

# Análise Espacial em População e Ambiente: aplicação para o estudo da dengue em Caraguatatuba, São Paulo, em 2013

Igor Cavallini Johansen <sup>1\*</sup>  
Roberto Luiz do Carmo <sup>2</sup>  
Maria do Carmo Dias Bueno <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Cientista Político e Sociólogo (Unicamp). Mestre em Demografia (Unicamp). Doutorando em Demografia (Unicamp).

<sup>2</sup> Sociólogo (Unicamp), Mestre em Sociologia (Unicamp) e Doutor em Demografia (Unicamp). Professor do Departamento de Demografia (DD - IFCH) e Pesquisador do Núcleo de Estudos de População (NEPO-Unicamp).

<sup>3</sup> Engenheira Civil (UERJ). Mestre em Geomática (UERJ). Doutoranda em Demografia (Unicamp).

**Resumo** O objetivo deste artigo foi evidenciar as potencialidades do uso das ferramentas do geoprocessamento e da análise espacial no campo das discussões acerca das inter-relações entre as dinâmicas da população e do ambiente. Para tanto, observou-se o caso da influência da distribuição dos serviços de saneamento ambiental na dispersão dos casos de dengue no município de Caraguatatuba, no estado de São Paulo, no ano de 2013. A metodologia compreendeu a distribuição das informações do Censo Demográfico de 2010 em grades regulares, realizando em seguida a aplicação de uma análise de cluster e do Índice Local de Moran. Os resultados indicam que, pelo fato de a dengue ser uma doença multicausal, as ferramentas de geoprocessamento e análise espacial podem potencializar imensamente a compreensão do papel desempenhado por alguns desses fatores causais através do seu isolamento em relação aos demais.

**Palavras-Chave:** análise espacial; análise de cluster; índice local de moran; dengue; caraguatatuba.

## 1. Introdução

Há mais de 150 anos atrás, John Snow criou um mapa que mostrava a localização de bombas públicas de água e das mortes por cólera na vizinhança de Londres (SNOW, 1855). Um exame cuidadoso do mapa levou-o a concluir que as mortes por cólera estavam relacionadas a uma bomba d'água específica e essa descoberta facilitou o desvendamento das causas da doença. Esse foi um primeiro momento no qual a utilização de informações espaciais permitiu identificar padrões de distribuição de uma doença e os possíveis fatores associados a eles. Por isso, este é considerado um dos primeiros trabalhos no âmbito do geoprocessamento e saúde da população.

Este estudo observa especificamente aquela que já se tornou uma das principais doenças infecciosas no Brasil: a dengue. O Brasil tinha, em 1995, 1.753 municípios infestados pelo *Aedes aegypti*, o mosquito vetor da dengue. Em 2010, alcançaram-se os 4.007 municípios infestados, um aumento de 128% em quinze anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Tem-se que o processo de crescimento e adensamento das cidades brasileiras não foi acompanhado *pari passu* pelas políticas de saneamento ambiental, inclusive de abastecimento de água. Sem acesso – ou com acesso precário – aos serviços de saneamento, a população tende a estocar água em recipientes variados no interior das suas residências, propiciando a geração de novos criadouros

para o *Aedes aegypti* (SATTETHWAITE, 1993; DONALISIO, 1999; CARMO, 2009; OMS, 2013).

Os casos confirmados de dengue no interior de um mesmo município não se distribuem de forma equânime por todas as suas localidades, havendo aquelas com maior concentração de casos da doença. A hipótese deste trabalho é de que a distribuição do saneamento ambiental no interior de um mesmo município está correlacionada com a disseminação da dengue na sua área intraurbana. Assim, onde não se conta com os serviços básicos de provimento de água, coleta de resíduos sólidos e de esgotos, haveria possivelmente maior concentração de casos de dengue.

Para a verificação desta hipótese tomam-se as ferramentas da análise espacial, utilizando como estudo de caso o município de Caraguatatuba, situado no litoral norte do estado de São Paulo, durante a epidemia de dengue de 2013.

## 2. Descrição da área de estudos

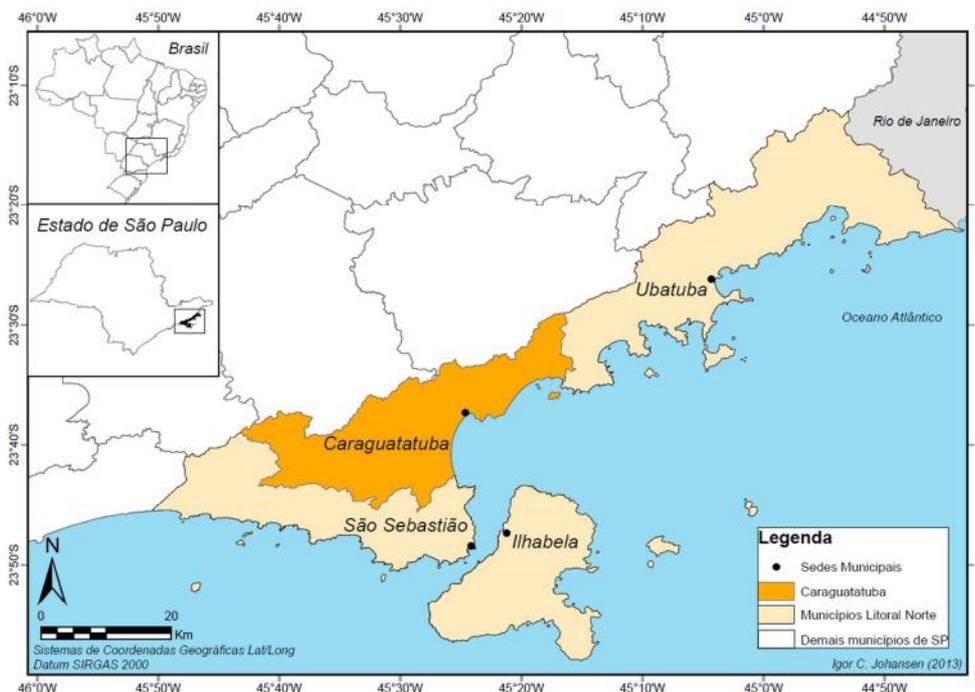
Caraguatatuba é um município litorâneo do Estado de São Paulo (FIG. 1), distante 180 km da cidade de São Paulo e 386 km do Rio de Janeiro. Apenas no fim do século XX e início do XXI sua população cresceu consideravelmente, saltando de 52.878 habitantes de acordo com Censo de 1991 para 100.840 em 2010 (IBGE, 1991; 2010).

