município de Niterói*” teve como objetivo verificar a distribuição espacial da incidência da dengue e sua relação com as desigualdades socioespaciais nos setores censitários da região oceânica do município de Niterói, mediante a utilização de análise espacial e modelagem estatística.

O melhor entendimento do processo de transmissão da dengue em Niterói, levando em consideração a utilização de indicadores sociais, econômicos, demográficos e ambientais contribui com informações de importante relevância para ações de controle mais eficazes, cuja operacionalização pode resultar em uma maior eficiência no controle da doença.

Os resultados do estudo são uma pequena parcela da complexa relação existente entre fatores de ordem biológica, geográfica, ambiental, social, econômica, cultural e comportamental envolvidas na transmissão da dengue.

INTRODUÇÃO

A disseminação das endemias em ambientes urbanos é complexa e vem crescendo como resposta à urbanização e migração rural-urbana, ao aumento da densidade populacional e a ampliação das redes sociais. Nesse cenário surgem e ressurgem diversas endemias/epidemias que fortalecem a importância de um estudo ecológico das doenças infecciosas, observando fatores de risco ambientais e socioeconômicos. A forma heterogênea com que esses fatores são distribuídos determina padrões espaciais e temporais distintos na incidência das doenças (Werneck, 2000).

No estudo da ocorrência de doenças transmitidas por vetores tem sido cada vez mais comum o uso da abordagem ambiental. A acelerada dinâmica das relações e condições ambientais, decorrentes dos movimentos sociais e ecológicos, submete a coletividade a diferentes possibilidades de exposições a agentes, cargas e riscos, fase pretérita iniciante dos processos mórbidos (Tambellini et al., 1998). A análise ecológica de dados ambientais e epidemiológicos vem permitindo, mais que uma verificação de associações entre estes fenômenos, uma melhor compreensão do contexto em que se produzem os processos socioespaciais (Susser, 1994).

Nos dias atuais, a dengue constitui-se em um dos importantes problemas de saúde vividos pelos países em desenvolvimento. Incide em grandes centros urbanos, gera absenteísmo ao trabalho, reduz o fluxo de turismo, aumenta a demanda aos serviços de saúde e exige o dispêndio de grandes quantidades de recursos financeiros (Nobre, 1996).

Os principais fatores envolvidos para o seu surgimento são: a pressão demográfica, os padrões de comportamento social, associados às modificações

ecológicas e a reconhecida transformação dos sistemas de saúde do mundo, com redução dos recursos e da infraestrutura para controle das doenças (Schatzmayr, 2001).

A vigilância da dengue no Brasil é realizada através de dois principais sistemas de informação: o Sistema de Informações sobre Febre Amarela e Dengue (SISFAD), que registra as atividades de vigilância entomológica e o Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), que registra os casos confirmados e suspeitos da doença. Esses sistemas possuem lógicas e objetivos diferentes; dificultando o relacionamento entre seus dados. Essa vinculação é indispensável para verificar a presença simultânea de infestação pelo vetor e casos da doença, condição para o surgimento de surtos da dengue. Da mesma maneira, permitiria avaliar a efetividade dos programas de controle do vetor, isto é, verificar se a eliminação de focos tem como consequência a diminuição do número de casos (Barcellos et al., 2005).

Devido ao desenho desses sistemas, os indicadores sobre o vetor e doença só podem ser relacionados usando-se o município e, em alguns casos, o bairro, como unidade de agregação. Essas unidades espaciais possuem uma grande heterogeneidade interna e apresentam dimensões grandes demais para contemplar o objetivo de identificar e atuar sobre focos com poucos quilômetros de extensão. Além disso, é necessária que haja uma automatização no processo de entrada e cruzamento entre os dados entomológicos e epidemiológicos para que haja um alerta quase instantâneo quando da identificação da interseção entre a presença do vetor e casos suspeitos da doença (Barcellos et al., 2005).

Não se dispõe ainda hoje de uma vacina eficaz para uso preventivo contra a dengue, apesar de todos os esforços de pesquisa para a sua produção e desenvolvimento. Enquanto não se puder contar com esta medida de controle, o único elo vulnerável da cadeia epidemiológica é o vetor. A luta contra os mosquitos vetores deve estar orientada

para: a eliminação dos seus criadouros potenciais, que consistem em recipientes artificiais de água, como pneus usados expostos ao ar, depósitos de ferro velho descobertos, latas, garrafas e plásticos abandonados e limpeza de terrenos baldios; aplicação de larvicida em depósitos de água de consumo; uso de inseticida para as formas adultas do mosquito, durante os períodos de transmissão (Tauil, 2001).

É importante a incorporação de determinados hábitos no cotidiano das populações, como evitar potenciais reservatórios de água em quintais, troca periódica da água de plantas aquáticas, manutenção de piscinas com água tratada. A estratégia para alcançar estas metas inclui uma intensa mobilização comunitária, por todos os meios de comunicação modernos e um processo continuado e sustentado de educação em saúde. É verdade que os atuais meios de comunicação têm um poder muito grande de influenciar as pessoas e devem ser utilizados de forma oportuna e eficaz, a vida nas grandes e médias cidades tem trazido dificuldades para as ações de busca e combate aos vetores, pois, por razões de segurança, é cada vez mais difícil entrar em domicílios, quer em bairros pobres, quer em áreas ricas. A atividade de combate aos vetores é carente de mão-de-obra e os governos federal, estadual e municipal vêm limitando a contratação de pessoal permanente, essencial para uma ação prolongada (Tauil, 2001).

O controle do vetor apresenta muitos pontos críticos. Dois índices são mais usados para verificar a transmissão da dengue: o Índice de Infestação Predial (percentual de prédios encontrados com recipientes contendo água e larvas em relação ao número total de prédios examinados) e o de Breteau (percentual de recipientes encontrados com larvas em relação ao número total de prédios examinados). Nenhum deles é suficientemente capaz de medir a intensidade de infestação (Gomes, 1998).

Claro et al. (2004) em trabalho realizado com o objetivo de revisar estudos recentes acerca das concepções e atitudes das populações a respeito da dengue e de sua

prevenção, como forma de contribuir para as políticas e ações de controle da doença, observaram pouca efetividade das campanhas informativas tradicionais na mudança de comportamento das populações em relação ao controle da dengue, sugerindo que as estratégias educativas tradicionais, apesar de relativamente eficientes na transmissão de informações, não têm alcançado mudanças efetivas de comportamento. Estudos qualitativos, ao permitirem um aprofundamento na compreensão das atitudes envolvidas, revelam duas questões que parecem explicar, em sua maior parte, a pequena adesão populacional às estratégias de eliminação dos criadouros do vetor – as representações sobre a dengue e sobre os riscos associados aos mosquitos e as dificuldades em evitar a infestação de recipientes domésticos em função de problemas de saneamento nas comunidades.

A análise das condições socioeconômicas é importante para melhor entendimento de fenômeno de tal complexidade, porém não é suficiente. Deve ser dada especial atenção as formas como os grupos sociais experimentam essas condições e atuam sobre ela (Oliveira & Valla, 2001). Alguns grupos acabam por experimentar uma maior condição de receptividade a dengue representada, sobretudo, por características ambientais, sociais e comportamentais, que permitem a reprodução do vírus e sua manutenção nas comunidades (Sabroza et al., 1995).

O aprofundamento no conhecimento das condições de vida e das prioridades comunitárias, ao lado implantação de política de saneamento eficaz, regularização do abastecimento de água e difusão de informação localizada, parecem ser caminhos que apontam, não só para reduzir vulnerabilidades à dengue e outras doenças, como também para uma melhoria da qualidade geral de vida da população (Claro et al., 2004).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A DOENÇA, O AGENTE ETIOLÓGICO E O VETOR

A dengue é uma doença viral aguda, com duração de 5 a 7 dias, transmitida pelo mosquito, *Aedes aegypti*. Na etiologia da dengue estão envolvidos quatro sorotipos virais da família Flaviviridae, denominados Den-1, Den-2, Den-3 e Den-4.

A infecção apresenta-se desde a forma assintomática até quadros de hemorragia e choque, podendo evoluir, inclusive para o óbito. Na forma benigna, trata-se de uma doença incapacitante por, no mínimo sete dias, acarretando considerável comprometimento geral e conseqüentemente faltas ao trabalho e a escola, além dos custos da atenção clínica e laboratorial (Marzochi, 1987). Na dengue hemorrágica as manifestações clínicas iniciais são as mesmas da dengue clássica, porém evoluem rapidamente para sintomas hemorrágicos de gravidade variável. O caso típico é caracterizado por febre alta e fenômenos hemorrágicos que vão desde leves sangramentos gengivais às manifestações graves, como hemorragia gastrintestinal, intracraniana e derrames. Já os casos mais graves, diferenciam-se pelos sinais de insuficiência circulatória e choque, podendo levar o paciente a óbito, em 12 a 24 horas, ou à recuperação através de um tratamento antichoque apropriado (SMSF, 2003).

A circulação do vírus da dengue no ambiente deve-se ao hospedeiro humano infectado e ao vetor. As principais espécies envolvidas na transmissão da dengue são o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*.

No hemisfério ocidental, a principal espécie de transmissão é o *Ae. aegypti*, este se distribui amplamente nas regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre,

principalmente entre os paralelos 45° de latitude norte e 35° de latitude sul, não se adaptando bem a grandes altitudes (Gadelha & Toda, 1985).

Outro vetor transmissor da dengue no Sudeste Asiático, existente no Brasil desde 1986, é *Ae. albopictus*. Dessa forma, o *Ae. albopictus* passa a constituir-se numa nova possibilidade de integrar o elo na cadeia de transmissão da dengue nas Américas (Pontes & Ruffino-Neto, 1994).

O *Aedes aegypti* é um mosquito de hábitos domésticos, que pica durante o dia e tem preferência acentuada pelo sangue humano. Já o *Aedes albopictus* apresenta valência ecológica maior, dificilmente entra nas casas, podendo ser também encontrado em áreas rurais e de capoeiras, e não apresenta uma antropofilia tão acentuada quanto o *Ae. aegypti* (Tauil, 2001).

São cada vez maiores as evidências de que a ampliação das áreas de ocorrência de doenças transmitidas por vetores em vários continentes e seu agravamento tiveram, entre outros determinantes, o aumento da temperatura do planeta, especialmente nos últimos 100 anos. Outro fator climático importante na abundância de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* é a precipitação pluviométrica, a qual influi principalmente na densidade de criadouros devido ao aumento de recipientes artificiais e naturais com acúmulo de água no extradomicílio, nos períodos e locais com mais frequência e intensidade de chuva (Gubler, 1998).

O vírus da dengue tem sua propagação hoje grandemente facilitada pelo aumento espetacular da intensidade e velocidade do tráfego aéreo e terrestre. Rapidamente, ele pode ser transportado de uma cidade à outra, de um país a outro, de um continente a outro, no sangue de pessoas portadoras da infecção. O período de transmissibilidade, ou de viremia, é prolongado, pois o vírus pode ser detectado no

sangue desde um a dois dias antes do aparecimento dos sintomas, até oito dias após o seu início, facilitando assim sua disseminação pelo mosquito vetor (Gubler, 1997).

ASPECTOS DA DENGUE NO BRASIL

Os primeiros casos da dengue no Brasil foram relatados baseados em critérios clínicos, em Niterói, Rio de Janeiro, em 1923. Desse período até o início da década de 1980 não se observaram novas ocorrências no país (Pedro, 1923). Uma vez que o mosquito vetor, o *Aedes aegypti*, foi erradicado do Brasil e de mais 17 países das Américas nas décadas de 1950 e 1960 (Nogueira et al., 1999).

Na década de 80 observou-se a reemergência da dengue relacionada com a reinfestação pelo *Aedes Aegypti*, ocasionando epidemias em Boa Vista, Roraima, em 1981/1982, com circulação dos sorotipos 1 e 4 (Osanai, 1984) e na região metropolitana do Rio de Janeiro e seu vizinhos em 1986, onde o sorotipo 1 provocou uma epidemia de dengue clássica, que se iniciou na cidade de Nova Iguaçu e, posteriormente atingiu cidades de todas as regiões do Estado. (Schatzmayr et al., 1986). Em 1986, casos de dengue foram ainda observados em Alagoas e Ceará, onde foram notificados, respectivamente, 12.608 e 26.932 casos.

No ano seguinte houve epidemias em Pernambuco, na Bahia (em Ipujiara) e em Minas Gerais (em Pirapetinga), com circulação exclusiva do sorotipo 1. Após estas epidemias, o vírus da dengue propagou-se rapidamente por outras áreas do território brasileiro e, até meados de 1996, sua transmissão já foi registrada em 638 municípios de 18 Unidades Federadas (MS/FNS, 1996).

A detecção do sorotipo 2, em 1990, na cidade de Nova Iguaçu, foi seguida por uma epidemia no Estado do Rio de Janeiro, onde naquele ano e em 1991 os valores da

incidência atingiram 165,7 e 613,8 casos por 100.000 habitantes, respectivamente. Neste período, ainda no Rio de Janeiro, começaram a ocorrer os primeiros casos de dengue hemorrágico, que atingiram 1.316 notificações, das quais 462 com confirmação diagnóstica e oito óbitos (Teixeira et al., 1999).

A incidência da doença no país foi de 27,29 e 71,1 por 100.000 habitantes para os anos de 1991 e 1992. Ao final da década de noventa 23 Unidades Federadas já haviam registrado casos de dengue com circulação simultânea dos sorotipos 1 e 2 em 19 delas (Teixeira et al., 2002).

Em dezembro de 2000 foi isolado pela primeira vez o sorotipo 3 no município de Nova Iguaçu. Como esperado, inicialmente, o sorotipo 3 disseminou-se para as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e outros municípios e a seguir para cidades de diversas Unidades Federadas. Assim, a incidência de dengue clássico aumentou para o país, tendo sido de 254,4 e 446,0 por 100.000 habitantes, para os anos de 2001 e 2002, respectivamente. Este crescimento possivelmente se deve à circulação intensa do sorotipo 3, muito embora os dois outros sorotipos também tenham sido isolados no curso destas epidemias (Teixeira et al., 2002).

No período compreendido de 2003 a 2006 ocorreram 647.404 casos da doença no país (MS/SINAN). O ano de 2007 apresenta elevado número de casos, segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) o total de casos no país foi de 536 mil.

ASPECTOS DA DENGUE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

A dengue foi primeiramente confirmada em abril de 1986 no Estado do Rio de Janeiro, quando o sorotipo 1 foi isolado durante um surto de doença exantemática no município de Nova Iguaçu (Schatzmayr et al., 1986). Essa área apresenta grande contingente populacional que circula diariamente as áreas vizinhas. Esta circulação de pessoas facilitou a rápida propagação do sorotipo 1 para populações suscetíveis. Na cidade do Rio de Janeiro e cidades vizinhas da Zona Metropolitana, como Nilópolis, São João de Meriti, Niterói e Duque de Caxias, houve uma epidemia explosiva com 95.000 casos reportados durante o período de 1986 – 1987 (Figueiredo et al., 1990).

A atividade epidêmica da dengue no estado do Rio de Janeiro diminuiu nos anos subseqüentes, mantendo situação de endemicidade entre os meses de maio de 1987 a abril de 1990. Neste período, foram registrados 1.621 casos sendo que os municípios de Niterói, Rio de Janeiro e Nilópolis foram responsáveis por 68,7 % de todos os casos registrados (Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, 1998).

Em abril de 1990, durante um período de alta atividade do vírus 1, foi isolado o sorotipo 2 na cidade de Niterói. A circulação simultânea do vírus tipo 1 e 2 caracterizou uma grande epidemia de dengue (1990 – 1991) no Estado, com um total de 140.000 casos reportados e casos de Febre Hemorrágica da Dengue / Síndrome do Choque por Dengue (Secretaria de Saúde do Estado do Rio de Janeiro, 1998).

O período de 1992 – 1994 foi caracterizado por baixa atividade do vírus da dengue, quando 2568 casos foram reportados no Estado. Em 1995 uma nova epidemia foi reconhecida, com um total de 50.000 casos de dengue (Nogueira et al., 1999). No município de Niterói, a circulação viral fez ressurgir nos anos de 1995 e 1996, casuística expressiva, marcadamente entre os meses de janeiro e junho. No ano de 1995, segundo

a Coordenação de Vigilância Epidemiológica do município de Niterói, 1.689 casos foram notificados e em 1996, 1.610.