Esse município enfrenta um forte processo de urbanização, intensificado recentemente pela instalação de grandes empreendimentos e do crescimento das atividades

\* igor@nepo.unicamp.br

turísticas na região (SEIXAS et al., 2010; CARMO et al., 2012). Como consequência, a população cresce de forma acelerada, instalando-se em áreas muitas vezes irregulares e desprovidas de infraestrutura e planejamento urbano adequados. O grau de urbanização em Caraguatatuba, isto é, a participação relativa da população vivendo em áreas

consideradas como urbanas em relação à população total, passou de 87,05% em 1970 para 95,87% em 2010. Verifica-se que o grau de urbanização naquele município foi para todo o período de 1970 a 2010 mais elevado se comparado com os dados do Estado de São Paulo e do Brasil como um todo (TAB. 1).



**Figura 1:** Mapa da área de estudos – município de Caraguatatuba (litoral norte).  
Fonte: Estado de São Paulo.

UNIDADE TERRITORIAL	GRAU DE URBANIZAÇÃO				
	1970	1980	1991	2000	2010
Ubatuba	59,74	90,91	97,75	97,51	96,60
Caraguatatuba	87,05	98,26	99,72	95,35	95,87
Ilhabela	95,22	97,06	98,14	98,81	99,31
São Sebastião	93,70	97,90	99,45	98,99	98,87
<b>Litoral Norte</b>	81,04	95,80	98,88	97,25	98,64
<b>Estado de São Paulo</b>	80,33	88,64	92,80	93,39	95,94
<b>Brasil</b>	55,92	67,59	75,59	81,19	84,36

**Tabela 1:** Graus de Urbanização, Municípios do Litoral Norte, Estado de São Paulo e Brasil, 1970 – 2010.  
Fonte: Carmo et al., 2012.

A economia de Caraguatatuba foi movida até então principalmente pelas atividades turísticas. Entretanto, atualmente essa dinâmica tem se modificado, principalmente a partir dos fortes investimentos por parte do Governo Federal em obras de infraestrutura naquela região. No caso específico de Caraguatatuba, tais obras são voltadas para o desenvolvimento de instalações de processamento e distribuição do petróleo advindo de plataformas off-shore no litoral do estado de São Paulo (INSTITUTO POLIS, 2012). Para todo o litoral norte do Estado, os investimentos relacionados a projetos de exploração, produção e processamento de petróleo e gás relacionados - direta ou indiretamente - à costa norte de São Paulo estão estimados em aproximadamente 136 bilhões de reais.

Desse modo, escolheu-se este município para o presente estudo tendo em vista a intensificação da mobilidade

populacional em decorrência da atração de mão de obra para a concretização desses grandes empreendimentos, o que facilita a circulação e a entrada de novos sorotipos do vírus da dengue para os quais a população residente desse município ainda não está imune, podendo com isso deflagrar o início de novas epidemias. Essa conjuntura pode ainda intensificar as características sociais e ambientais do município, como, por exemplo, exercer pressão sobre a estrutura de saneamento ambiental existente, ampliando lacunas e facilitando a disseminação da dengue.

### 3. Histórico da dengue no município

A introdução da dengue no município de Caraguatatuba aconteceu em 2001, quando houve 22 casos confirmados da doença. Ao longo da década, todavia, o maior ano de

ocorrência foi 2010, que registrou uma taxa de incidência<sup>1</sup> de dengue de quase 3.600 casos para cada 100 mil habitantes. O segundo maior pico da doença foi em 2011, com uma taxa de incidência de 950 casos para cada 100 mil habitantes (FIG. 2).

No período de 2001 a 2011 os sorotipos circulantes da dengue no município foram o 1, 2 e 3 (Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, 2012). Entre 2012 e 2013 houve a introdução de um novo sorotipo, o 4, com o qual a população residente nunca havia tido contato e que, por isso, pode deflagrar uma grande epidemia, tão importante ou mais em termos epidemiológicos que aquela verificada no ano 2010. Indícios dessa tendência já são encontrados ao se considerar as informações da Secretaria de Saúde de Caraguatatuba, que aponta para o registro, apenas entre janeiro e maio do ano de 2013, de pelo menos 1315 casos de dengue, sem levar em conta aqueles que ainda aguardam confirmação.

A hipótese deste estudo é de que possivelmente existam relações importantes em termos da distribuição espacial do serviço de água tratada e do saneamento ambiental e a epidemia de dengue deflagrada naquele município no ano de 2013. Essas relações foram verificadas a partir do uso das ferramentas de geoprocessamento e análise espacial. Contudo, antes de seguir para a descrição da metodologia, apontam-se brevemente alguns aspectos da complexa discussão acerca do papel da análise espacial no campo da Demografia.

#### 4. Geoprocessamento Aplicado à Saúde da População e Demografia Espacial

Para pensar o geoprocessamento e suas potencialidades diante da compreensão da saúde da população de modo específico e da Demografia de modo geral, uma das possibilidades é recorrer à teoria da demografia espacial, ao passo que se busca compreender um processo muito específico da dinâmica populacional (a saúde, ou mais especificamente a morbimortalidade) em uma análise que se pauta pela utilização do ferramental teórico-metodológico da análise espacial. Mas como definir “demografia espacial”?

Voss (2007, p. 458) definiu demografia espacial como “o estudo demográfico formal dos agregados de áreas, isto é, de atributos demográficos agregados a um nível na hierarquia geográfica” (tradução livre)<sup>2</sup>. O autor cita que a maioria dos estudos realizados nos Estados Unidos antes da introdução dos arquivos de microdados do Censo poderiam satisfazer a essa definição.

Entretanto, esta situação mudou. Aquele autor atribui a mudança da macro para a micro demografia a partir de duas forças principais. A primeira foi a emergência de arquivos de microdados em larga escala, que permitiu acesso a informações detalhadas ao nível indivíduo/unidade

doméstica. A segunda força que gerou a queda em importância da análise espacial dos agregados em direção à análise micro foi o dilema conhecido na sociologia como a “falácia ecológica”<sup>3</sup>.

Em complementaridade com essa perspectiva de demografia espacial de Voss (2007), uma definição de certo modo similar afirma que a demografia espacial é a “demografia vista de uma perspectiva espacial. [...] Variações espaciais e temporais na mortalidade, fecundidade e migração, que são estudadas como preliminares à investigação da estrutura populacional em sua totalidade” (WOODS, 1984, p. 43, tradução livre)<sup>4</sup>. Essa definição visa realizar a distinção entre demografia e geografia da população, termo introduzido por Glen T. Trewartha em 1953 (TREWARTHA, 1953).

Ambas as definições apresentadas acima são muito amplas e incluiriam uma lista significativa de estudos, cobrindo vários tópicos e se aplicando a uma variedade de métodos e ferramentas espaciais. Dentre eles estariam o mapeamento de variáveis demográficas (sem qualquer teste estatístico para validar os padrões visuais identificados); análises de padrões temporais e espaciais de variáveis de interesse; utilização de modelos multinível; aplicação de métodos geoestatísticos, entre outros (CASTRO, 2007). Em síntese, qualquer análise demográfica realizada de uma perspectiva espacial iria caber sob a definição de “demografia espacial”.

Há autores, todavia, que não partilham dessa compreensão, preferindo delimitar o campo ainda mais, de modo que nele se inclua a análise das três principais variáveis da demografia (fecundidade, mortalidade e migração) utilizando modelos de tamanho, mudança e composição da população, de modo que essas análises utilizem modelagem estatística formal e econometria espacial. Para uma revisão desta perspectiva de análise espacial ver WEEKS (2004), LAWSON (2005) e CASTRO (2007).

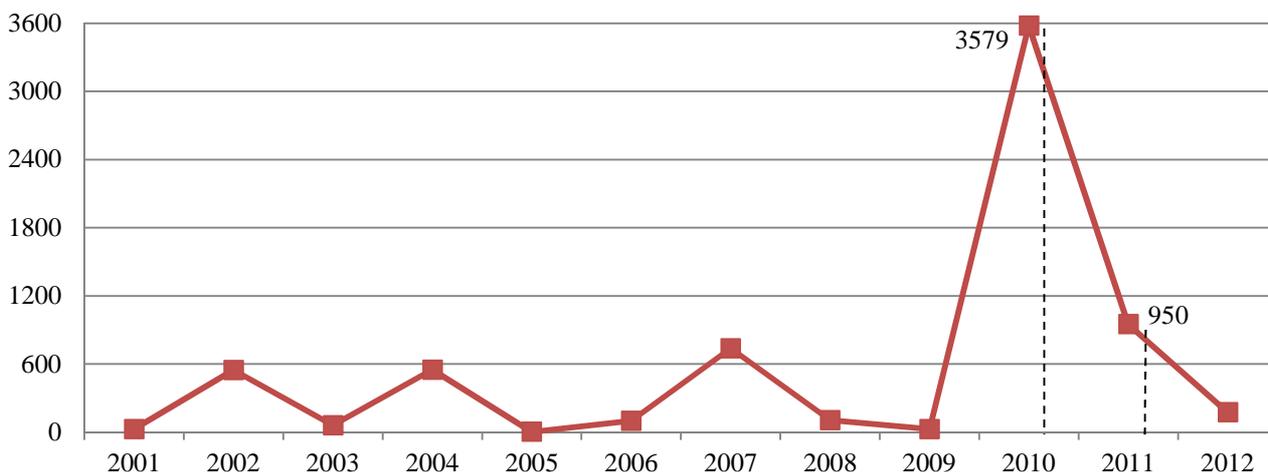
Neste trabalho busca-se dialogar com uma denominação menos restrita de análise espacial, compreendida aqui enquanto técnica exploratória, capaz de gerar hipóteses e detectar padrões de distribuição de variáveis específicas, para daí buscar informações adicionais sobre os lugares, de modo a constituir um ambiente favorável à compreensão científica (GOODCHILD & JANELL, 2004). Nessa definição “ampla” de demografia espacial, encontra-se a base teórica para os procedimentos deste trabalho que se dirigem a buscar nas variáveis sócio demográficas especializadas os fatores que auxiliam a compreender as possíveis inter-relações entre a dispersão espacial da dengue e a distribuição dos serviços de saneamento ambiental (água, esgoto e resíduos sólidos), tomando para isso a análise do município de Caraguatatuba no ano de 2013.

<sup>1</sup> A taxa de incidência de dengue compreende o número de casos confirmados de dengue (clássico e febre hemorrágica de dengue) para cada 100 mil habitantes, em determinado espaço geográfico e no ano considerado. Assim, a Taxa de Incidência de dengue = (Número de casos de dengue confirmados em residentes/ População Total Residente) x 100.000 (RIPSA, 2011).

<sup>2</sup> Citação original: “the formal demographic study of areal aggregates, i.e., of demographic attributes aggregated to some level within a geographic hierarchy”.

<sup>3</sup> A falácia ecológica compreende as armadilhas de se utilizar dados agregados para realizar inferências sobre características e relações individuais. Descobriu-se que diferentes resultados são obtidos quando relações entre variáveis são calculadas em diferentes níveis de agregação (VOSS, 2004<sup>7</sup>).

<sup>4</sup> Citação original: “demography viewed from the spatial perspective. [...] Spatial, together with temporal, variations in mortality, fertility and migration are studied as preliminaries to the investigation of population structure in its entirety”.



**Figura 2:** Taxa de incidência de dengue, Caraguatatuba – 2001-2012.  
Fonte: Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN, 2013).

## 5. Materiais e métodos

Foram utilizadas as metodologias de grades regulares, análise de cluster e aplicação do Índice Local de Moran. As grades regulares permitiram organizar as informações do Censo Demográfico brasileiro de 2010 em células de mesmo tamanho distribuídas ao longo de toda a área urbana do município, o que é explicado logo abaixo. Em seguida, realiza-se uma análise de cluster em dois passos com vistas a tentar diferenciar, no interior daquela cidade, agrupamentos de áreas com piores e melhores condições de saneamento (água, esgoto e coleta de lixo), comparando com a taxa de incidência de dengue de cada um desses agrupamentos. Ao observarmos que o cluster com piores condições de saneamento ambiental e maior taxa de dengue era muito pequeno em termos numéricos (cerca de 10% do total de células analisadas) e que sua localização geográfica não condizia com a área de maior concentração de casos de dengue no município, lançamos mão da aplicação do Índice Local de Moran. Este nos permitiu observar, a partir da aplicação da análise espacial, onde no interior do município se encontravam as áreas com autocorrelação espacial de baixa cobertura de serviços de saneamento ambiental. A descrição pormenorizada da metodologia é apresentada a seguir.