Em 1998 um novo surto epidêmico ocorreu na região do Médio Paraíba, afetando principalmente os municípios de Pinheiral, Barra do Piraí, Barra Mansa e Volta Redonda. A epidemia se propagou para outros municípios do Estado e alcançou importantes áreas turísticas da costa norte do Estado, incluindo as cidades de Búzios, Araruama e Iguaba (Nogueira et al., 1999).

O município do Rio de Janeiro tem sido responsável pela maioria dos casos de dengue, entretanto 81 dos 92 municípios do Estado já reportaram surtos de dengue durante os últimos 12 anos (Nogueira et al., 1999).

Ao final do ano 2000, foi isolado, no Estado do Rio de Janeiro, o sorotipo 3 do vírus da dengue, considerado o mais agressivo entre os três primeiros. Em 2001, o Estado foi atingido por mais uma grande epidemia, que atingiu níveis de incidência assustadores no verão de 2002, estendendo-se para outros Estados e ocasionando mais de trinta mortes por dengue hemorrágico (Schatzmayr, 2000).

No período compreendido de 2003 a 2006 ocorreram 34.495 casos da doença no Estado (MS/SINAN). O ano de 2007 apresenta elevado número de casos, segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) o total de casos da dengue em residentes do município foi de 25 mil.

O PROCESSO ENDÊMICO-EPIDÊMICO DA DENGUE EM NITERÓI

Segundo dados da Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro, a epidemia compreendida no período de 1986-1987 no Estado e concentrada no município de Nova Iguaçu, expandiu-se a seguir para outros municípios, inclusive Niterói, com um total de 18.644 casos.

No município de Niterói, a doença permaneceu endêmica, com casos notificados principalmente nos meses mais quentes (Dias et al, 1991). Dados da Coordenação de Vigilância Epidemiológica do Município de Niterói (COVIG) registraram um total de 619 casos no período 1988/ 1989.

No período de 1990-1991 a circulação simultânea do sorotipo 1 e 2, no município, provocou situação de epidemia com predominância de casos de dengue clássico, embora com a ocorrência de novas formas clínicas de dengue hemorrágico as quais totalizaram 369 casos (Cunha, 1993).

A circulação viral fez ressurgir nos anos de 1995 e 1996, casuística expressiva, marcadamente entre os meses de janeiro e junho. No ano de 1995, segundo a Coordenação de Vigilância Epidemiológica do município de Niterói, 1.778 casos foram notificados e em 1996, 1.610.

O período compreendido de 1997 a 2000 caracteriza-se por uma transmissão de menor intensidade, com um número reduzido de casos. A região de Pendotiba, situada na encosta localizada na área central do município, mostrou incidência acentuadamente maior que as demais regiões administrativas, sugerindo que durante o período interepidêmico a manutenção e a reprodução do vírus da dengue se concentraram nessa região (Silveira, 2005).

Em novembro de 2000, segundo a Coordenação de Vigilância Epidemiológica de Niterói, a conhecida situação da introdução e circulação no município dos sorotipos 1 e 2, em epidemias passadas, associada à introdução do sorotipo 3, culminaram por produzir uma epidemia de grande proporção, com elevado número de pacientes com Febre Hemorrágica da Dengue / Síndrome do Choque por Dengue (FHD / SCD) e alguns óbitos na Região Oceânica do município de Niterói, a qual teve o seu término em junho de 2002.

A epidemia do sorotipo 1 em 2001 ficou concentrada na região Oceânica, vetor de expansão urbana de Niterói, com grande crescimento populacional e incremento do valor da terra. Na epidemia do sorotipo 3 em 2002, como era esperado, observou-se, além da incidência superior à anterior, uma distribuição mais homogênea entre as regiões, ainda com predominância na região Oceânica, mas também com coeficiente elevado na região Norte, e ainda um pouco menor na região de Pendotiba e das Praias da Baía (Silveira, 2005).

O período compreendido de 2003 a 2006 caracteriza-se por reduzido número de casos, segundo a Secretaria Estadual de Saúde do Rio de Janeiro foram totalizados 2.105 casos no período. O ano de 2007 apresenta elevado número de casos, segundo a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) o total de casos da dengue em residentes do município foi de 7.415.

AS TRANSFORMAÇÕES DO ESPAÇO URBANO E A PRODUÇÃO DA DENGUE EM NITERÓI

Segundo a Organização Pan-americana de Saúde, os determinantes de transmissão da dengue classificam-se em macro-determinantes e micro-determinantes. Os macro-determinantes classificam-se didaticamente em ambientais (latitude: 350 N a 350 S; altitude: < 2200m; temperatura: 15-400; e umidade: moderada a alta) e sociais (densidade populacional moderada ou alta; padrões de assentamento inadequados; habitações sem água encanada ou com irregularidade no abastecimento e com recipientes para armazenamento inadequadamente vedados; coleta de lixo deficiente, com acúmulo de recipientes descartáveis; e condições socioeconômicas desfavoráveis) Os micro-determinantes da transmissão incluem fatores individuais referentes ao hospedeiro, agente etiológico e vetor (OPAS, 1994).

Durante a década de 1970, houve um grande impacto na estruturação urbana do município devido a ligação viária com a Cidade do Rio de Janeiro. Com a construção da Ponte Presidente Costa e Silva (Ponte Rio-Niterói), em 1974, ocorre um direcionamento dos investimentos públicos na cidade. A sua inauguração contribuiu para o processo de expansão urbana regional e local, e conseqüente metropolização da cidade (SMTTC, 1999). Com o processo de expansão e metropolização da cidade, houve um crescimento desordenado do município, ocasionando problemas estruturais, como habitação e saneamento básico. Favorecendo, dessa forma, o surgimento ou manutenção de alguns macro-determinantes da dengue em Niterói.

Com a Ponte Rio-Niterói, intensifica-se a produção imobiliária nas áreas centrais e bairros litorâneos, iniciando a ocupação em direção às áreas de expansão natural da cidade, como a Região Oceânica e o bairro de Pendotiba. Durante a década de 1970,

houve um acelerado aumento populacional de Icaraí, caracterizado pela intensa verticalização das moradias. Os empreendimentos imobiliários levaram a cidade a ser a segunda em crescimento vertical no país entre 1973 e 1974, no momento em que os programas habitacionais financiados pelo Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimos atingiram seu auge (SMTC, 1999).

Investimentos na melhoria do sistema viário possibilitaram um incremento no processo de ocupação da Região Oceânica, anteriormente caracterizado por residências temporárias de finais de semana e de lazer, confirmando esta região como o principal vetor de crescimento do município (SMTC, 1999). Nas últimas décadas, a ocupação se consolidou nas áreas de expansão natural, principalmente na Região Oceânica e Pendotiba. O processo de ocupação provocou uma elevação no custo das propriedades locais e dos terrenos ainda não edificadas. Conseqüentemente houve o remanejamento da população de menor renda, anteriormente estabelecida, configurando uma nova estratificação socioespacial, demonstrada a partir da implantação e proliferação de dezenas de condomínios privativos, ocupados por famílias de mais alta renda, contrastando com os loteamentos implantados a partir da década de 1950 que foram progressivamente ocupados. Inicia-se, paralelamente, o processo de favelização, particularmente nas encostas, reservas florestais e em áreas invadidas de propriedades públicas e privadas ou nas áreas remanescentes dos diversos loteamentos antigos (SMTC, 1999).

Inúmeras mudanças ocorreram descaracterizando o perfil socioambiental dos bairros dado à intensa dinâmica ambiental submetendo a população humana a diferentes possibilidades de riscos. Dentre as importantes transformações que poderiam estar relacionadas com a expansão da dengue, encontram-se as mudanças demográficas ocorridas e o conseqüente fluxo migratório da população, resultando num crescimento

demográfico elevado principalmente na região Oceânica e Pendotiba, o processo de favelização, particularmente nas encostas, nas reservas florestais e em áreas invadidas de propriedades públicas e privadas ou nas áreas remanescentes dos diversos loteamentos antigos e a implantação da rede de abastecimento de água a população da região Oceânica e de Pendotiba ocorrido no período 2001- 2002 (Silveira, 2005, SMTTC, 1999).

O saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a coleta de lixo, mostram-se insuficientes ou inadequados. Quanto à situação de abastecimento de água, percebe-se a existência da concentração destes serviços nos bairros localizados nas áreas mais centrais do município, em contraste com outros bairros localizados nas Regiões Oceânica, Leste e Pendotiba. Persistem diferenças neste indicador mesmo nas regiões mais antigas do município (Praias da Baía e Norte). Evidencia-se que, o abastecimento de água nas regiões Oceânica, Pendotiba e Leste, em grande parte não são procedentes de rede geral de abastecimento de água. Os domicílios destas regiões apresentam elevadas proporções de domicílios abastecidos através de poços, nascentes e pipas d'água comercializadas. Coexistem, no entanto, diferenças em função das desigualdades sociais perceptíveis no espaço destes bairros, ou seja, infraestrutura ou alternativa de abastecimento nos condomínios fechados das regiões, em contraste com a parcial ou completa insuficiência no restante dos bairros (Miranda, 2005).

Existem também desigualdades na superfície dos bairros, quanto à cobertura de serviço de coleta de lixo direta domiciliar. Alguns fatores podem estar relacionados com a presença deste serviço nos bairros como: o estágio de consolidação urbana existente, o capital construtivo dos domicílios e facilidade de acesso. Os bairros que tem sua base territorial situada em morros, ou que tem em seu interior expressiva área constituída de favelas, onde se evidencia predominância de núcleos de população de baixa renda, são

os que comumente são excluídos dos serviços de coleta de lixo domiciliar (Miranda, 2005).

Uma das conseqüências do abastecimento de água e da coleta de lixo insuficientes ou inadequados é o aumento do número de criadouros potenciais do principal mosquito vetor.

A CATEGORIA ESPAÇO NA ANÁLISE EM SAÚDE

A história de décadas recentes tem mostrado que alterações ambientais, produzidas pelas ações dos seres humanos no meio ambiente, pode conduzir à introdução de novas doenças numa região ou modificações em situações epidemiológicas preexistentes (Martins Jr & Barreto, 2003).

O espaço geográfico, como categoria de análise, tem sido utilizado, desde os escritos de Hipócrates, na busca de respostas para a ocorrência e distribuição das doenças nas coletividades. Entretanto, o interesse da epidemiologia na utilização de conceitos e técnicas oriundas da geografia se acentua a partir de uma percepção maior da importância do meio ambiente sobre a existência da humanidade, a interação e conseqüentemente, transformação e organização desse meio para sustentar as diversas atividades humanas. A análise do espaço *“enquanto categoria epidemiológica surge como uma necessidade, tanto no passado, quando a grande problemática de saúde, particularmente no que diz respeito às doenças infecciosas, estava na zona rural, como no momento presente, com a urbanização acelerada que se verifica no terceiro mundo”* (Silva, 1997).

A regionalização tem sido utilizada freqüentemente em estudos epidemiológicos exploratórios como uma variável de análise junto a outras, como sexo, idade e classe

social, o que não implica necessariamente na incorporação crítica do espaço e suas características topológicas, sociodemográficas, culturais e ideológicas. Isto porque a diferenciação espacial subentende diversos outros processos de mediação, tais como cultura, educação, renda, padrões genéticos e habitacionais (Barcellos & Bastos, 1996). Como destacam esses autores, a configuração do espaço incorpora a estrutura social e sua dinâmica, exercendo pressões econômicas e políticas sobre essa sociedade, gerando, desse modo, uma causalidade circular em que o espaço é, ao mesmo tempo, produto e produtor de diferenciações sociais, tendo importantes reflexos sobre a saúde dos grupos sociais envolvidos. Além disso, o espaço reflete as transformações ocorridas na sociedade, produzindo condições diferenciadas para a evolução de uma população ou atividade humana.

A categoria espaço tem valor intrínseco na análise das relações entre saúde e ambiente. Conhecer a estrutura e dinâmica espacial permite a caracterização da situação em que ocorrem eventos de saúde. Neste sentido, oferece instrumentos aos autores que clamam por uma retomada, por parte da epidemiologia, da análise de situações concretas das populações em interação, submetidas a riscos de natureza difusa, e, por vezes, superposta (Barreto et al., 1993).

As técnicas de análise espacial oferecem os instrumentos para a avaliação das diferenças observadas entre fenômenos ocorrendo em distintas regiões e suas relações com as estruturas espaciais onde estão inseridas. A inclusão da dimensão espacial no rol das possibilidades de análise dos dados de vigilância epidemiológica busca ampliar o seu poder explicativo acerca dos processos de produção dos agravos de interesse para a saúde pública por expressar diferentes padrões de acesso aos bens e serviços urbanos evidenciando, dessa forma, as desigualdades existentes no interior dos municípios.

Além disso, possibilita “o planejamento de intervenções e monitoramentos seletivos conforme as reais necessidades de pequenas áreas” (Ximenes et al., 1999).

Uma das principais aplicações da epidemiologia é facilitar a identificação de áreas geográficas e grupos da população que apresentam maior risco de adoecer ou morrer e que, portanto, precisam de maior atenção, seja preventiva, curativa ou de promoção da saúde. A epidemiologia também permite reconhecer que a frequência, a distribuição e a importância dos diversos fatores que influem no aumento de determinados riscos para a saúde não são, necessariamente, os mesmos em todos os grupos populacionais. Permite também identificar grupos que compartilham de determinantes de risco similares. O reconhecimento desses grupos facilita a identificação de intervenções sociais e de saúde para diminuir ou eliminar os determinantes específicos de risco para a saúde. Essa aplicação da epidemiologia implica uma reorganização dos serviços de saúde que responda não apenas às demandas de atenção, mas também, fundamentalmente, às necessidades de saúde não atendidas (OPAS, 2002).

A análise espacial estuda quantitativamente fenômenos que se manifestam no espaço e apresenta como uma de suas aplicações a análise exploratória de dados epidemiológicos (Mayer, 1983). Esse tipo de análise consiste em pesquisar a ocorrência de autocorrelação espacial. Quando se verifica a existência de dependência espacial, segue-se a identificação das variáveis explicativas dos aglomerados geográficos encontrados, que se constituem no conjunto de possíveis fatores de risco (Andrade & Szwarcwald, 2001). Assim, a análise espacial vem surgindo como campo promissor, auxiliando a Epidemiologia e a Saúde Pública no que concerne à compreensão dos fenômenos relacionados à dinâmica da distribuição de doenças.

UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE ESPACIAL NO ESTUDO DE DOENÇAS E DE INSETOS VETORES

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) têm sido utilizados como ferramenta de consolidação e análise de grandes bases de dados sobre saúde e ambiente. Estes sistemas permitem a captura, armazenamento, manipulação, análise e exibição de dados georreferenciados, isto é, relacionados a entidades gráficas com representação espacial (Barcellos et al., 1998). A maior potencialidade desses sistemas é permitir a análise conjunta desses dados, buscando otimizar as atividades de vigilância epidemiológica e entomológica, além de programas de informação dirigidos a grupos populacionais específicos (Barcellos et al., 2005).

O mapeamento de doenças vem sendo instrumento básico no campo da saúde pública e, em anos recentes, muitos avanços nas técnicas de análise têm sido desenvolvidos com o objetivo de produzir mapas cuja construção deve estar livre de “ruídos aleatórios” ou de artefatos relacionados à extensão da área geográfica e à população existente nas regiões enfocadas (Bailey & Gatrell, 1995).

Com base em um Sistema de Informações Geográficas, Medronho (1995) estudou a distribuição de casos de dengue no Município do Rio de Janeiro em relação às suas características socioeconômicas. Esse autor criou um modelo territorial de estimativa de risco da dengue, que evidenciou as áreas faveladas como as de maiores riscos para essa doença. Apesar dos importantes resultados, esse autor não considerou a população do vetor.

Barcellos et al. (2005) identificaram locais com potencial de transmissão da dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. A comparação entre os resultados obtidos pelos modelos de distribuição de casos importados e do vetor

mostra uma sensível diferença dos condicionantes da doença no município. Os setores que apresentaram casos possuem características de alta renda. Por outro lado, nos setores com a presença do vetor são verificadas a predominância de casas e boa infraestrutura de saneamento. A diferença dos padrões de distribuição de casos e vetor assegurou para o ano de 2002 a ausência de transmissão do vírus no município.