### 5.1 As grades regulares

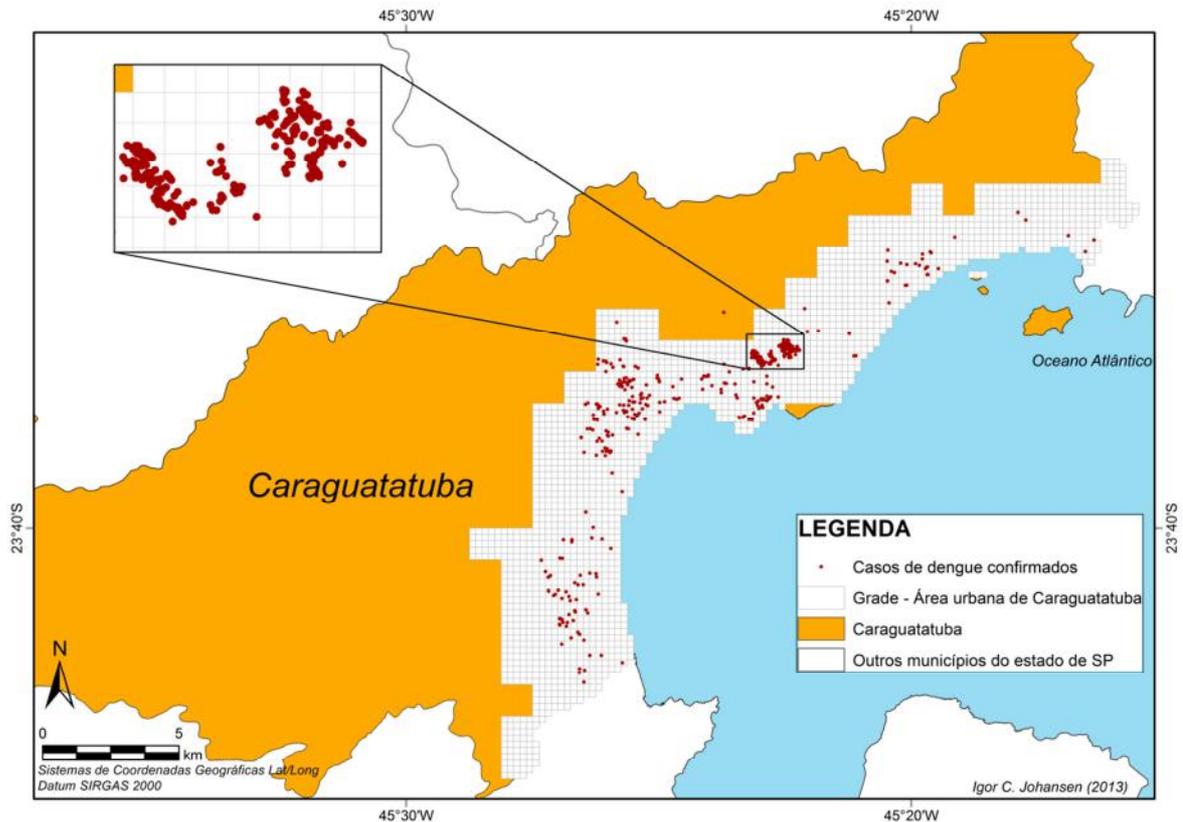
Foram agregados os microdados do universo do Censo Demográfico 2010 para a geração de uma grade regular, com unidades espaciais com cerca de 0,0625km<sup>2</sup> ou 250 x 250m, abrangendo a área classificada pelo IBGE como sendo urbana do tipo 1, ou seja, onde estão localizadas as áreas legalmente definidas como urbanas e aquelas reservadas à expansão urbana (FIG. 3).

A FIG. 3 apresenta uma ilustração das unidades de análise consideradas neste estudo, às quais foram

sobrepostos os casos confirmados de dengue registrados pela Secretaria de Saúde do município de Caraguatatuba entre janeiro e maio de 2013. Os casos de dengue foram representados através de pontos georreferenciados por quarteirão. A suposição é que entre 2010 e 2013 as mudanças em termos de infraestrutura de saneamento não foram significativas.

Essa grade regular foi realizada no programa ArcGIS, versão 10, utilizando a ferramenta *Create Fishnet* e suas dimensões foram definidas para tentar desagregar ao máximo os dados disponibilizados por setores censitários, considerando as diferenças regionais de ocupação e as questões de sigilo estatístico. A fonte das informações para a constituição dessa grade foram os microdados do universo do Censo 2010, o Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e a Base Territorial, cedidos em caráter extraordinário pelo IBGE para utilização em tese de doutorado de Maria do Carmo Dias Bueno (Departamento de Demografia – UNICAMP).

Esta estratégia metodológica aumentou muito a acuidade espacial do dado tendo em vista que a menor unidade de análise na qual os dados do censo demográfico são tradicionalmente disponibilizados é o setor censitário, que é irregular em tamanho e abrange áreas bastante distintas em termos de composição da população. Isso porque quanto maior a unidade estudada e, portanto, maior a população, menor será a homogeneidade interna e a capacidade de distinguir diferenças (BUENO & D'ANTONA, 2012). Nesse sentido, a agregação dos dados e a representação em termos de uma matriz nos moldes indicados permite fornecer a este estudo um nível maior de resolução. Esta novidade facilita, ainda, a sobreposição das informações de caráter diferente, que são os dados de saúde e os sócio demográficos. Esta metodologia já foi testada em outras análises (D'ANTONA et al., 2010; BUENO & DAGNINO, 2011; BUENO & D'ANTONA, 2012).



**Figura 3:** Mapa com a grade regular e casos confirmados de dengue, área urbana de Caraguatatuba, janeiro – maio de 2013. Notas: 1- As células correspondem apenas à área urbana do município. Pelo motivo de que a dengue é uma doença fundamentalmente urbana, será analisada apenas essa área. A considerável porção territorial não classificada como urbana compreende principalmente área de cobertura vegetal, parte do Parque Estadual da Serra do Mar. 2- Os casos de dengue apresentados são aqueles notificados entre os meses de janeiro a maio de 2013. 3- A área em destaque (zoom) representa os bairros onde ocorre a maior concentração de casos de dengue para aquele período, Olaria e Casa Branca.

Fonte: IBGE, 2010. Grade regular estruturada a partir dos microdados do universo do Censo Demográfico e do Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e da Base Territorial. Casos de dengue obtidos com a Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

### 5.3 Análise de cluster

A partir do banco de dados com as informações sociodemográficas do Censo 2010 dispostos na escala das grades regulares (250m x 250m), foi agregada a informação do número de casos de dengue para cada célula através de uma operação no software ArcMap 10.0. Assim foi possível adicionar, em um único banco de dados, as informações sócio demográficas e também do número de casos de dengue para cada célula, favorecendo a realização das análises estatísticas deste estudo.

Observa-se que a distribuição dos casos de dengue na área urbana do município de Caraguatatuba não ocorre de forma regular, havendo áreas com maiores e outras com menores concentrações de casos da doença. Propõe-se, então, tentar compreender se a distribuição dos serviços de saneamento ambiental está correlacionada com essa tendência de distribuição espacial dos casos e taxa de incidência de dengue naquele município litorâneo. Para realizar tal análise, as variáveis de saneamento ambiental utilizadas foram as seguintes:

- i. Percentagem de domicílios ligados à rede geral de água: essa variável é importante porque a dengue pode resultar do acúmulo de água em domicílios que não possuem conexão com a rede de abastecimento de água;
- ii. Percentagem de domicílios ligados à rede geral de esgoto: utiliza-se essa variável, pois a literatura

aponta que, em ocasiões de falta de recipientes ideais para a oviposição do *Aedes aegypti* (água limpa e parada), o vetor da dengue também pode realizar seu processo reprodutivo em água suja, como é o caso dos esgotos (TAUIL, 2002; ANDRADE, 2009);

iii. Percentagem de domicílios com coleta de lixo realizada diretamente por meio de serviço de limpeza: essa variável tem relevância na presente análise tendo em vista que formas inadequadas de coleta de lixo podem gerar acúmulo de recipientes propícios à reprodução do vetor da dengue.

Com essas variáveis, lança-se mão de uma análise de cluster em dois passos (*two-step cluster analysis*) utilizando o programa PASW Statistics 18 de modo a buscar as possíveis correlações existentes entre as informações de dengue e de saneamento ambiental. De acordo com IBM (2013), a análise de cluster em dois passos compreende uma ferramenta exploratória para revelar grupos naturais (ou agrupamentos) em um banco de dados que de outra forma não seriam aparentes. Inseriram-se na análise as três variáveis citadas (percentagem de domicílios ligados à rede geral de água, à rede geral de esgoto e com coleta de lixo realizada diretamente por serviço de limpeza). Solicitou-se então a geração de no máximo três clusters de modo a obter as classes de alta, média e baixa coberturas.

## 5.4 Aplicação do Índice de Moran

Para complementar a análise de cluster supracitada, utilizou-se também a estatística espacial com base no Índice Local de Moran, com o objetivo de testar a autocorrelação espacial e visualizar a ocorrência de agrupamentos para as variáveis selecionadas.

O Índice Local de Moran tem por finalidade localizar espacialmente os agrupamentos de feições com características semelhantes ou diferentes dos seus vizinhos. Um valor positivo do índice aponta que a feição é circundada por outras com valores similares, isto é, faz parte de um agrupamento de feições com valores parecidos ou cluster. Um valor negativo indica que a feição é circundada por feições com valores diferentes, ou seja, a feição apresenta um valor discrepante ou outlier. Esse índice foi criado conforme informações apresentadas na FIG. 4. Na categoria “adequado” inseriram-se as mais apropriadas formas de abastecimento de água, coleta de esgoto e de lixo do domicílio. Como “semi adequado” foram categorizadas aquelas formas de provimento de serviços de saneamento ambiental compreendidas como intermediárias, ao passo que apesar de não serem as ideais ainda são menos impróprias que as classificadas na categoria “inadequado”.

A aplicação do Índice de Moran aferiu a autocorrelação espacial de inadequado-inadequado, ou seja, buscou indicar onde existe alta autocorrelação positiva de vizinhança entre células com saneamento ambiental inadequado.

## 6. Resultados e discussão

As grades regulares permitem observar, com um nível de detalhamento bastante preciso, o mapa do município de Caraguatatuba com as células discriminadas por densidade demográfica (hab./km<sup>2</sup>), como representado na FIG. 5. Nela, observa-se que a maior densidade está concentrada nas áreas periféricas do município em estudo. As áreas menos densas, por sua vez, compreendem a orla da praia e suas proximidades, onde se encontram com maior frequência imóveis alugados principalmente durante o veraneio, além de segundas residências. Verifica-se ainda que as regiões mais densamente ocupadas se localizam do centro da área urbana até o sul, na divisa com São Sebastião. O norte do município aparece claramente enquanto muito menos densamente ocupado.

Além disso, é possível buscar a distribuição da dengue pelo município não apenas através dos casos georreferenciados de doença por local de residência do paciente, mas também calcular a taxa de incidência (casos para cada 100 mil habitantes) tomando como unidade básica de análise as células da grade regular, como evidenciado na FIG. 6.

Pode-se concluir com base nessa imagem que as taxas de incidência mais elevadas da doença compreendem a região central do município, com destaque para os bairros Olaria e Casa Branca (em evidência) e, também, logo ao sul dessas áreas, o Bairro Martim de Sá, fundamentalmente residencial e cujos problemas para o controle da dengue, de acordo com os profissionais do controle de zoonoses, estariam muito mais ligados aos aspectos culturais da população como, por

exemplo, a manutenção inadequada dos pratos em vasos de plantas.

Pergunta-se então: a incidência de dengue seria maior para áreas cuja densidade demográfica é mais elevada? O que se observa ao analisar as FIG. 5 e 6 é que não. Ou seja, a densidade demográfica é superior nas áreas mais distantes da orla, o que se evidencia principalmente na região centro-sul da área urbana. Todavia, os maiores índices da taxa de incidência estão concentrados principalmente na região central de Caraguatatuba.

## 6.1 Resultados da análise de Cluster

O resultado da análise de cluster, em uma escala de -1 (ruim) a 1 (muito boa) foi um modelo de qualidade 0,8, portanto adequado à análise. Inseriu-se junto a cada cluster como variável de avaliação a taxa de incidência de dengue. Na TAB. 2 são apresentados os clusters com seus respectivos tamanhos e características, assim como a variável de avaliação. Somando-se as células que compuseram os clusters (514+429+111), tem-se o total de 1054 células. Mas o total de células urbanas era de 2240. Isso aconteceu porque apenas para essas 1054 havia informações para saneamento ambiental disponível para a população. Para as demais, os dados não foram disponibilizados por questões de sigilo estatístico (quando há menos de 5 domicílios particulares permanentes por célula). Além disso, é importante frisar que se utilizou como unidade de análise da taxa de incidência o número de casos confirmados de dengue para cada 100 habitantes (ao invés de para cada 100.000, critério padrão). Essa escolha metodológica foi realizada de modo a facilitar a visualização e comparabilidade dos dados da taxa de incidência em relação às demais informações de saneamento ambiental utilizadas na análise de cluster.

Ao avaliar o resultado da análise, verificou-se no primeiro cluster condições adequadas de cobertura de água via rede geral (98,05%), de esgoto via rede geral (90,42%) e coleta de lixo por serviço de limpeza (98,80%). Esse foi o maior cluster, com 48% dos casos agrupados. Nele, a taxa de incidência de dengue, para efeito de comparação, é baixa (1,24%). O segundo cluster, por sua vez, apresenta condições intermediárias de acesso aos serviços de saneamento ambiental, com exceção à cobertura de lixo, que possui dados pouco superiores aos do primeiro cluster. Esse segundo aglomerado uniu 40,7% dos casos analisados. A taxa de incidência de dengue nesse segundo cluster foi levemente menor que a do primeiro (0,26%). Por fim, o terceiro cluster agregou praticamente as piores condições de saneamento ambiental, com cobertura de água via rede geral em 29,07% dos domicílios, cobertura de esgoto via rede geral em 20,51% e coleta de lixo em 73,26% dos domicílios. Ao mesmo tempo, nesse cluster encontrou-se a maior taxa de incidência de dengue (15,91%). Essa primeira avaliação mostra que as células com piores condições de saneamento têm maior incidência de dengue. A distribuição espacial dos clusters é apresentada na FIG. 7.