No Brasil, pouquíssimos estudos lançaram mão dessas abordagens e técnicas no estudo de vetores. Com base em dados secundários, e através da análise da distribuição espacial de criadouros de larvas de *A. aegypti*, Souza-Santos & Carvalho (2000) estudaram a evolução da distribuição de criadouros positivos entre 1992 e 1994, na cidade do Rio de Janeiro. Criaram ainda um indicador de risco para ocorrência da dengue e avaliaram as medidas de controle adotadas pela Fundação Nacional de Saúde. A técnica utilizada por Souza-Santos & Carvalho (2000) apresenta como grande vantagem, a fácil e rápida visualização de localidades expostas a diferentes graus de risco, sem serem afetadas pelas divisões político-administrativas existentes. Lagrota et al. (2008) realizaram um estudo no município de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, tendo como objetivo discutir o uso da análise de dados espaciais na identificação de conglomerados urbanos chave para o controle do *Aedes aegypti*. Para isso, foi feito o método de interpolação e alisamento *Kernel* dos Índices de Infestação Predial e do Índice de Breteau, obtidos dos resultados do Levantamento de Índice Rápido para *Aedes aegypti* (LIRAA) de novembro de 2004. Este método mostrou-se ideal para a análise espacial dos indicadores entomológicos e de fácil operacionalização pelo serviço. Existem ainda poucos estudos que utilizem ferramentas da análise espacial no estudo da dengue e do vetor da doença no Brasil.

VANTAGENS E POTENCIALIDADES DO USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA ÁREA DA SAÚDE

A ocorrência de doenças infecciosas caracteriza-se por padrões espaço-temporais distintos relacionados a aspectos ambientais mais ou menos favoráveis à proliferação das populações de reservatórios, vetores e agentes infecciosos (Correia et al, 2004). Devem ser considerados ainda, os diferentes perfis demográficos e socioeconômicos da população humana, assim como os distintos hábitos culturais e comportamentais que contribuem para padrões de ocorrência diferenciados das enfermidades.

A análise de dados distribuídos pelo espaço geográfico vem sendo bastante valorizada na gestão de saúde, por apontar novos subsídios para o planejamento e a avaliação das ações baseadas na análise da distribuição espacial das doenças, localização dos serviços de saúde e dos riscos ambientais (Barcellos & Bastos, 1996).

O uso do sensoriamento remoto (SR) por imageadores orbitais se apresenta como uma possibilidade metodológica, que permite a caracterização de variáveis ambientais de interesse em estudos de endemias. As técnicas de classificação automática e semi-automática de imagens de sensoriamento remoto permitem ampliar e acelerar o processo de aquisição de informações ambientais relevantes no contexto dos estudos enfocando a interação ambiente-doença. Com o uso dos recursos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como ambiente computacional para integração dessas variáveis com outras relativas à ocorrência da doença e a caracterização do perfil social, econômico e demográfico, é possível montar um painel socioterritorial ampliado, que potencializa e amplia o olhar epidemiológico sobre potenciais focos e áreas de risco (Correia et al., 2007), permitindo diagnóstico eficiente da situação de saúde de

determinada população, e criando alternativas eficazes para os desafios encontrados no controle e vigilância de endemias.

A literatura relacionada ao uso do SR no estudo de doenças tem aumentado e novas perspectivas em pesquisa são abertas com o surgimento de sensores de melhor resolução (Correia et al., 2004).

Nos anos recentes, alguns fatores têm contribuído para o desenvolvimento dessas metodologias no Brasil. A disponibilização de imagens de satélite gratuitas e de alta resolução, o desenvolvimento de técnicas de análise espacial e a incorporação de variáveis contextuais e ambientais no campo da Epidemiologia têm permitido a ampliação do conhecimento sobre a complexidade das interações entre condições ambientais e de saúde (Correia et al., 2004; Monken & Barcellos, 2005).

Com a disponibilidade de imagens de alta resolução espacial e espectral, surgem desafios para o desenvolvimento de novas metodologias capazes de criar condições para a incorporação de informações adicionais ao processo de classificação. Aparece uma nova proposta de classificação onde são empregadas a inserção do conhecimento do intérprete e parâmetros de cor, forma, textura e contexto no processo denominado classificação orientada a objetos. Conforme a natureza dos alvos naturais ou artificiais presentes nas imagens, a utilização de atributos de forma e textura podem contribuir significativamente no processo de reconhecimento de padrões, pela incorporação de informações adicionais às espectrais originais (Batista, 2006).

CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETOS

Em sensoriamento remoto, classificar uma imagem consiste em associar um grupo de *pixels* a conjuntos, cujos elementos pertencentes possuem características comuns (NBarbosa et al., 2003; INPE, 2003), conseguindo, dessa forma, a separação de alvos terrestres. Para isso, existem três abordagens de classificação conforme Lillesand e Kiefer (2000):

- Não-supervisionada - o usuário não tem conhecimento prévio das classes temáticas presentes na imagem, deixando que o algoritmo as defina;
- Supervisionada - o usuário orienta a busca das classes temáticas através da aquisição de amostras.
- Híbrida - utiliza as duas abordagens citadas anteriormente. Outro método híbrido é a classificação da imagem por um determinado algoritmo e, posteriormente, o usuário realiza as correções de possíveis erros que ocorrem durante a classificação (Moreira, 2001).

Na busca da separação de “alvos” terrestres foram desenvolvidos vários algoritmos de classificação. Estes algoritmos podem ser divididos em três grupos: o da classificação *pixel-a-pixel*; o da classificação baseada em segmentos; e o da classificação orientada a objeto.

Alguns exemplos de algoritmos que utilizam a classificação *pixel-a-pixel* são: Kmédias, Isodata, Ioseg (não-supervisionados); Máxima Verossimilhança, Distância Mínima, Paralelepípedo, Distância Mahalanobis (supervisionados). Neste tipo de classificação é utilizada a informação espectral de cada *pixel* isolado para associá-lo a uma classe. Desta forma, a informação espectral do *pixel* é comparada com o valor

espectral médio de cada classe, sendo o *pixel* associado à classe que possuir o valor espectral mais próximo (Schiewe et al. 2001).

Os algoritmos Isepeg (não-supervisionado) e Bhattacharyya (supervisionado) são métodos de classificação por regiões (segmentos), isto é, utilizam uma imagem segmentada em polígonos como dado de entrada. Esta classificação é semelhante à classificação *pixel-a-pixel*, pois utiliza somente a informação espectral para realizar a classificação de imagens. A única diferença é que neste tipo de classificação a unidade de análise é o segmento (polígono), ou seja, um grupo de *pixels* (Medina, 2007).

Na classificação orientada ao objeto, a análise também é realizada sobre objetos ou segmentos na imagem (polígonos). Entretanto, a estratégia básica é a construção de uma rede hierárquica de objetos através da segmentação Multi-Resolução.

Para se trabalhar com este tipo de classificação, é necessária a segmentação da imagem, onde cada segmento representará um objeto a ser classificado. Os algoritmos de segmentação mais comuns podem ser divididos em três grupos: Segmentação por descontinuidade, segmentação por similaridade e segmentação Multi-Resolução. Na primeira categoria a abordagem é particionar a imagem baseando-se em mudanças bruscas nos níveis de cinza. A segunda categoria inclui métodos de limiarização, crescimento de regiões e divisão e fusão de regiões (Gonzales, 2000).

A segmentação Multi-Resolução consiste em uma técnica onde a imagem é dividida em diferentes níveis de detalhamento, dando origem a diferentes escalas de segmentação. Para gerar as diferentes escalas, os segmentos resultantes do procedimento de agrupamento devem ser reagrupados em segmentos maiores. Desta forma, as regiões formadas apresentam relações com suas sub-regiões e super-regiões, construindo assim, uma rede hierárquica de segmentos, sendo esta relação de hierarquia

o fator diferencial da segmentação Multi-Resolução em relação às demais técnicas de segmentação (Definiens Imaging, 2003; Schiewe et al., 2001; Baatz e Schape, 2000).

Na segmentação Multi-Resolução, o procedimento de agrupamento dos *pixels* é similar ao utilizado na técnica de crescimento de regiões, com o diferencial de que a segmentação Multi-Resolução considera não só os parâmetros espectrais, como também a forma dos segmentos no momento do agrupamento (Definiens Imaging, 2003; Schiewe et al., 2001).

Os diversos descritores da abordagem orientada a objeto, aliada à capacidade de classificação hierárquica pela herança de atributos e à possibilidade de uso de regras de decisão *fuzzy* faz com que o sistema possa “aprender” a interpretar cenas complexas a partir da inserção, por parte do analista, da lógica de interpretação de um intérprete humano (Ribeiro, 2009).

Diferente da lógica booleana usualmente empregada e que trabalha com noções exatas, tais como: verdadeiro ou falso, pertence ou não pertence, 0 ou 1 (Puc-Rio, 2001), utilizando os valores de refletância de cada pixel para agrupá-los em classes, onde cada um deles pertencerá somente a uma única classe, na lógica *fuzzy*, a transição entre o pertencer e não pertencer ocorre de forma gradual, ou seja, não há um limite rígido e bem demarcado entre estes dois valores, existe uma zona contínua onde são estabelecidos graus de pertinência que variam entre os valores 0 (não pertence) e 1 (pertence) (Puc-Rio, 2001; Venturieri, 1995).

IMAGENS *QUICKBIRD*

No ano de 2000 a empresa norte-americana DigitalGlobe, responsável pelo programa do *QUICKBIRD*, obteve a licença da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) para operar um sistema com alta resolução espacial.

Em outubro de 2001 o satélite *QUICKBIRD* foi lançado em órbita e continua em operação oferecendo imagens comerciais de alta resolução espacial. O sistema oferece dados com 61 centímetros de resolução espacial no modo pancromático e 2,4 metros no modo multiespectral em um vasto campo de visada (Anexo 1).

ACURÁCIA DE RESULTADOS DE CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

A matriz de erros consiste em um método efetivo para conferir tanto os erros de inclusão, quanto os erros de exclusão presentes em uma classificação. No primeiro caso, o erro ocorre quando há uma inclusão de uma amostra dentro de uma categoria que ela não faz parte. Já o erro de exclusão é o oposto, ou seja, ele ocorre quando há uma exclusão de uma amostra de uma área da qual ela realmente faz parte. Estes erros de inclusão ou exclusão podem ser computados baseando-se nas medidas relacionadas a acurácia global, acurácia do produtor e acurácia do usuário (Congalton e Green, 1999).

A acurácia global é gerada pela razão entre o total de amostras corretamente classificadas (somatório dos valores situados na diagonal da matriz) dividido pelo número total de amostras de toda a matriz de erros. Uma acurácia global, para ser considerada aceitável, deve estar próxima ou acima de 85% (Congalton e Green, 1999).

A acurácia do produtor expressa para cada classe o grau em que a classificação concorda com a referência. Ela é calculada através da divisão do número total de

amostras corretas (em concordância com a classificação e a referência) de uma classe, pelo número total de amostras desta classe na referência. Já a acurácia do usuário representa a probabilidade de um *pixel* associado a uma classe, pertencer realmente a esta classe. Ela é computada através da divisão do número total de amostras corretas de uma classe, pelo número total de amostras associadas à classe em questão (Medina, 2007).

Outra forma de avaliar o nível de exatidão da classificação é através do índice *Kappa*. Congalton (1991) relata que o uso do coeficiente *kappa* é satisfatório na avaliação da precisão de uma classificação temática, pelo fato de levar em consideração toda a matriz de confusão no seu cálculo, inclusive os elementos de fora da diagonal principal, os quais representam as discordâncias na classificação, diferentemente da exatidão global, por exemplo, que utiliza somente os elementos diagonais (concordância real).

Para definir o quanto a classificação está correta, Landis e Koch (1977) caracterizaram os níveis de qualidade da classificação em seis grupos de acordo com o índice *Kappa*:

CONCORDÂNCIA MUITO FORTE = $K^{\wedge} > 0,80$

CONCORDÂNCIA SUBSTÂNCIAL = $0,60 < K^{\wedge} < 0,79$

CONCORDÂNCIA MODERADA = $0,40 < K^{\wedge} < 0,59$

CONCORDÂNCIA LEVE = $0,20 < K^{\wedge} < 0,39$

CONCORDÂNCIA POBRE = $0,00 < K^{\wedge} < 0,19$

SEM CONCORDÂNCIA = $K^{\wedge} < 0,00$

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Analisar, por meio de análise espacial e modelagem estatística, a dinâmica espaço-temporal da dengue e possíveis fatores socioeconômicos e ambientais relacionados com sua ocorrência, no período de 1998 a 2007.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Verificar a aplicação da metodologia de análise de *cluster* visando, a partir de indicadores socioeconômicos, caracterizar áreas segundo perfil de risco de transmissão da dengue.
2. Identificar por meio de classificação orientada a objetos possíveis indicadores de “uso do solo” associados a dengue.
3. Verificar a distribuição espacial da incidência da dengue e sua relação com as desigualdades socioespaciais nos setores censitários da região oceânica do município de Niterói, mediante a utilização de análise espacial e modelagem estatística.

**DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES DE CONTROLE
DA DENGUE ¹**

DETERMINATION OF PRIORITY AREAS FOR DENGUE CONTROL ACTIONS

¹ Artigo publicado na Revista de Saúde Pública

Resumo

O objetivo desse trabalho é verificar a aplicação da metodologia de análise de *cluster* visando, a partir de indicadores socioeconômicos, caracterizar áreas segundo perfil de risco de transmissão da dengue. Foi realizado um estudo de agregados, tendo como unidades primárias de análise os 48 bairros do município. Posteriormente esses foram agrupados segundo condições sociais e demográficas em seis estratos, segundo a técnica de análise de *cluster* através do método K-médias. Após a definição dos estratos foi realizado o cálculo da incidência da dengue por estrato para quatro períodos distintos. A análise da incidência mostrou que as taxas para os três últimos períodos do estudo foram maiores no estrato 2.1 que apresentou as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento e alto incremento populacional e no estrato 3.1 que apresentou o maior percentual de favelas. O estrato 1.2 apresentou durante todo o período do estudo a menor incidência e os melhores indicadores de saneamento e renda, além de um pequeno incremento populacional e uma menor proporção de favelas. É importante ressaltar que as taxas de incidência, em 2001 e 2002, foram elevadas na maioria dos estratos, exceto no estrato 1.2. Esse foi o estrato cujos bairros apresentaram a menor heterogeneidade em relação aos indicadores utilizados. Outro achado importante refere-se às altas taxas de incidência observadas nos estratos em 2001, quando a imunidade de grupo já havia se estabelecido para o sorotipo I, expressando a força de transmissão desse agente. O presente estudo mostra a aplicabilidade dessa metodologia para o reconhecimento de áreas prioritárias em Niterói. Favorecendo, dessa forma, o debate com ênfase no aprimoramento das ações de controle e vigilância e de melhorias estruturais que interfiram nas condições de vida e saúde da população do município.

Abstract

The aim of this paper is to verify the application of *cluster* analysis methodology, based on socioeconomic indicators, to the identification of areas according to dengue transmission risk profile. A study of households was developed, with 48 bairros as the primary units of analysis. Later these areas were grouped under conditions in six social and demographic strata, using *cluster* analysis technique based on K-means method. After defining the strata the dengue incidence was calculated for each one and for four distinct periods of time. The analysis showed that the incidence rates for the last three periods of the study were higher in stratum 2.1 showed that the lowest terms of infrastructure, sanitation and high population growth and 3.1 in stratum that showed the largest percentage of slum. The stratum 1.2 presented throughout the study period the lowest incidence and best indicators of sanitation and income, and a small population increase and a lower proportion of slums. It should be noted that the incidence rates in 2001 and 2002 were high in most strata, except in the stratum 1.2. This was the stratum whose bairros had less heterogeneity in relation to the indicators used. Another important finding concerns the high incidence rates observed in the strata in 2001, when the immunity of the group had established for the serotype I, expressing the force of transmission of this agent. This study shows the feasibility of this methodology for the recognition of the priority dengue control areas in Niterói. These results can favor the debate with an emphasis on improving of control and surveillance actions, and structural improvements that can interfere in the life conditions and health of the population of the municipality.