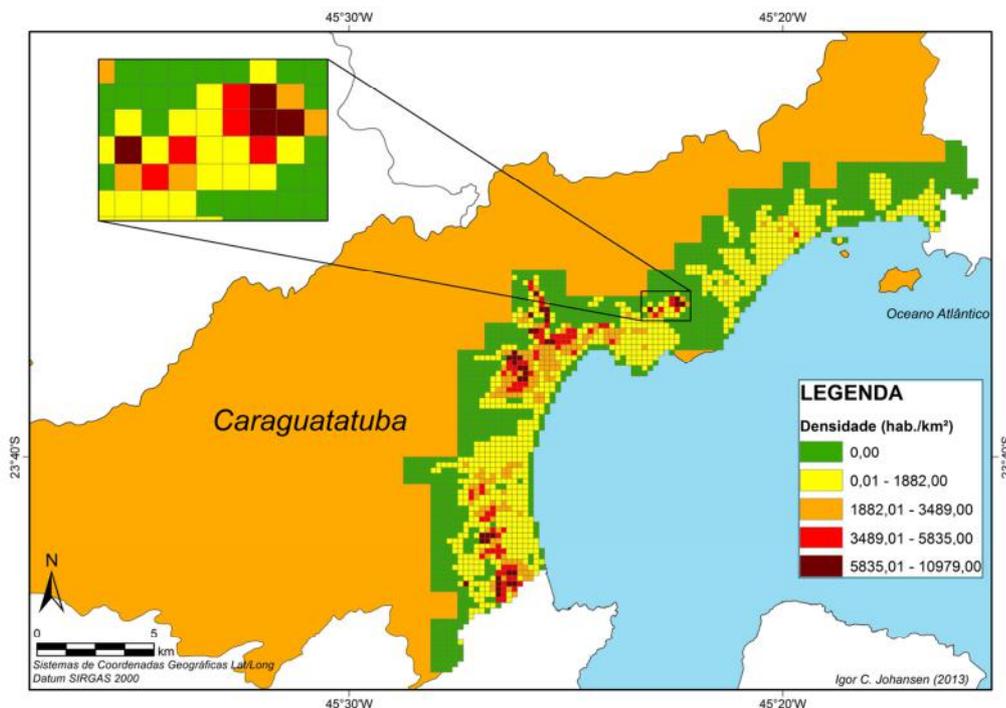
Nessa mesma figura indica-se um buffer de 300 metros que compreende o raio de voo do mosquito *Aedes aegypti* (BARRERA, 2009; FREITAS, 2010; REGIS et al., 2013), tomando como pressuposto que as áreas em vermelho (com

saneamento inapropriado) podem compreender criadouros importantes do vetor da dengue que, a partir destes pontos, alcançaria a população residente em até 300 metros de distância. Além disso, o buffer também contribuiu para reduzir alguma imprecisão nos dados, tenha ela sido gerada no momento da composição da grade regular ou do georreferenciamento dos casos de dengue.

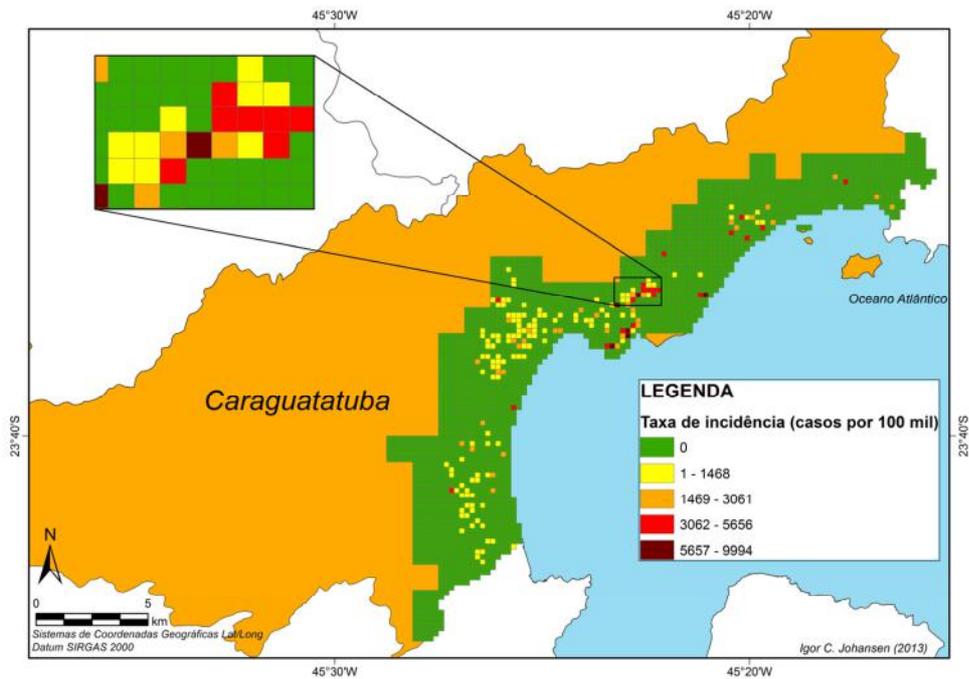
Observa-se no detalhe que a área onde estão mais concentrados os casos de dengue não é, como se imaginaria, aquela situada no cluster 3, com piores condições de saneamento. Muito pelo contrário, esta área se encontra majoritariamente no cluster 1, isto é, aquele onde foram verificadas as melhores condições de cobertura de saneamento ambiental.

<b>Categoria</b>	<b>Abastecimento de água*</b>	<b>Esgoto do banheiro ou sanitário*</b>	<b>Lixo do domicílio*</b>
Adequado	Indicadores AG1: rede geral de distribuição	Indicadores E1: Rede geral de esgoto ou pluvial	Indicadores L1: Coletado diretamente por serviço de limpeza
Semi adequado	AG2: Poço ou nascente na propriedade AG9: Poço ou nascente na aldeia	E2: Fossa séptica E3: Fossa rudimentar	L3: Queimado na propriedade L4: Enterrado na propriedade
Inadequado	AG3: Poço ou nascente fora da propriedade AG4: Carro-pipa AG5: Água de chuva armazenada em cisterna AG6: Água de chuva armazenada de outra forma AG7: Rios, açudes, lagos, igarapés AG8: Outra AG10: Poço ou nascente fora da aldeia	E4: Vala E5: Rio, lago ou mar E6: Outro	L2: Colocado em caçamba de serviço de limpeza L5: Jogado em terreno baldio ou logradouro L6: Jogado em rio, lago ou mar L7: Tem outro destino

**Figura 4:** Categorização das formas de saneamento para aplicação do Índice de Moran. Nota: Categorização própria realizada com base em Neves, Cunha, 2010; Silva, Garcia, 2012; Canavese, Polidoro, 2013.  
Fonte: IBGE, 2010. Microdados do Universo do Censo Demográfico.



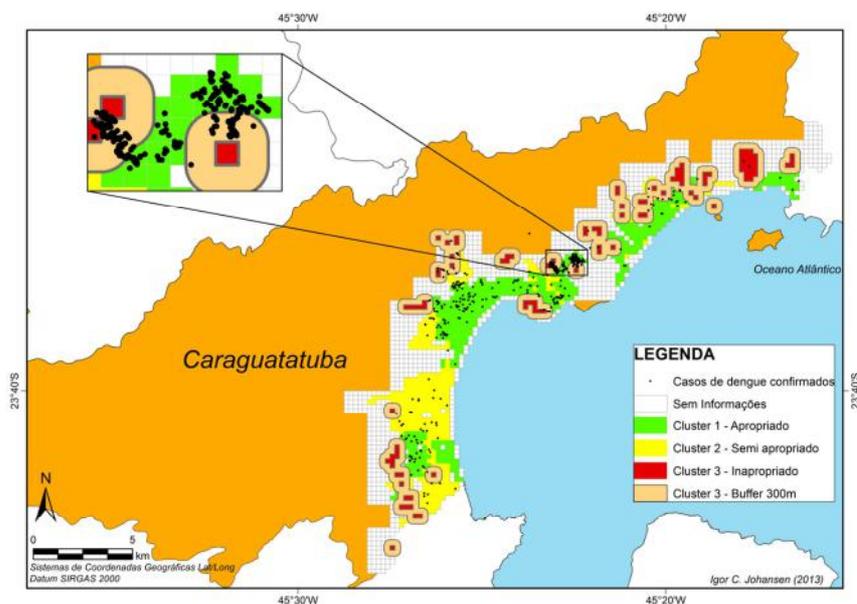
**Figura 5:** Mapa da densidade demográfica na área urbana de Caraguatatuba, 2010  
Fonte: IBGE, 2010. Grade regular estruturada a partir dos microdados do universo do Censo Demográfico e do Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e da Base Territorial.



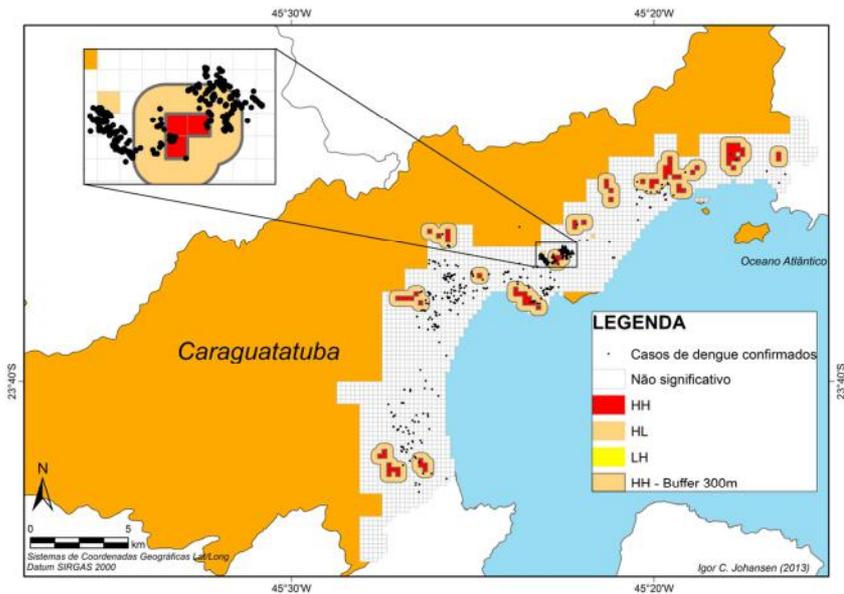
**Figura 6:** Mapa da taxa de incidência de dengue na área urbana de Caraguatatuba, janeiro – maio de 2013  
 Fontes: IBGE, 2010. Grade regular estruturada a partir dos microdados do universo do Censo Demográfico e do Cadastro de Endereços para Fins Estatísticos e da Base Territorial. Casos de dengue obtidos a partir da Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

Cluster		1	2	3
Tamanho (% e número absoluto de células)		48,8% (514)	40,7% (429)	10,5% (111)
Características	Cobertura de abastecimento de água por rede geral	98,05%	97,63%	29,07%
	Cobertura de esgoto por rede geral	90,42%	6,42%	20,51%
	Cobertura de coleta de lixo	98,80%	99,22%	73,26%
Campo de avaliação	Taxa de incidência	1,24%	0,26%	15,91%

**Tabela 2:** Resultado da análise de cluster em dois passos  
 Fonte: Elaboração Própria.



**Figura 7:** Distribuição dos clusters na área urbana de Caraguatatuba  
 Fonte: Elaboração Própria.



**Figura 8:** Resultado da Aplicação do Índice Local de Moran, Caraguatatuba.

Fonte: Elaboração Própria.

Nota: As categorias na legenda são relacionadas à autocorrelação espacial de saneamento inapropriado-inapropriado: HH (High-High); HL (High-Low); LH (Low-High) e LL (Low-Low). HH é a pior possibilidade em termos de cobertura de serviços de saneamento e LL a melhor. A categoria LL não aparece no mapa, por essa razão não a apresentamos na legenda.

## 6.2 Resultados da aplicação do Índice de Moran

Em busca de melhor compreender esse processo, utilizou-se o Índice Local de Moran, avaliando a autocorrelação espacial de baixa cobertura de saneamento e então sobrepondo a localização dos casos de dengue. O resultado é apresentado na FIG. 8, que corrobora os resultados da análise de cluster e indica que a área onde se tem maior concentração dos casos de dengue não coincide com as áreas de alta autocorrelação espacial de saneamento inadequado (em vermelho).

Assim, enquanto se esperava que essa região com mais casos de dengue fosse coincidente com os agrupamentos de valores altos (High-High) apontando autocorrelação positiva de saneamento inadequado e maior concentração de casos de dengue, verificou-se que esta hipótese não se sustentou. Realizou-se, do mesmo modo que na análise de cluster, a composição de um buffer de 300 metros no entorno das células classificadas no Índice de Moran como H-H, o que ampliou a área de influência desses pontos, mas certamente não atribuiu ao saneamento inadequado o papel de principal nexos causal na deflagração da epidemia de dengue instalada. Essa constatação exigiu novas possibilidades explicativas para o fenômeno e a busca de mais informações através de pesquisa de campo, o que é discutido a seguir.

## 6.3 A necessidade de ir além da questão do saneamento

Foi possível observar que apenas a análise dos dados não seria suficiente para compreender o processo epidêmico da dengue em Caraguatatuba. Assim, em pesquisa de campo ao município houve a chance de visitar alguns locais de maior preocupação para a Secretaria de Saúde de Caraguatatuba

em termos de controle da dengue. As visitas aconteceram aos bairros Olaria e Casa Branca (aqueles em destaque em todos os mapas mostrados até então) e também aos bairros Tinga, nas proximidades do centro, e Perequê-Mirim, localizado ao sul do município, próximo à divisa com São Sebastião.

A ida a campo possibilitou visualizar alguns fatores que vão além da questão do saneamento e propiciam a procriação do mosquito *Aedes aegypti* e, desta forma, favorecem o espalhamento da dengue pelo município. Dentre esses fatores, aquele que mais chamou a atenção foi o acúmulo de materiais recicláveis para a venda e geração de renda. Nessas três áreas (Olaria/Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim), as condições socioeconômicas da população impelem à coleta desses materiais de modo a garantir a sobrevivência. Os principais problemas advêm da forma como tais recicláveis são armazenados, muitas vezes favorecendo a procriação do mosquito transmissor da dengue, conforme se pode verificar a partir da FIG. 9.