Introdução:

Diversas metodologias têm sido utilizadas na caracterização epidemiológica de endemias, visando à formulação de estratégias de controle. O uso de metodologias que melhor destaque processos ambientais e sociais que interferem 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 ^{20,21}.

Na análise das diferentes situações em saúde, é necessário conhecer as características das unidades territoriais, assim como dos seus grupos populacionais, tanto em suas variáveis demográficas como socioeconômicas ⁸. Todos estes elementos constituem a caracterização de um território, que serve de base para estabelecimento de uma estratificação territorial aplicada a vigilância em saúde ¹². 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 ¹³.

As condições de Niterói permanecem propícias 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 ^a.

Grande parte dos estudos ecológicos em epidemiologia utiliza áreas politicoadministrativas, que representam recortes do espaço geográfico, valendo-se dessas unidades 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 através de procedimento de agregação que ocorre por homogeneidade de características e de desagregação dos territórios devido à heterogeneidade destas ¹². Nesse sentido, trabalhos têm utilizado a análise de *cluster* na busca de padrões espaciais de eventos e caracterização de áreas homogêneas ^{6,12}.

Analisar o papel das populações humanas e da infestação pelo mosquito transmissor da dengue em cada território, considerando-se as condições socioeconômicas e do ambiente onde se processa a interação entre eles, poderá contribuir para identificação do papel de cada um na manutenção da circulação viral, podendo acrescentar elementos ao debate das estratégias de prevenção ¹⁹. Diante disso, o objetivo desse estudo é verificar a aplicação da metodologia de análise de *cluster* visando, a partir de indicadores socioeconômicos e demográficos, caracterizar áreas segundo perfil de risco de transmissão da dengue, que serão úteis para definição de ações de vigilância e controle da dengue e adequação dos serviços.

^a Silveira, NAPR. Distribuição Territorial de Dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [Dissertação de Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2005. 92 p.

Metodologia:

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Niterói (Latitude: 22°53'00" Sul e Longitude: 43°06'13" Oeste), Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Niterói é considerado como de médio porte com área territorial de 131,5 Km² e densidade demográfica de 3487,43 hab/km². A população estimada em 2007, segundo IBGE^b (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foi de 475.000 habitantes. Os domicílios ligados a rede geral de abastecimento de água são em torno de 78%; aqueles ligados à rede de esgotamento sanitário são cerca de 70%; e 81% são servidos por coleta de lixo. A sua principal atividade econômica é o setor terciário de prestação de serviços¹⁵. Ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o primeiro lugar no ranking estadual (www.imprensa.niteroi.gov.br - acessado em 25/05/2008) – Anexo 2.

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).

O procedimento utilizado para definição dos estratos foi a análise de *cluster*, técnica estatística multivariada exploratória e classificatória que tem como objetivo dividir as unidades da amostra, ou população, em grupos (estratos) de forma que as unidades pertencentes a um mesmo estrato sejam similares entre si com respeito às variáveis (características) que nelas foram medidas, e as unidades em estratos diferentes sejam heterogêneas em relação a estas mesmas características¹¹.

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

^b Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000.

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

Foi gerada matriz de correlação dos 13 indicadores construídos com base nas variáveis do Censo demográfico de 2000 ^b. 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 2 salários mínimos, e a variável densidade demográfica que apresentou forte correlação com a densidade populacional na área útil.

A estratificação baseou-se, então, na análise de 11 indicadores: proporção de domicílios particulares permanentes ligados a 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 a rede geral de esgoto (ESGOTO); proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 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 8 moradores (8MOR); proporção de pessoas residentes com mais de 70 anos de idade (70ANOSEMAIS); percentual da área útil situada acima da cota dos 40 metros (2001) (PERAÚTILCOTA40), esta variável foi obtida através da classificação de imagem de satélite obtidas para os anos 1986 e 2001; incremento populacional (INCREM). Todas as variáveis foram normalizadas.

^b Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000.

A escolha de variáveis procurou abranger aquelas descritas como macrodeterminantes sociais da dengue ^c. A proporção de domicílios particulares permanentes com mais de 8 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 metros e a densidade populacional na área útil foram utilizados por Silveira (2005) ^a como indicadores de altitude e de urbanização, respectivamente.

A estratificação foi realizada em duas etapas. Na primeira foi feita análise de *cluster* com 3 estratos, onde todas variáveis contribuíram de forma importante para o modelo geral. Na segunda foi feita análise com 2 estratos para cada estrato obtido na primeira etapa. E, portanto, totalizando um conjunto de seis estratos. A justificativa para realização da segunda etapa da análise de *cluster* foi a constatação de diferenças importantes em relação às variáveis relevantes dentro de cada estrato obtido na primeira etapa (Tabela 1) e a verificação de que alguns bairros pertencentes a um mesmo estrato ainda apresentavam-se bastante heterogêneos em relação as variáveis analisadas. A escolha de seis estratos foi baseada em testes e retestes, sendo estes os que melhor representaram o evento.

Após definição dos estratos foi calculada taxa de incidência da dengue por estrato para quatro períodos: 1998 a 2000 – período endêmico após introdução do sorotipo 2 e antes da epidemia do sorotipo 1 (período I); 2001 - período epidêmico de reintrodução do sorotipo 1 (período II); 2002 - período epidêmico de introdução do sorotipo 3 (período III) e período 2003 a 2006 – endêmico – circulação do sorotipo 3 após sua epidemia de introdução (período IV). Os dados populacionais foram obtidos do censo demográfico de

^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, D. C., 1991.

^a Silveira, NAPR. Distribuição Territorial de Dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [Dissertação de Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2005. 92 p.

2000 e de estimativas populacionais para os anos intercensitários^b. Para obtenção do número de casos de dengue foram excluídos registros em duplicidade e foram considerados somente casos com confirmação clínicaepidemiológica. Esses dados foram obtidos do SINAN (Sistema Nacional de Agravos de Notificação) 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.

Esse trabalho foi enviado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública (CEP/ENSP), de acordo com o parecer número 152/08 de 03/11/2008.

Resultados:

Primeira etapa

As principais características dos 3 estratos de bairros segundo condições sociais e demográficas, gerados na primeira etapa, mostram que o estrato 1 compõe-se de bairros com baixo incremento populacional, cujos residentes possuem 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 sub-normais; o estrato 2 caracteriza-se por bairros com elevado incremento populacional, cujos residentes apresentam valores de renda intermediários e as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento. As habitações são do tipo casas simples até aquelas mais sofisticadas localizadas em condomínios com baixa densidade populacional e pequena proporção de favelas; o estrato 3 é composto por bairros com baixo incremento

^b Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo brasileiro 2000.

populacional, cujos moradores possuem 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 são do tipo casas simples localizadas em áreas com densidade populacional média e presença habitações subnormais (Figura 1a e tabela 2).

Analisando os dados do coeficiente de incidência da dengue, pode-se observar que os maiores coeficientes de incidência para os 4 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).

Segunda etapa:

As principais características dos 6 estratos de bairros segundo condições sociais e demográficas gerados na segunda etapa mostram que o estrato 1.2 é composto por bairros que apresentam 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 caracteriza-se por bairros com incremento populacional e renda superiores aos do estrato 2.2 e menor infraestrutura de rede geral de água e proporção da área útil situada acima da cota 40; o estrato 3.1 compõe-se de bairros com os indicadores de proporção de favelas e de condições de infraestrutura de serviços de saneamento superiores ao estrato 3.2 e menor proporção da área útil situada acima da cota 40 (Figura 1b e tabela 2).

Ao comparar 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). Foi verificado que a maior taxa de incidência da dengue encontrada no estrato 2 em etapa anterior 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. É importante ressaltar que 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:

Neste estudo, o nível de agregação utilizado foi estrato e, apesar da metodologia de análise de *cluster* maximizar a homogeneidade intra-estratos e a heterogeneidade entre estratos, mesmo assim foi observado que o estrato mais homogêneo foi o 1.2. (constituído de somente 3 bairros). Todos os outros estratos apresentaram bairros com certa heterogeneidade de características socioeconômicas e demográficas.

Segundo Machado ¹⁰ (2007) os casos de dengue ocorrem principalmente em áreas heterogêneas. A heterogeneidade espacial, definida nesse estudo como um determinado espaço geográfico com convivência de diversos estratos socioeconômicos em uma mesma região, seria favorecedora da difusão e da manutenção da dengue. Sabroza ¹⁶ (1992) afirma

que a maneira como os espaços são ocupados por populações de diferentes estratos socioeconômicos pode tornar tais espaços 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 do estudo foram maiores no estrato 2.1 que apresentou as menores condições de infraestrutura de serviços de saneamento e alto incremento populacional e no estrato 3.1 que apresentou maior percentual de favelas. Em Niterói, os estratos 2.1 e 3.1 se destacam como as áreas prioritárias para ações de controle da dengue. 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 um pequeno incremento populacional e uma menor proporção de favelas. Esse foi o estrato cujos bairros apresentaram a menor heterogeneidade em relação aos indicadores utilizados, corroborando assim com Machado¹⁰ (2007).

A epidemia do sorotipo 1 em 2001 ficou concentrada no estrato 2.1 (área de intensa especulação imobiliária), vetor de expansão urbana de Niterói, 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 município¹⁵. Um achado inesperado refere-se às altas taxas de incidência observadas nos estratos nesse ano, quando, provavelmente, a imunidade de grupo já havia se estabelecido para o sorotipo I no período anterior. Provavelmente, tanto as características socioambientais do município, quanto o grau de imunidade ainda baixo da população foram relevantes para compreensão do comportamento epidêmico encontrado nesse ano.

Para melhor entendimento de como a imunidade da população modula a transmissão em áreas urbanas, são necessários estudos sorológicos específicos para cada um dos tipos de

vírus da dengue, para verificação do grau de imunidade da população. Infelizmente, 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. Sabe-se, que a imunidade individual ou coletiva não é permanente. E o aumento dos níveis de incidência existe se um novo vírus for introduzido ou se houver um declínio da imunidade coletiva ao vírus presente ¹⁸. Isto explicaria a magnitude e a difusão da epidemia em Niterói, com incidência bem superior à anterior e distribuição mais homogênea entre os estratos. Ainda com predominância no estrato 2.1, mas também com coeficiente elevado no 3.1 e ainda um pouco menores, nos 1.1 e 3.2. O estrato 2.2, apesar de características propícias a transmissão, foi menos atingido, sugerindo menor vulnerabilidade, que pode ser, em parte, explicada por uma relativa proteção devido a persistência de cobertura vegetal importante ¹⁵ e baixa densidade populacional na área útil, características estas desfavoráveis para altas densidades populacionais de um vetor adaptado ao ambiente urbano como o *Aedes aegypti*.

A associação entre risco de transmissão da dengue e condições socioeconômicas e ambientais é uma questão que precisa ser analisada mais profundamente levando em consideração a realidade de cada município. É importante que sejam verificadas as relações espaciais entre a 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 atitudes da população, entre outros.

As diferentes associações encontradas em diversos estudos que buscam correlacionar ocorrência da dengue com 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 é chamado 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 apagam 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 frequentados 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 ¹⁹.

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, o alto crescimento demográfico, a intermitência no abastecimento de água, a irregularidade na coleta de lixo, a intensa movimentação de pessoas, aliada a uma falta de efetividade das medidas de controle são fatores que favorecem a manutenção da endemia e na ocorrência de importantes epidemias em Niterói.

Os resultados aqui encontrados contribuem para o reconhecimento de algumas áreas prioritárias em Niterói, favorecendo, dessa forma, o debate com ênfase no aprimoramento das ações de controle e vigilância e de melhorias estruturais que interfiram nas condições de vida e saúde da população do município.

Diversos estudos buscam identificar áreas de risco de transmissão, a fim de compreender como o contexto afeta a saúde de grupos populacionais. Recentes avanços metodológicos no campo do geoprocessamento têm facilitado a avaliação do impacto de processos e estruturas sociais na determinação de eventos de saúde ³. Outra metodologia

muito utilizada na detecção de áreas de maior risco de transmissão é a construção de indicadores sintéticos de risco ⁴.

As unidades espaciais de agregação dos dados epidemiológicos têm sido por imposição dos sistemas de informação, os diversos níveis da administração pública, como o município ou o estado. Os processos tanto ambientais quanto sociais, que promovem ou restringem situações de risco à saúde, não estão limitados a estas fronteiras políticoadministrativas. 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 se verificam em escalas diferentes da divisão políticoadministrativa ².

A maioria dos estudos ecológicos em epidemiologia utiliza as divisões políticoadministrativas como unidade de análise e verificação dos padrões de transmissão de doenças a posteriori. Entretanto, nesse 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 frequência 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 e que foi utilizada no presente estudo, é a consolidação de dados em estratos descontínuos, comumente definidos por indicadores socioeconômicos e/ou ambientais.

^a Silveira, NAPR. Distribuição Territorial de Dengue no Município de Niterói, 1996 a 2003. [Dissertação de Mestrado] Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2005. 92 p.

Diante disso, a metodologia empregada neste trabalho mostra-se de grande aplicabilidade como um procedimento útil para vigilância e para investigações epidemiológicas. Sua aplicação mostra-se eficaz na identificação de padrões de ocorrência de doenças segundo distribuição de inúmeros fatores que propiciam o aparecimento, a distribuição e o comportamento dos agravos que afetam a saúde da população, facilitando o planejamento e desenvolvimento de intervenções mais eficazes. Porém, devem-se utilizar, também, outras variáveis e procedimentos metodológicos complementares que permitam a realização de uma análise mais aprofundada.

O presente trabalho apresenta algumas limitações que podem ter ocasionado os resultados encontrados. No que se referem às informações socioeconômicas, estas só encontram-se disponíveis para os anos do censo demográfico. Outro aspecto importante foi a utilização de estimativas populacionais que foram calculadas considerando o crescimento geométrico, com taxa constante igual à observada no período 1996-2000. Além disso, deve ser destacado que 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 trabalhar com casos que ocorrem em crianças de até 10 anos de idade, pois admite-se que nessa faixa etária a mobilidade é menor.

É importante ressaltar também, que os resultados de estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários decorrentes de notificação de doenças podem ser bastante influenciados pelo sub-estimativa ou superestimativa de casos devido a erros de diagnóstico, problemas no acesso aos serviços de saúde e frequência de infecções assintomáticas¹⁹.

Tabela 1. Variáveis relevantes dentro de cada estrato – primeira etapa

ANÁLISE DE VARIÂNCIA			
	Variáveis relevantes	F	Significância – pValor
Estrato 1	PADENSUTIL	10.672	0.00
	PADLX	4.604	0.04
	PADAPART	16.259	0.00
	PAD2SAL	16.335	0.00
	PAD8MOR	12.975	0.00
Estrato 2	PADPERAUTILCO	93.784	0.00
	TA40		
	PADAGUA	7.211	0.01
	PADDENSUTIL	4.019	0.06
Estrato 3	PAD2SAL	4.389	0.05
	PADPERAUTILCO	29.256	0.00
	TA40		
	PADESG	20.292	0.00
	PADAPART	4.374	0.05

Tabela 2. Indicadores de condições sociais e demográficos segundo estrato – Niterói.

ESTRATO	ÁGUA	ESGOTO	LIXO	APART	ATÉ2SAL	70ANOS EMAIS	8MOR	INCREM	FAV	PERAÚTIL COTA40	DENS ÚTIL
1	98.10	94.57	91.30	64.64	12.90	8.47	0.73	0.46	5.81	15.42	16941.40
1.1	97.32	91.70	87.27	48.86	18.01	7.29	1.01	0.52	6.55	16.92	13908.92
1.2	99.39	99.28	97.92	90.57	4.50	10.56	0.26	0.17	2.60	8.89	30082.13
2	21.76	15.49	81.89	1.50	23.50	3.84	1.46	5.78	4.41	54.07	6424.35
2.1	3.73	8.31	85.74	1.81	18.03	3.88	1.48	7.90	6.31	6.14	4571.61
2.2	49.42	26.52	75.97	1.02	31.91	3.77	1.45	4.29	3.08	87.63	7721.26
3	71.36	61.89	54.97	5.15	39.96	4.02	1.96	-1.10	27.22	56.09	13459.14
3.1	88.98	79.99	62.79	7.98	37.02	4.51	1.99	-1.57	38.25	26.95	14827.06
3.2	50.43	40.39	45.68	1.79	43.46	3.44	1.93	-0.55	14.62	89.38	11895.80

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

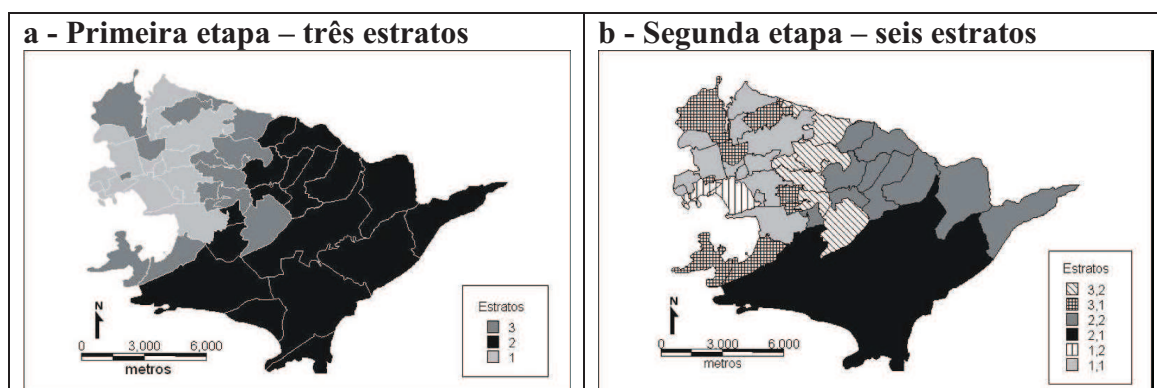
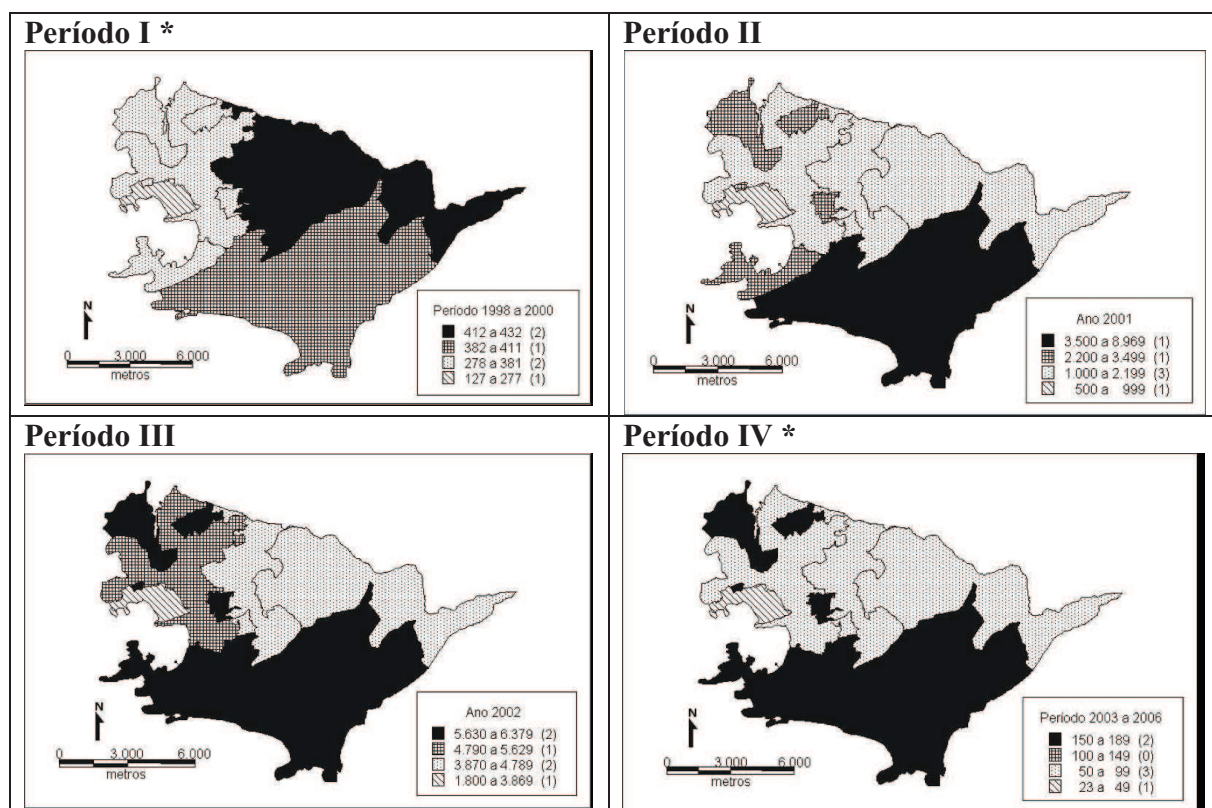


Tabela 3. Casos e taxa de incidência da dengue (100.000 habitantes) por estrato para cada período de análise – Niterói.

Estrato	1998 – 2000 *		2001		2002		2003 – 2006 *	
	Casos	Incidência	Casos	Incidência	Casos	Incidência	Casos	Incidência
1	1866	236.63	4278	1637.13	9668	3710.09	448	43.25
1.1	1508	296.74	3368	2015.10	7964	4795.76	359	54.88
1.2	358	127.66	910	966.31	1704	1802.73	89	23.32
2	1040	394.18	5994	6165.11	5553	5420.27	667	141.66
2.1	602	382.15	5329	8967.97	4040	6376.67	568	189.29
2.2	438	412.00	665	1759.17	1513	3870.28	99	57.97
3	1109	349.04	2281	2188.85	5105	4933.82	464	113.81
3.1	477	278.06	1280	2281.27	3135	5637.18	350	160.60
3.2	632	432.33	1001	2081.05	1970	4116.47	114	60.07
Niterói	4015	293,03	12553	2712,72	20326	4357,08	1579	82,49

* Taxa de Incidência Média

Figura 2. Taxa de incidência da dengue por 100.000 habitantes para cada período de análise (segunda etapa) – Niterói.



* Taxa de Incidência Média

Referências bibliográficas:

1. Altman DG. *Practical statistics for medical research*. London: Chapman and Hall, 1995.
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 Saúde Pública*. 2003;19(5): 1283-1292.
3. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop*. 2005; 38 (3): 246-250.
4. Braga C, Ximenes RAA, Albuquerque MFPM, Souza WV, Miranda J, Brayner F, et al. Avaliação de indicador socioambiental utilizado no rastreamento de áreas de transmissão de filariose linfática em espaços urbanos. *Cad. Saúde Pública*. 2001; 17 (5): 1211-1218.
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/ABRASCO; 1998. p. 79-89.
6. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública*. 1998; 32 (3):232-6.
7. Flauzino RF, Souza-Santos R, Barcellos C, Gracie R, Magalhães M, Oliveira RM. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais. *Revista de Saúde Pública (Online)*, 2009. No prelo.
8. Grupo Interdisciplinario de Estudios en Salud. "Sistema Nacional de Vigilancia de Situación de Salud Según Condiciones de Vida". Documento elaborado por dicho Grupo. La Habana, Cuba. 1994.
9. Ho GYF, Quian H, Kim MY, Melnik TA, Tucker KL, Jimenez-Velazquez IZ, et al. Health disparities between island and mainland Puerto Ricans. *Rev Panam Salud Publica*. 2006;19 (5):331-9.

10. Machado JP, Oliveira RM, Souza-Santos R. Dengue e Condições de Vida: uma abordagem espacial. *Cad Saúde Pública*. 2009. No prelo.
11. Mingoti SA. Análise de Cluster In: Mingoti SA, organizador. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem aplicada. Minas Gerais: Editora UFMG; 2005. p. 155-211.
12. Moliner RB, Marie GC, Canizares PF, Cruz RG, Milord DR. Determinación de estratos para priorizar intervenciones y evaluación en Salud Pública. *Rev Cubana Hig Epidemiol*. 2001; 39 (1): 32-41.
13. Monken M, Barcellos C. Vigilância à saúde e território utilizado: possibilidades teóricas e metodológicas. *Cad Saúde Pública*. 2005; v. 21, n. 3, p.898-906.
14. Nunes A, Santos JRS, Barata RB, Viana SM. Medindo desigualdades em saúde no Brasil. Brasília: OMS/Opas/IPEA; 2001.
15. PMN-Prefeitura Municipal de Niterói: Perfil de uma cidade. Rio de Janeiro. Prefeitura Municipal de Niterói (Secretaria Municipal de Ciência e Tecnologia); 2000.
16. Sabroza PC, Toledo, LM, Osanai CH. A Organização do espaço e processos endêmicos-epidêmicos. In: Leal MC, Sabroza PC, Rodrigues RH, Buss PM, eds. Saúde, Ambiente e Desenvolvimento. Vol. II. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco; 1992. p. 57-77.
17. Teixeira JC, Pungirum MEMC. Análise da associação entre saneamento e saúde nos países da América Latina e do Caribe. *Rev Bras Epidemiol*. 2005; 8(4): 365-76.
18. Teixeira MA, Barreto ML, Guerra Z. Epidemiologia e Medidas de Prevenção do Dengue. *Informe Epidemiológico do SUS*. 1999, 8(4):5-33.
19. 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 Saúde*. 2003, 12 (2): 87-97.

20. Vasconcelos PFC, Lima JW, Raposo ML, Rodrigues S.G, Travassos da Rosa, JFS, Amorim SMC, Travassos da Rosa ES, Moura CMP, Fonseca AN, Travassos da Rosa, PA. Inquérito soro-epidemiológico na Ilha de São Luís durante epidemia de dengue no Maranhão. *Rev Soc Bras Med Trop.* 1999; 32 (2):171-179.
21. 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 Saúde Publica.* 1998;32(5):447-54.

**EXTRAÇÃO DE INDICADORES DE “USO DO SOLO” APLICADOS AO
ESTUDO DA DENGUE NO MUNICÍPIO DE NITERÓI (RJ) –
A PARTIR DE IMAGEM *QUICKBIRD* UTILIZANDO
CLASSIFICAÇÃO ORIENTADA A OBJETO**

Resumo

A dengue é considerada uma doença reemergente, onde fatores ambientais como o regime de chuvas, a temperatura, vegetação, coleções hídricas e a umidade favorecem a proliferação da população de vetores e agentes infecciosos. Informações extraídas de imagens de satélite podem facilitar o estudo da dengue fornecendo novos indicadores associados à doença. Neste trabalho foi utilizada classificação orientada a objetos em imagem de alta resolução (*Quickbird* – 2,4 em 2,4 metros) de maio de 2006 do município de Niterói, na busca de possíveis indicadores de “uso do solo” associados a dengue. Os resultados mostram que a proporção de piscinas apresenta correlação com a incidência da dengue segundo setores censitários no ano de 2007, sugerindo que a transmissão ocorre próxima as áreas residenciais. Entretanto, essa correlação foi fraca ($r= 0.28$ e $p= 0.02$). Os outros indicadores extraídos da imagem não apresentaram correlação significativa. O coeficiente de concordância global *Kappa*, foi classificado como “substancial” (0,61 a 0,80) segundo Landis e Koch (1977), indicando um bom desempenho na classificação da imagem. A classificação orientada a objetos nos traz novas possibilidades e, através de diferentes indicadores que podem ser extraídos da imagem de satélite, esta ferramenta pode ser utilizada na produção de mapas de risco identificando locais prioritários para ações de prevenção e controle de doenças.

Abstract

Dengue is considered a reemerging disease, where environmental factors such as rainfall, temperature, vegetation, water collection and humidity favor the proliferation of infected vectors and infectious agents. Information extracted from satellite images can facilitate the study of dengue providing new indicators of disease. In this work we used object-oriented classification in high resolution image (Quickbird – 2,4 on 2,4 meters) from May 2006 the municipality of Niterói, in the search for possible indicators of "land use" associated with dengue. The results show that the proportion of pools correlates with the incidence of dengue according to census tracts in 2007, suggesting that transmission occurs near residential areas. However, this correlation was weak ($r = 0.28$ and $p = 0.02$). Other indicators extracted from the image showed no significant correlation. The overall Kappa coefficient of agreement was classified as "substantial" (0.61 to 0.80) seconds Landis and Koch (1977), indicating a good performance in image classification. Classification object oriented brings new possibilities and through different indicators that can be extracted from the satellite image, this tool can be used to produce risk maps identifying priority sites for prevention and control diseases.

Introdução

As doenças transmitidas por vetores constituem, ainda hoje, importante causa de morbidade no Brasil e no Mundo. A dengue é considerada a principal doença reemergente nos países tropicais e subtropicais (Tauil, 2002), onde aspectos do meio físico-biótico (ambientais) como o regime de chuvas, a temperatura, vegetação, coleções hídricas e a umidade favorecem a proliferação das populações de vetores e agentes infecciosos (Correia et al, 2004).

Os padrões espaço-temporais da dengue, assim como das doenças transmitidas por vetores, estão relacionados a fatores de ordem biológica, geográfica, ambiental, social e econômica que atuam sinergicamente na produção, distribuição e controle das doenças. Os fatores climáticos influenciam o ciclo de vida dos mosquitos transmissores de doenças como a dengue, entretanto, estes fatores não são determinantes para explicar a ocorrência da doença (Reiter, 2001). A relação entre características ambientais e ocorrência de doenças é mediada pela estrutura demográfica da população e pelo perfil socioeconômico local, atuando sobre a suscetibilidade e as possibilidades de contato com vetores e reservatórios (Werneck et al, 2002). Devem ser considerados ainda os hábitos culturais e comportamentais que contribuem para a ocorrência de padrões epidemiológicos diferenciados das enfermidades.

A epidemiologia paisagística, uma das áreas da epidemiologia, parte da premissa que, se conhecendo as exigências ambientais dos transmissores e reservatórios de doenças, é possível prever riscos epidemiológicos através do conhecimento das variáveis ambientais, auxiliando a tomada de medidas profiláticas e de controle da enfermidade. A possibilidade de se combinar as variáveis ambientais com os locais de incidência de doenças trazidas pelo avanço tecnológico (Geoprocessamento e

Sensoriamento Remoto) vem transformando a epidemiologia paisagística nas últimas décadas (Aparício, 2001).

O uso de técnicas de sensoriamento remoto (SR) em estudos epidemiológicos tem se tornado cada vez mais freqüente. O SR tem sido uma importante ferramenta nos estudos de doenças que apresentam relações com as condições ambientais, fornecendo informações para identificar e mapear *habitats* potenciais de parasitas e vetores de doenças, predizer alterações em populações de vetores e parasitas, monitorar quantitativamente e qualitativamente alterações nos respectivos *habitats* e identificar áreas de maior e menor risco de doença (Hugh-Jones, 1989). Além disso, permite monitorar variáveis ambientais no tempo e no espaço em diversas escalas e subsidiar as ações de vigilância, planejamento e controle de doenças.

As técnicas de classificação automática e semi-automática de imagens de sensoriamento remoto permitem ampliar e acelerar o processo de aquisição de informações ambientais relevantes no contexto dos estudos enfocando a interação ambiente-doença. Com o uso dos recursos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como ambiente computacional para integração dessas informações com outras relativas à ocorrência da doença, como os dados de caracterização do perfil socioeconômico e demográfico, é possível montar um painel socioterritorial ampliado, que potencializa e amplia o olhar do epidemiologista sobre potenciais focos e áreas de risco (Correia et al, 2007).

Entretanto, a aplicação de técnicas de classificação automática às imagens de elevada resolução espacial enfrenta dificuldades devido a essas imagens apresentarem um aumento de ruído e de variabilidade espectral intra e interclasses. Os classificadores que utilizam métodos pixel-a-pixel são limitados para classificar tais imagens, pois

trabalham apenas com informações espectrais, o que não é suficiente para discriminar as feições de interesse em escala intraurbana. Os classificadores que utilizam uma abordagem orientada a objetos têm se mostrado como uma alternativa para suplantar a limitação dos classificadores pixel-a-pixel, visto que utilizam no processo de classificação não unicamente às características espectrais dos objetos, mas também informações de topologia, de textura, de forma, de tamanho, entre outras. A gama de descritores da abordagem orientada a objeto, aliada à capacidade de classificação hierárquica pela herança de atributos e uso de rede semântica (estrutura lógica de relação entre as classes) aliada à possibilidade de uso de regras de pertinência *fuzzy* faz com que o sistema possa “aprender” a interpretar cenas complexas a partir da inserção, por parte do analista, da lógica de interpretação de um intérprete humano (Ribeiro, 2009).

Poucos estudos utilizam imagens de satélite para investigar fatores ambientais associados com a dengue. Dentre estes, grande parte trabalha com imagens de média resolução espacial e com métodos de classificação que utilizam apenas informações da refletância espectral (Nakhapakorn, Tripathy, 2005). Pouquíssimos estudos utilizam imagens de alta resolução e empregam classificação orientada a objetos (Trovo e al, 2009).

Diante disso, o objetivo do trabalho é verificar a aplicabilidade e transferência da estratégia de classificação orientada a objetos na busca de possíveis indicadores de “uso do solo” relacionados com a transmissão da dengue.

Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Niterói (Latitude: 22°53'00" Sul e Longitude: 43°06'13" Oeste), localizado na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Niterói é considerado como de médio porte com área territorial de 131,5 Km² e densidade demográfica de 3487,43 hab/km². A população estimada em 2007, segundo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foi de 475.000 habitantes. Os domicílios ligados a rede geral de abastecimento de água são em torno de 78%; aqueles ligados à rede de esgotamento sanitário são cerca de 70%; e 81% são servidos por coleta de lixo. Ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o primeiro lugar no ranking estadual (www.imprensa.niteroi.gov.br - acessado em 25/05/2009). Os programas utilizados na análise foram o *Definiens Developer 7.0* e *SPSS 16.0*.

Esse trabalho foi enviado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública (CEP/ENSP), de acordo com o parecer número 152/08 de 03/11/2008.

Etapas metodológicas

O trabalho foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa foram obtidas, através de processamento de imagem de satélite, informações do ambiente urbano da Niterói. Na segunda etapa, para entender como características do ambiente urbano podem favorecer a transmissão e persistência da dengue em Niterói, as informações ambientais foram correlacionadas com a incidência da dengue no ano de 2007.

Primeira etapa

A classificação da imagem teve como objetivo adquirir variáveis de “uso do solo”. Estas foram: água, piscinas, área urbana densa, área urbana esparsa, vegetação, telhados brilhantes (em busca de possíveis áreas de favelas) e telhados de cerâmica. A variável sombra foi utilizada somente para separar a área urbana esparsa da área urbana densa.

Para obtenção das variáveis “uso do solo” foi realizada a classificação orientada a objetos. Esta foi dividida em análise exploratória e caracterização das classes; segmentação da imagem; elaboração da rede semântica; classificação e avaliação dos resultados.

Foi utilizada uma composição de imagem de satélite *Quickbird* de maio de 2006 do município de Niterói, com resolução espacial de 2,4 em 2,4 metros. Esta foi obtida no SURFACE Real World Models- e trabalhada no programa *Definiens Developer* (versão 7.0) através da composição das bandas 4, 2 e 1, as quais foram escolhidas pelas características de identificar corpos de água; áreas urbanizadas e presença de vegetação. As imagens *Quickbird* apresentam melhor resolução espacial e são interessantes para o estudo de áreas urbanas.

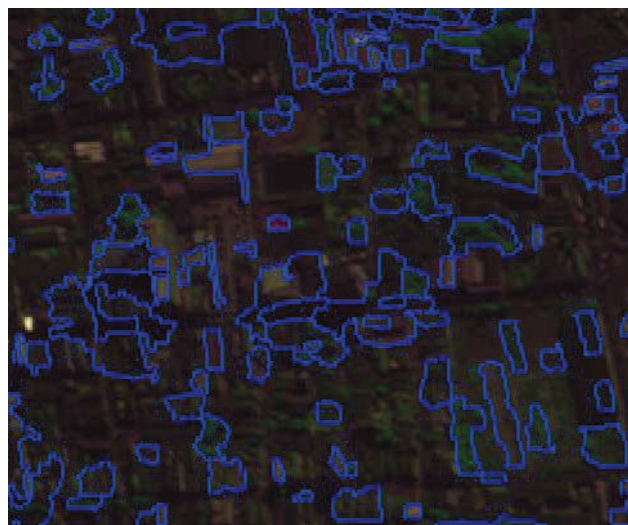
Considerando o objetivo deste trabalho, de avaliar a aplicabilidade e transferência da estratégia de classificação orientada a objeto na busca de possíveis indicadores de “uso do solo” relacionados com a transmissão da dengue, o primeiro passo para iniciar tal classificação foi realizar a interpretação visual da imagem e definir as classes que seriam chaves na caracterização de áreas ocorrência de um padrão socioambiental característico.

Após a definição das classes e das características de interesse que foram utilizadas na classificação, o segundo passo é a segmentação baseada em multi-resolução e é a

partir dela que os objetos alvos são criados. O resultado desta fase tem repercussão nas demais. Por isso, foram feitos vários testes até se obter uma segmentação que atendesse aos interesses da classificação. Por se tratar de uma segmentação multi-resolução, vários níveis de segmentação foram testados. Após a definição dos valores dos parâmetros a serem utilizados, foi realizada a segmentação.

No algoritmo implementado no sistema *Definiens Developer*, atributos de forma (compacidade e suavidade) e cor são utilizados para caracterizar os diferentes segmentos (Baatz; Schãpe, 2000). O parâmetro compacidade é um atributo que representa quão agrupado estão os pixels de um determinado objeto. A suavidade representa o grau de regularidade do contorno de um objeto. E, por fim, o parâmetro fator de escala controla o tamanho de cada objeto, de modo que este corresponda a uma Unidade Mínima de Mapeamento (*Minimal Mapping Unit - MMU*). (Definiens Developer, 2007). A figura 1 apresenta os parâmetros utilizados na segmentação e a visualização da imagem segmentada.

Figura 1 – Parâmetros utilizados no processo de segmentação



Escala – 15; Forma – 0.5; Compacidade – 0.9.

Após a identificação das classes chave foi montado um modelo preliminar de conhecimento. Neste modelo foram definidas regras de decisão para classificação (Tabela 1). Estas regras serviram de base para a elaboração da rede semântica no *Definiens Developer* (Figura 2).

Tabela 1 – Classes e regras de decisão para separação de características ambientais de Niterói.

Classes	Regras de decisão
Água	Baixo brilho
Vegetação	NDVI * alto
Piscinas	Área, brilho, formato retangular, NDVI baixo
Área urbana densa	Máxima diferença menor que 1**
Área urbana esparsa	Distância das sombras
Telhados de cerâmica	Área, B3/B1, formato retangular
Telhados brilhantes	Área e brilho alto
Sombras	Cor/Matiz; Intensidade e Saturação

* Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) - calculado através da razão entre a diferença das bandas do infravermelho e do vermelho e a soma dessas duas

** Para maiores informações sobre este atributo consultar *Definiens Developer* (2007).

Para classificar a imagem, o *Definiens Developer* possui dois classificadores: o vizinho mais próximo (*nearest neighbor*) e as funções *fuzzy* de pertinência (*fuzzy membership functions*), além da classificação manual. O vizinho mais próximo classifica os objetos da imagem com base na distribuição das amostras de treinamento das classes no espaço de atributos. Na lógica *fuzzy*, o grau de pertinência pode ser

representado por diferentes curvas (rígidas ou contínuas). Utilizando regras *fuzzy*, um objeto pode estar associado a várias classes com diferentes graus de pertinência. O grau de pertinência varia de 0 (não pertence) a 1 (pertence), e a classe considerada é aquela cujo grau de pertinência é maior (Flanders et al., 2003).

Para avaliar os resultados da classificação, foi verificada a acurácia a partir de uma matriz de erros. Para isso, foram coletadas amostras testes e então foi calculado a acurácia global, acurácia do produtor, a acurácia do usuário e o coeficiente de concordância *Kappa*. A estatística *Kappa* é definida como a proporção de concordância observada não decorrente ao acaso, em relação a máxima concordância não devida ao acaso (Fleiss JL, 1981). Os valores de *Kappa* variam de -1 a +1. Valor 1 representa total concordância e os valores próximos e até abaixo de 0, indicam nenhuma concordância, ou a concordância foi exatamente a esperada pelo acaso. (Correia et al, 2007).

Segunda etapa

A incidência da dengue foi calculada para o ano 2007 segundo setores censitários. Para obtenção da população foi utilizada as projeções intercensitárias disponíveis no IBGE. Para obtenção dos casos por setor censitário foi realizado o georreferenciamento manual através da busca da variável endereço de residência no Google Maps e na malha de arruamento obtida na secretaria de urbanismo de Niterói.

A correlação entre as variáveis de “uso do solo” e a incidência da dengue foi analisada usando o programa estatístico SPSS 16.0.

Resultados e Avaliação da Classificação

De modo geral o resultado obtido na classificação se mostra coerente com a realidade ambiental do município (Figura 3).

A classe vegetação foi mapeada em primeiro lugar por ser facilmente discriminada. Para diferenciação da vegetação utilizou-se o NDVI, este serviu tanto para separar classes com elevado valor desse atributo, como é o caso da vegetação, como para separar classes com baixo valor desse atributo como, por exemplo, as piscinas. Esse atributo também foi utilizado por Araújo (2006) para separar vegetação. Em seguida, por ser também de fácil discriminação, foi separada a classe Água através do algoritmo de classificação *Assign Class* utilizando a característica brilho < 18 (baixo brilho).

Posteriormente, foi determinada a classe piscina cujas regras foram: tamanho da área, formato retangular, baixo brilho e baixo NDVI. A posteriori, foi discriminada a área urbana, cuja única regra foi a associação dessa classe a objetos com baixa máxima diferença. Dentro da área urbana houve a diferenciação das classes sombra, telhados brilhantes, telhados de cerâmica e área urbana esparsa. Para diferenciação da classe sombra foi utilizada a transformação IHS (Intensidade, Cor ou Matiz e Saturação). Os telhados brilhantes foram separados a partir das seguintes regras: área do telhado e brilho elevado. Os telhados de cerâmica foram discriminados através das seguintes características: área, razão B3/B1 e formato retangular. O atributo razão da banda 3 pela banda 1 também foi utilizado por Kux e colaboradores (2009) para separar telhados de cerâmica. E, para diferenciar área urbana densa de área urbana esparsa foi utilizada a distância da área urbana para a classe sombra. Áreas urbanas densas são compostas por

construções verticais que geram sombras na imagem. Diante disso, áreas urbanas densas teriam uma menor distância entre as sombras.

Obtida a classificação foi realizado o teste para avaliação de seu desempenho. A Tabela 2 mostra o resultado da avaliação da classificação. Podem-se notar pequenas confusões entre classes. Entretanto o coeficiente de concordância global *Kappa*, foi classificado como “substancial” (0,61 a 0,80) segundo Landis e Koch (1977). Os erros do usuário e do produtor também são bons. Exceto para área urbana esparsa e telhados brilhantes. Observa-se também que para essas classes, os valores de Hellden (visão otimista) e Short (visão pessimista) são menores. Isto ocorre porque estes valores são relativos a interação entre os valores do usuário e do produtor tornando-se pequenos quando pelo menos um dos dois (usuário e produtor) é baixo. Estes fatos interferem no índice *Kappa* individual por classe, tornando-o baixo. É importante ressaltar o 100% de acerto das classes vegetação e água (Tabela 2).

Na análise da correlação da incidência da dengue com as proporções das variáveis extraídas da imagem de satélite somente o indicador proporção de piscinas apresentou correlação positiva e estatisticamente significativa (Pearson = 0,28 e p = 0,02). Entretanto a correlação foi fraca (Tabela 3).

Tabela 2 – Resultado da avaliação da classificação da imagem de satélite – Município de Niterói

Classes / Amostras	vegetação	água	urbana densa	telhados brilhantes	telhados cerâmica	urbana esparsa	piscinas	sombras	Soma
Matriz de Confusão									
vegetação	13	0	3	0	0	1	0	0	17
água	0	16	0	0	0	0	0	2	18
urbana densa	0	0	14	3	3	0	4	0	24
telhados brilhantes	0	0	0	7	4	0	4	0	15
telhados cerâmica	0	0	0	0	9	1	0	0	10
urbana esparsa	0	0	2	2	0	8	1	0	13
piscinas	0	0	0	0	0	0	34	0	34
sombras	0	0	1	0	0	0	0	10	11
Não classificada	0	0	0	0	0	0	6	0	6
Soma	13	16	20	12	16	10	49	12	148
Acurácia									
Produtor	1	1	0.7	0.58	0.56	0.8	0.62	0.83	
Usuário	0.76	0.89	0.58	0.47	0.90	0.62	0.73	0.91	
Hellden	0.87	0.94	0.64	0.52	0.69	0.7	0.67	0.87	
Short	0.76	0.89	0.47	0.35	0.53	0.53	0.5	0.77	
Kappa por classe	1	1	0.64	0.54	0.53	0.78	0.58	0.82	
Acurácia	0.75								
Kappa	0.68								

Tabela 3- Matriz de correlação da incidência da dengue em Niterói – ano 2007 e variáveis extraídas da imagem de satélite (Coeficiente de *Pearson*).

	Incidência	Água	Vegetação	Piscinas	Urbana esparsa	Urbana densa	Telhados brilhantes	Telhados cerâmica
Incidência	1.00							
p valor								
Água	0.04	1.00						
p valor	0.77							
Vegetação	-0.11	-0.33	1.00					
p valor	0.37	0.00						
Piscinas	0.28	-0.10	-0.18	1.00				
p valor	0.02*	0.41	0.14	0.93				
Urbana esparsa	0.09	-0.08	-0.91	0.20	1.00			
p valor	0.48	0.53	0.00	0.09				
Urbana densa	0.03	-0.11	-0.41	-0.15	0.41	1.00		
p valor	0.81	0.34	0.00	0.18	0.00			
Telhados brilhantes	0.23	-0.02	-0.48	0.45	0.47	0.17	1.00	
p valor	0.05*	0.85	0.00	0.00	0.00	0.13		
Telhados cerâmica	0.12	-0.09	-0.52	-0.14	0.56	0.41	0.50	1.00
p valor	0.30	0.43	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	

Incidência – Taxa de incidência da dengue em 2007; Água – Proporção de água; Vegetação – Proporção de vegetação; Piscinas – Proporção de piscinas; Urbana esparsa – Proporção de área urbana esparsa; Urbana densa – Proporção de área urbana densa; Telhados brilhantes – Proporção de telhados brilhantes e telhados cerâmica – Proporção de telhados cerâmica.

* Correlação significante nível 0.05

Discussão

A classificação de imagens orientada a objetos consiste em uma poderosa ferramenta para explorar os potenciais das imagens de alta resolução espacial. Entretanto, ainda há muito para avançar em relação aos tipos de atributos que podem ser utilizados para se caracterizar classes de uso do solo em áreas urbanas (Pinho, Kux, 2004).

A matriz de correlação mostra que a proporção de piscinas obtida da classificação da imagem pode ser útil para determinar relações entre estrutura urbana e dengue. Troyo e colaboradores (2009), através de classificação orientada a objetos, verificaram que houve correlação inversa entre a incidência da dengue a densidade de edifícios e correlação direta da incidência com a cobertura arbórea (variáveis de estrutura urbana). Nakhapakorn e Tripathy (2005) verificaram que áreas construídas constituem-se em zonas de alto risco. Van Benthem et al. (2005) verificaram, através de regressão logística, que em áreas peri-urbanas a maior soropositividade da dengue depende principalmente do comportamento humano e de fatores relacionados à qualidade da habitação. Já nas zonas rurais, as pessoas idosas e as pessoas que vivem em casas cercadas por terrenos naturais e agrícolas apresentaram risco maior.

É importante mencionar que a relação encontrada entre dengue e maior proporção de piscinas sugere que a transmissão ocorre próxima as áreas residenciais. As piscinas, se não tratadas, são habitats de larvas de *Aedes aegypti* e podem estar associadas ao aumento da densidade vetorial. A relação verificada entre dengue e telhados brilhantes, sendo estes um indicativo de ocupações informais, pode representar

inadequação e/ou inexistência de serviços de saneamento, obrigando a adoção de medidas de armazenamento de água e destinação do lixo pela população. Criando, dessa forma, condições favoráveis para reprodução do vetor. Entretanto, essas relações observadas podem ter ocorrido ao acaso e características comportamentais, atividades educativas e atividades de controle poderiam também explicar a relação obtida. O conhecimento de áreas com piscinas e áreas de ocupações informais podem afetar habitats de larvas e ajudar a prevenção e controle da endemia.

De acordo com Siqueira et al (2009), em Niterói, o grande número de piscinas não tratadas pode propiciar a produção de potenciais locais de proliferação do vetor, além de outras características ambientais citadas pelos autores.

Como o objetivo principal do estudo não foi identificar variáveis que poderiam explicar variações da incidência da dengue no município, indicadores socioeconômicos, de infestação (índice de infestação predial e o índice de Breteau) e também indicadores de produtividade dos criadouros não foram utilizados. Além disso, a autocorrelação espacial não foi considerada. Entretanto, é interessante a utilização de modelos de regressão espacial com a inserção de indicadores socioeconômicos, epidemiológicos e ambientais para verificação de possíveis indicadores determinantes na transmissão e persistência da doença.

Acreditamos que os resultados obtidos são motivadores para continuidade de estudos nessa linha de pesquisa. A classificação orientada a objetos nos traz a possibilidade de geração de novos indicadores que podem facilitar a identificação de locais prioritários para ações de prevenção e controle da dengue.

A rede semântica criada para classificação de indicadores de uso do solo em ambientes intraurbanos gerou um mapa de cobertura do solo com boa exatidão temática

para nossa área de estudo. Entretanto essa rede semântica precisa ser aperfeiçoada e reaplicada para outras áreas de estudo a fim de verificar seu poder de generalização.

Além disso, outros indicadores que também podem ser extraídos da imagem de satélite, como os utilizados por Van Benthem et al. (2005) podem trazer novos resultados, tais como: distância de áreas irrigadas, distância de áreas com plantações arbóreas, distância de área de vegetação escassa relacionada a atividade humana, percentual de área densa construída em 200 metros, percentual de vegetação escassa relacionada a atividade humana em 200 metros, distância de floresta seca.

Apesar de não utilizada no presente estudo, vale ressaltar que a estruturação de rede hierárquica de classes é importante no processo de classificação de imagens, pois estabelece importantes relações entre objetos de níveis distintos, facilitando a separação de classes. Além disso, informações temáticas auxiliam no processo de segmentação/classificação. O uso de dados vetoriais como polígonos de municípios, bairros, setores censitários ou quadras é fundamental na definição do limite dos objetos e principalmente na diferenciação de classes, como por exemplo, as ruas.

Mesmo considerando as dificuldades de compreensão da totalidade do espaço geográfico, a possibilidade de utilização de imagens de alta resolução espacial nos traz novas perspectivas de análises geográficas. Entretanto, esta análise tem forte relação com o domínio das técnicas de processamento digital de imagens e o conhecimento da área de estudo.

Figura 2 – Rede Semântica utilizada para classificação da imagem

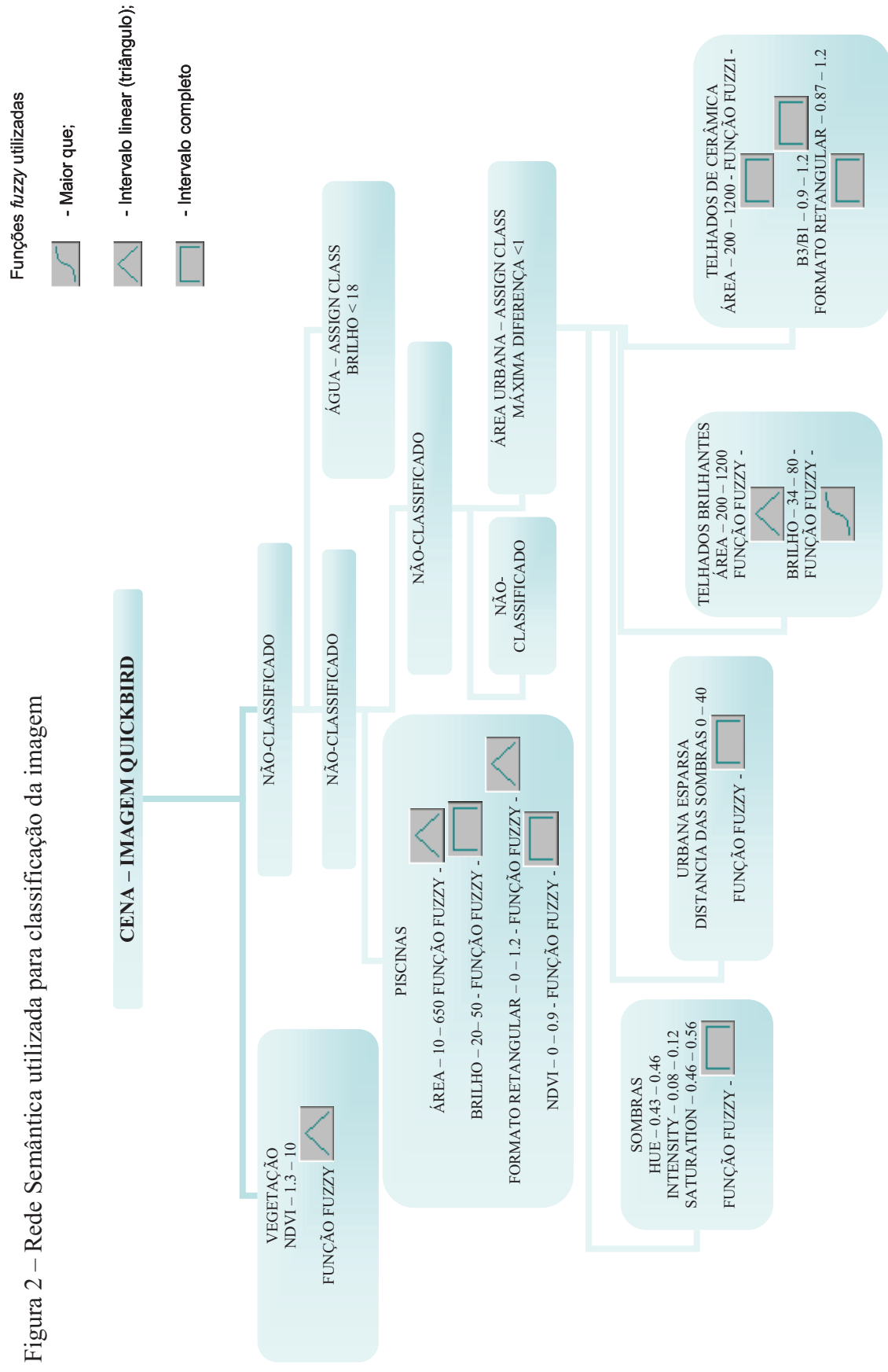
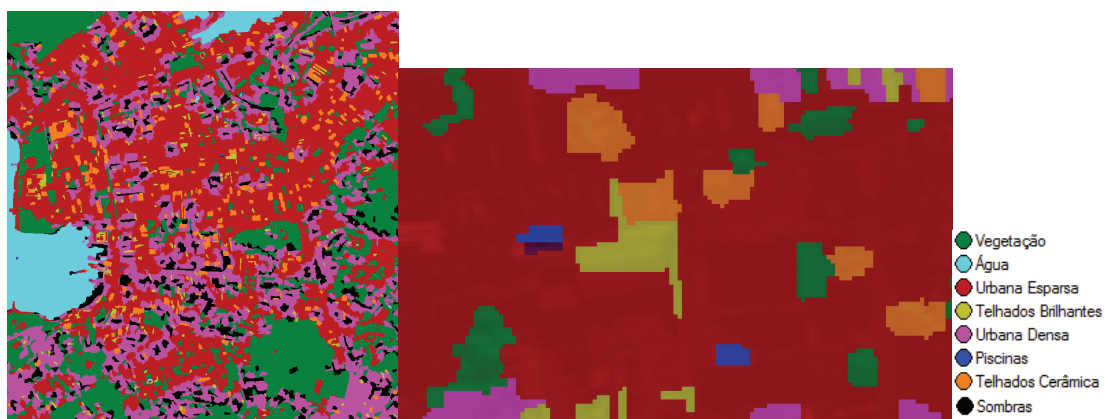


Figura 3 – Resultado da Classificação



Referências bibliográficas

1. Aparício C. Utilização de geoprocessamento e sensoriamento remoto orbital para análise espacial da paisagem com incidência de leishmaniose tegumentar americana. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências. USP; 2001.
2. Araújo EHG. Análise multi-temporal de cenas do satélite quickbird usando um novo paradigma de classificação de imagens e inferências espaciais: estudo de caso-Belo horizonte, MG. (Dissertação de Mestrado). São José dos Campos: INPE; 2006.
3. Baatz, M.; Schape, A. Multiresolution segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: Strobl J, Blaschke T. Angewandte Geographische Informations verarbeitung XII. Beiträge zum AGITSymposium Salzburg . Karlsruhe. Herbert Wichmann Verlag, p. 12–23; 2000.
4. Correia VRM, Carvalho MS, Sabroza PC, Vasconcelos CH. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. Cad Saúde Pública. 2004; 20:891-904.
5. Correia VRM, Monteiro AMV Carvalho MS, Werneck GL. 2007. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. Cad. Saúde Pública [online].. 2007; 23 (5): 1015-1028. ISSN 0102-311X.
6. Definiens Developer 7: User Guide. Germany. 2007. Disponível em <http://www.definiens.com>
7. Flanders D, Hall-Beyer M, Pereverzoff J. Preliminary evaluation of eCognition object-based software for cut block delineation and feature extraction. Canadian Journal of Remote Sensing. 2003; 29 (4): 441–452.
8. Fleiss JL. Statistical methods for rates and proportions. 1981. New York: John Wiley & Sons.
9. Hugh-Jones, M. Applications of remote sensing to the identification of the habitats of parasites and disease vectors. Parasitol. Today. 1989; 5:244-251.

10. Kux HJH, Novack T, Fonseca LMG. Mapeamento de favelas usando classificação orientada a objeto – estudo de caso em Paraisópolis, São Paulo (SP). Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. 2009; 25-30, INPE, p. 715-721.
11. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33:159-74.
12. Nakhapakorn K, Tripathi NK. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue haemorrhagic fever incidence. *International Journal of Health Geographics*. 2005; 4:13
13. Pinho CMD, Kux HJH. Dados do Quickbird para subsidiar o planejamento urbano: uma proposta metodológica, Município de São José dos Campos, SP, Brasil. Anais XI Simposio Latinoamericano sobre Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial Santiago, Chile, 22-26 novembro 2004, SELPER.
14. Reiter, P. Climate Change and Mosquito-Borne Disease, *Environmental Health Perspectives*. 2001; 109 (11):141-161.
15. Ribeiro, BMG. Extração de superfícies impermeáveis a partir de imagens QuickBird aplicando classificação orientada a objeto. Anais 2º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Corumbá, 7-11 novembro 2009, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.259-269.
16. Tauil, PL. Controle de doenças transmitidas por vetores no sistema único de saúde. *Inf. Epidemiol. Sus*. 2002; 11 (2): 59-60. ISSN 0104-1673.
17. Troyo A, Fuller DO, Calderón-Arguedas O, Solano ME, Beier JC. Urban structure and dengue fever in Puntaneras, Costa Rica. *Singap J Trop Geogr*. 2009; 30 (2): 265-282.

18. Werneck GL, Rodrigues LJ, Araújo LB, Santos MV, Moura LS, Lima SS, et al. The burden of *Leishmania chagasi* infection during an urban outbreak of visceral leishmaniasis in Brazil. *Acta Trop.* 2002; 83:13-8.
19. Siqueira ASP, Souza-Santos R, Sabroza PC, Oliveira RM. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online]. 2009; 25 (9): 1937-1946. ISSN 0102-311X.
20. Van Benthem BHB, Vanwambeke SO, Khantikul N, Burghoorn-Maas C, Panart K, Oskam L, Lambin EF, Somboon P. Spatial patterns of and risk factors for Seropositivity for Dengue Infection. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2005; 72(2): 201–208

**DENGUE E DESIGUALDADES SOCIOESPACIAS NA REGIÃO OCEÂNICA
DO MUNICÍPIO DE NITERÓI**

Resumo

A dengue é um tema cada vez mais debatido no cenário mundial. A difícil escolha de uma metodologia capaz de analisar fenômeno de tal complexidade e a falta de um modelo explicativo abrangente sobre a incidência da doença tem gerado propostas de intervenções quase sempre parciais. Esse trabalho buscou verificar a distribuição espacial da incidência da dengue e sua relação com as desigualdades socioespaciais entre setores censitários da região oceânica do município de Niterói no ano de 2007, mediante a utilização de análise espacial e modelagem estatística. Foi utilizado o Índice de *Moran* Bivariado para verificar correlações significativas entre a incidência e as variáveis utilizadas. O modelo de regressão linear múltipla e o modelo espacial condicional auto-regressivo foram usados para analisar a relação entre dengue e o contexto ambiental e socioeconômico. As análises realizadas demonstraram que as taxas de incidência da dengue apresentam associação com as carências na infraestrutura de saneamento (maior proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água do tipo poço ou nascente na propriedade) e com a maior proporção de piscinas. Ao avaliar somente os setores pertencentes aos bairros de Itaipu e Engenho do Mato, verificamos nos dois modelos (linear e espacial) que a proporção de piscinas continua como uma variável explicativa. Contudo, passa a ter significância estatística nessa modelagem a proporção de apartamentos que poderia refletir a presença de maior contingente populacional, fonte de indivíduos suscetíveis e infectados concentrados em áreas restritas, que associado a precariedade de infraestrutura urbana, facilitaria a transmissão da doença. Outra variável que entrou no modelo foi a proporção de esgotamento sanitário que apresentou relação inversa com o aumento da incidência da dengue. Uma questão importante foi verificar a não ocorrência de dependência espacial quando trabalhamos com os setores da Região Oceânica. Entretanto, quando

mudamos o número das unidades geográficas trabalhadas, focando naquelas com autocorrelação espacial local significativa (Lisa - sig), a dependência espacial é constatada. É importante lembrar que as questões acerca dos padrões de distribuição espacial de agravos à saúde podem variar de acordo com a escala adotada. Esse trabalho reforça a importância do geoprocessamento e de métodos que incorporem a dependência espacial na análise da distribuição da dengue.

Abstract

Dengue is an increasingly debated topic on the world. The difficult choice of a methodology capable of analyzing the phenomenon of such complexity and the lack of a comprehensive explanatory model of the incidence of disease has generated proposals for interventions almost always partial. This study aimed to determine the spatial distribution of the incidence of dengue and its relationship to socio-spatial inequality between census tracts of the oceanic region of Niterói in 2007, using spatial analysis and statistical modeling. Was used the bivariate Moran Index to determine significant correlations between the incidence and the others variables used. The model of multiple linear regression model and spatial autoregressive conditional were used to analyze the relationship between dengue and socioeconomic and environmental context. The analysis performed showed that the incidence rates of dengue present associated with deficiencies in sanitation infrastructure (higher proportion of permanent private households with water supply from wells or springs in such property) and the highest proportion of pools. When evaluating only the sectors belonging to the neighborhoods of Itaipu and Plantation Forest, we found in both models (linear and spatial) the proportion of pools as an explanatory variable. However, in this model the proportion of apartments becomes statistical significance that could reflect the presence of larger populations, a source of susceptible individuals and infected concentrated in restricted areas, which associated with precarious urban infrastructure, that facilitate the transmission of the disease. Another variable that entered the model was the proportion of sewage that was inversely related to the increasing incidence of dengue. An important issue was to verify the non-occurrence of spatial dependence when working with sectors of the Oceanic Region. However, when we change the number of geographical units worked, focusing on those with significant local spatial

autocorrelation (Lisa - sig), the spatial dependence is found. It is important to remember that questions about the spatial distribution of health outcomes may vary according to the adopted scale. This work reinforces the importance of GIS and methods that incorporate spatial dependence in the distribution analysis of dengue.

Introdução:

A dengue é um tema cada vez mais debatido no cenário mundial. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima-se que entre 50 a 100 milhões de pessoas se infectem anualmente, em mais de 100 países, de todos os continentes, exceto a Europa (Funasa, 2002). Diante da difícil tarefa do controle da dengue, tendo em vista sua crescente expansão, sobretudo em países tropicais, torna-se extremamente necessária uma análise aprofundada dos fatores intrínsecos à transmissão da doença.

A difícil escolha de uma metodologia capaz de analisar fenômeno de tal complexidade e a falta de um modelo explicativo abrangente sobre a incidência da doença tem gerado propostas de intervenções quase sempre parciais. A compreensão da dinâmica espacial da doença e suas relações com o contexto social e econômico, que favorece a permanência e proliferação do vetor em áreas urbanas e sua capacidade de transmissão, oferecem subsídios para implantação de estratégias mais eficazes no controle da dengue (Teixeira TRA e Medronho RA, 2008).

Os avanços tecnológicos na área do geoprocessamento têm permitido incorporar a estrutura espacial das variáveis, o que acrescenta a vantagem de analisar o problema, no caso a dengue, enquanto fenômeno social particularizado em seu contexto socioeconômico, cultural e ambiental. Essas técnicas de análise permitem avaliar riscos a saúde coletiva e orientar intervenções mais eficazes (Lima MLC et al., 2005).

Segundo Resendes et al. (2010) as condições de Niterói propiciam a transmissão do vírus da dengue. A urbanização não-planejada, o alto crescimento demográfico, a intermitência no abastecimento de água, a irregularidade na coleta de lixo, a 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.

Diante disso, esse trabalho buscou verificar a distribuição espacial da incidência da dengue e sua relação com as desigualdades socioespaciais nos setores censitários da região oceânica do município de Niterói no ano de 2007, mediante a utilização de análise espacial e modelagem estatística.

Metodologia

Trata-se de um estudo ecológico, de corte transversal, com dados secundários, utilizando técnicas de análise espacial de dados de área e modelagem estatística. Optou-se por trabalhar com eventos agregados por unidades de análise territorial, no caso setores censitários, por não se dispor de uma localização exata dos eventos.

O presente trabalho foi desenvolvido na Região Oceânica do município de Niterói (Latitude: 22°53'00" Sul e Longitude: 43°06'13" Oeste), localizado na Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Niterói é considerado como de médio porte com área territorial de 131,5 Km² e densidade demográfica de 3487,43 hab/km². A população estimada em 2007, segundo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), foi de 475.000 habitantes. Os domicílios ligados a rede geral de abastecimento de água são em torno de 78%; aqueles ligados à rede de esgotamento sanitário são cerca de 70%; e 81% são servidos por coleta de lixo. Ocupa o terceiro lugar no ranking nacional de Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o primeiro lugar no ranking estadual (www.imprensa.niteroi.gov.br - acessado em 25/05/2009).

Os dados socioeconômicos foram obtidos do censo demográfico de 2000 e os dados populacionais foram adquiridos do censo demográfico de 2000 e de estimativas populacionais para os anos intercensitários (IBGE). Para obtenção do número de casos de dengue em residentes do município no ano de 2007 foram excluídos registros em duplicidade e foram considerados somente casos com confirmação

clínica epidemiológica ou laboratorial e notificados no período compreendido entre a 12^a (18/03 a 24/03) e a 22^a (27/05 a 02/06) semana epidemiológica, totalizando 20 semanas que apresentaram a maior concentração de casos. Esses dados foram obtidos do SINAN (Sistema Nacional de Agravos de Notificação) na Secretaria Municipal de Saúde de Niterói. Estes casos foram georreferenciados nos setores censitários, manualmente, através da busca da variável endereço de residência no Google Maps e na malha de arruamento obtida na secretaria de urbanismo de Niterói. Houve uma perda de 19%.

Os indicadores socioeconômicos construídos para os setores foram: proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água do tipo poço ou nascente na propriedade (PROPOÇO); proporção de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo realizada por serviço de limpeza (PROPLIXO); proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto (PROPESG); proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 salários mínimos (PROPSAL); proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com até 3 anos de estudo (PROPEST); proporção de domicílios particulares permanentes do tipo apartamento (PROPAPART). Os indicadores “uso do solo” foram obtidos da classificação de imagem de satélite *Quickbird* de maio de 2006 e estes são: proporção de piscinas (PROPISC), proporção de área urbana densa (PROPURBDEN) e proporção de área urbana esparsa (PROPURBESP) (Artigo 2).

Foram empregadas transformações do tipo raiz quadrada para as variáveis proporção de piscinas, proporção de área urbana densa e proporção de área urbana esparsa e logaritmo neperiano (Ln) para a variável desfecho taxa de incidência da dengue (INC2007) e para as demais variáveis independentes. Essas transformações

foram escolhidas porque resultaram em melhores aproximações para a distribuição normal.

Foi usado o mapa digital de setores censitários da região oceânica do município de Niterói obtidos no IBGE.

A análise exploratória de dados espaciais (AEDE) teve como objetivo verificar a aleatoriedade dos dados espaciais, buscando identificar se os valores do atributo numa região não dependem dos valores desse atributo nas regiões vizinhas. Segundo Almeida (2004) existe um conjunto de estatísticas que investigam a presença da autocorrelação espacial, verificando, dessa forma, se os valores encontrados em uma determinada área são similares aos valores das áreas vizinhas. Diante disso, para verificar a existência de autocorrelação espacial das variáveis utilizadas foi calculado o Índice de *Moran* global para todas as variáveis. A matriz de vizinhança utilizada foi a *Queen* (matriz de contiguidade definida por áreas que compartilham o mesmo lado ou o mesmo vértice (diagonal, horizontal ou vertical) com a região de interesse). Considerando que padrões globais podem esconder padrões locais ou mesmo ser influenciados por ele, foi calculado a autocorrelação espacial local (*LISA*) e sua significância estatística.

Posteriormente, para a mensuração da correlação espacial entre a incidência da dengue e as diferentes variáveis, calculou-se o *I* de *Moran* bivariado e sua significância estatística.

As relações entre taxa de incidência da dengue e as variáveis utilizadas foram analisadas aplicando-se o modelo de regressão linear multivariada e espacial (modelo espacial condicional auto-regressivo – CAR) com seleção *stepwise*. O modelo CAR só foi aplicado para os setores que apresentaram autocorrelação espacial local significativa. Estes foram os setores pertencentes aos bairros Itaipu e Engenho do Mato. Para

suavização dos indicadores e melhor visualização foi feito o mapa de *Kernel* da variável desfecho (taxa de incidência da dengue) e das variáveis significantes.

Para realização de todas as etapas do trabalho foi utilizado o programa GEODA (ANSELIN, 2005), versão 0.9.5, *Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois at Urbana-Champaign*, Urbana, Estados Unidos e o programa TerraView 3.3.1, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos/São Paulo.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca (CEP/ENSP), de acordo com o parecer número 152/08 de 03/11/2008.

Resultados:

A Região Oceânica, que se insere de modo peculiar no processo de rápida expansão urbana, apresentou altas taxas de incidência da dengue em 2007. Os bairros de Engenho do Mato e Itaipu apresentaram os maiores números de casos. Entretanto, as maiores incidências foram encontradas nos bairros Engenho do Mato e Itacoatiara (Tabela 1). Quando mudamos a unidade de análise, os setores censitários que concentram maior número de casos e taxas elevadas estão localizados nos bairros de Itaipu e Engenho do Mato (Figura 1 A, 1B).

A análise exploratória da autocorrelação através do cálculo da estatística I de *Moran* global para todas as variáveis mostrou que somente as variáveis proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto, proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 salários mínimos e proporção de domicílios particulares permanentes do tipo apartamento não apresentaram significância estatística, não estando então autocorrelacionadas. Todas as demais apresentaram autocorrelação espacial. Entretanto,

as variáveis que apresentaram valor do I de *Moran* acima de 0,20 foram: proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade e proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com até 3 anos de estudo. A taxa de incidência apresentou baixo I de *Moran* com valor de 0,1359 (Tabela 2).

A análise exploratória da correlação entre a incidência e os indicadores realizada por meio do cálculo do índice de *Moran* bivariado mostrou associação estatisticamente significativa, ao nível de 10%, da taxa de incidência com os seguintes indicadores: proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade; proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto; proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 salários mínimos e proporção de piscinas. Dentre as variáveis explicativas somente as variáveis proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade e a proporção de piscinas apresentaram uma correlação positiva. Sendo o índice de *Moran* bivariado de 0,2025 ($p=0,01$) e 0,1672 ($p=0,09$), respectivamente. Os indicadores proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto e proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 salários mínimos apresentaram correlação negativa (Tabela 2). Dessa forma, setores com maior taxa de incidência apresentam vizinhos com maior proporção de poço, maior proporção de piscinas, menor renda e menor proporção de esgotamento sanitário.

Na regressão linear multivariada ao aplicar a estratégia *stepwise* para seleção de variáveis, o modelo final obtido conteve apenas as variáveis proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na

propriedade e a proporção de piscinas. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado no modelo ajustado mostrou que 21% da variabilidade total da incidência da dengue nos setores censitários da região oceânica de Niterói é explicada por essas duas variáveis (Tabela 3).

A análise dos resíduos da regressão linear múltipla apontou a presença de um padrão de dispersão dos resíduos não aleatório. Entretanto, o teste I de *Moran* dos resíduos apresentou baixo valor (0,0567) e p-valor estatisticamente não significativo (0,2). Diante disso, não houve a necessidade de ajuste das variáveis a um modelo que assumira estrutura espacial.

Por meio da construção do *LISA* sig foi observado um aglomerado de setores com autocorrelação espacial local significativa e na sua maioria pertencentes ao bairro de Itaipu e Engenho do Mato (Figura 2).

Na regressão linear multivariada (estratégia *stepwise*) realizada somente nos setores pertencentes ao bairro de Itaipu e Engenho do Mato, o modelo final obtido conteve as variáveis: proporção de piscinas; proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto e proporção de domicílios particulares permanentes do tipo apartamento. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado no modelo ajustado mostrou que 20% da variabilidade total da incidência da dengue nos setores censitários dos respectivos bairros é explicada por essas três variáveis (Tabela 3).

A análise dos resíduos da regressão linear múltipla apontou a presença de um padrão de dispersão dos resíduos não aleatório. O teste I de *Moran* dos resíduos apresentou valor de 0,12 e pvalor estatisticamente significativo ao nível de 10% (0,06). O modelo clássico de regressão linear gerou resíduos que estão correlacionados no espaço, o que reflete a forte presença de conglomerados espaciais. Isto apontou a

necessidade da construção de um novo modelo que eliminasse esse aspecto, além de incorporar esses efeitos espaciais. Diante disso, houve a necessidade de ajuste das variáveis a um modelo que assumira estrutura espacial.

A modelagem CAR (estratégia *stepwise*) realizada somente nos setores pertencentes ao bairro de Itaipu e Engenho do Mato, também apontou as mesmas variáveis no modelo final. O coeficiente de regressão encontrado no modelo CAR foi superior ao do modelo de regressão linear múltipla (Tabela 3).

O resultado do teste I de *Moran* dos resíduos apresentou baixo valor 0,005 e p-valor estatisticamente não significativo (0,34), apontando dessa forma, o melhor ajuste dos dados com esse modelo. A modelagem CAR apresentou o maior desempenho por qualquer dos critérios utilizados: Log Verossimilhança (LIK) e Critério de Inf. Akaike (AIC) (Tabela 4).

É importante lembrar que quando alteramos o número de unidades geográficas trabalhadas (setores dos bairros de Itaipu e Engenho do Mato) a modelagem CAR é adequada, porém isso não foi verificado quando trabalhamos com todos os setores da Região Oceânica.

Observa-se, através da estimativa de *Kernel*, concentração de altas taxas em alguns setores pertencentes a esses bairros decorrente, em parte, da maior proporção de piscinas e da maior proporção de apartamentos situados também nesses setores. Observa-se também uma maior proporção de poço nesses setores, porém essa variável não apresentou significância estatística na regressão multivariada e espacial quando analisamos somente os setores dos bairros de Itaipu e Engenho do Mato (Figura 1).

Tabela 1 – Número de casos e incidência da dengue por 100 mil habitantes – Bairros da Região Oceânica de Niterói, 2007.

Bairros	casos	Incidência/100000hab
Jacaré	26	1021,61
Cafubá	57	1259,67
Piratininga	232	1626,01
Itaipú	757	2997,78
Camboinhas	68	3296,17
Itacoatiara	51	3823,08
Engenho do Mato	269	4030,56
Região Oceânica	1460	2409,72

Tabela 2 - Análise da autocorrelação espacial da incidência da dengue e dos indicadores socioeconômicos e da correlação espacial entre a incidência da dengue e indicadores socioeconômicos. Setores censitários da Região Oceânica de Niterói, 2007.

Variáveis	<i>Moran</i> Global autocorrelação		<i>Moran</i> Bivariado correlação espacial	
	Valor <i>Moran</i>	p-valor	Valor <i>Moran</i>	P-valor
INC2007	0,1359	0,06	-	-
PROPOÇO	0,2662	0,01	0,2025	0,01
PROPEST	0,2207	0,01	0,0313	0,99
PROPISC	0,1282	0,02	0,1672	0,09
PROPLIXO	0,1482	0,04	0,1053	0,31
PROPURBESP	0,1304	0,04	0,0032	0,99
PROPURBDEN	0,0894	0,09	-0,0019	0,99
PROPSAL	-0,0414	0,37	-0,1151	0,03
PROPAPART	-0,023	0,43	0,0412	0,99
PROPESG	0,0072	0,59	-0,1052	0,03

INC2007 – taxa de incidência da dengue no ano de 2007; PROPOÇO - proporção de domicílios particulares permanentes com abastecimento de água do tipo poço ou nascente na propriedade; PROPEST - proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com até 3 anos de estudo; PROPPISC – proporção de piscinas; PROPLIXO - proporção de domicílios particulares permanentes com coleta de lixo realizada por serviço de limpeza; PROPURBESP – proporção de área urbana esparsa; PROPURBDEN – proporção de área urbana densa; PROPSAL - proporção de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes com rendimento mensal até 2 salários mínimos; PROPAPART - proporção de domicílios particulares permanentes do tipo apartamento; PROPESG - proporção de domicílios particulares permanentes ligados a rede geral de esgoto.

A pseudo-significância empírica é baseada em 99 permutações aleatórias

Tabela 3 - Resultados da regressão linear múltipla e espacial da incidência da dengue em relação aos indicadores socioeconômicos – setores censitários da Região Oceânica e bairros de Itaipu e Engenho do Mato, Niterói, 2007.

Regressão linear múltipla	Coefficientes	Erro padrão	t	p-valor
Setores da Região Oceânica				
Intercepto	1,8398	0,1104	16,65	0,0000
PROPOÇO	0,3333	0,0866	3,8456	0,0002
PROPISC	5,4857	2,1364	2,5676	0,0124
R2	0,2186			
Setores dos bairros de Itaipu e Engenho do Mato				
Intercepto	2,1279	0,1941	10,95	0,000
PROPISC	11,991	4,1288	2,9042	0,006
PROPESG	0,7338	0,3524	2,0820	0,045
PROPAPART	0,6001	0,2986	2,0092	0,052
R2	0,2017			
Regressão CAR	Coefficientes	Erro padrão	Z	p-valor
Setores dos bairros de Itaipu e Engenho do Mato				
Intercepto	2,1253	0,2154	9,8640	0,000
PROPISC	11,391	3,7819	2,9982	0,002
PROPESG	0,8119	0,3115	2,6062	0,009
PROPAPART	0,5126	0,2872	1,7843	0,07
Rho	0,3128			

Tabela 4 – Parâmetros das regressões da incidência da dengue em relação aos indicadores socioeconômicos – setores censitários dos bairros Itaipu e Engenho do Mato, Niterói, 2007

Parâmetros	RLM	CAR
R2 ajustado	0,2017	-
Log verossimilhança	-39,7036	-38,940708
AIC (Critério de Inf. Akaike)	87,4072	85,8814

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: --nostringval--

STACK:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)