O acompanhamento da equipe de campo para o controle mecânico e químico da doença na visita casa a casa possibilitou observar que alguns moradores de fato descuidam e acumulam recipientes propícios ao desenvolvimento do *Aedes aegypti*, esperando que o agente público, no caso o Centro de Controle de Zoonoses, realize a limpeza dos seus quintais. Por outro lado, também se verificou que os agentes de zoonoses visitam as residências e muitas vezes acabam por realizar eles mesmos o despejo de água acumulada em recipientes, possivelmente pela exaustão em repetir sempre as mesmas instruções e não verificar tais informações se transformarem em práticas realizadas pelos moradores.

Reconhecendo a importância desses locais de coleta de material reciclável para o controle da dengue, a própria Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica de Caraguatatuba os mapeou, atribuindo a eles a categoria de

“pontos estratégicos”<sup>5</sup>, que englobam ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com borracharia, desmanches de automóveis, entre outros. Tendo em vista o potencial dessas áreas para a disseminação de vetores da dengue, realizou-se então um buffer de 300 metros ao redor de cada um deles, observando sua área de influência, assim como sua proximidade em relação aos casos de dengue georreferenciados. Essa estratégia de verificação pode ser observada na FIG. 10.

Observa-se, assim, que existe visualmente uma relação importante entre proximidade de pontos estratégicos e casos de dengue. Do mesmo modo, constata-se a importância destes pontos e a necessidade de monitoramento permanente ao longo de todo o ano, não apenas no período de pico epidêmico.

## 7. Discussão dos resultados encontrados

Com base na análise de cluster pôde-se verificar que as condições de saneamento ambiental estão relacionadas à taxa de incidência de dengue em 10% da área urbana do município de Caraguatatuba. A literatura corrobora esse resultado, sugerindo, entre uma ampla gama de fatores correlacionados com a ocorrência das epidemias de dengue, o papel importante desempenhado pelas condições de saneamento ambiental (GUBLER, 1998; DONALISIO, 1999; DONALISIO & GLASSER, 2002; TAUIL, 2002; PENNA, 2003; LENZI, 2004; MARZOCHI, 2004; PIGNATTI, 2004; ABRAHÃO, 2005; SANTOS & AUGUSTO, 2005; TAUIL, 2006; FERREIRA & CHIARAVALLI NETO, 2007; COELHO, 2008; FIGUEIRO et al., 2010; COELHO, 2012; TEIXEIRA, 2012).

Entretanto, a explicação de 10% dos casos não é suficiente. Além disso, observou-se que a região onde foi verificada a maior concentração de casos de dengue do município – e que também está englobada entre as áreas com maior taxa de incidência da doença – não foi completamente compreendida pelo cluster 3, aquele com as piores condições de saneamento ambiental, mas sim pelo cluster 1, com as melhores condições, o que confirma a necessidade de buscar outros fatores para a explicação do fenômeno.

Esses resultados foram confirmados por meio do Índice de Moran. Nesse sentido, a estratégia de aplicação de buffers de 300 metros para o cluster 3 e as áreas de alta correlação espacial de saneamento inadequado do Índice de Moran contribuíram para uma melhor aproximação da averiguação das inter-relações entre condições de saneamento e casos de dengue. Todavia, apesar de importante, o saneamento ambiental não se mostrou suficiente para a explicação desse problema de saúde pública naquele município litorâneo.

Para compreender esse processo, sugere-se observar o nível de cobertura dos serviços de saneamento na área urbana de Caraguatatuba. A TAB. 3 indica a cobertura por tipo de provimento de serviço (água, esgoto e resíduos sólidos) utilizando exatamente o mesmo banco de dados

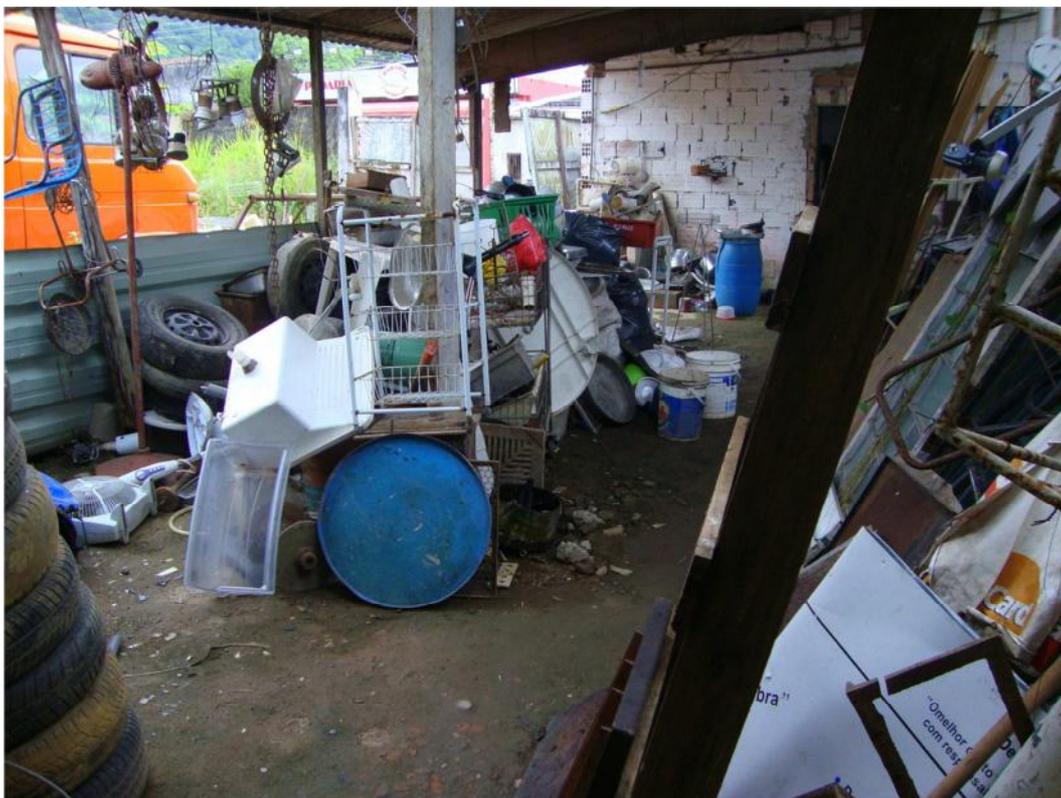
<sup>5</sup> Os pontos estratégicos também estão previstos enquanto fundamentais no controle da dengue nas “Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemias de Dengue” (Brasil, 2009).

empregado na análise de cluster e no cálculo do Índice de Moran.

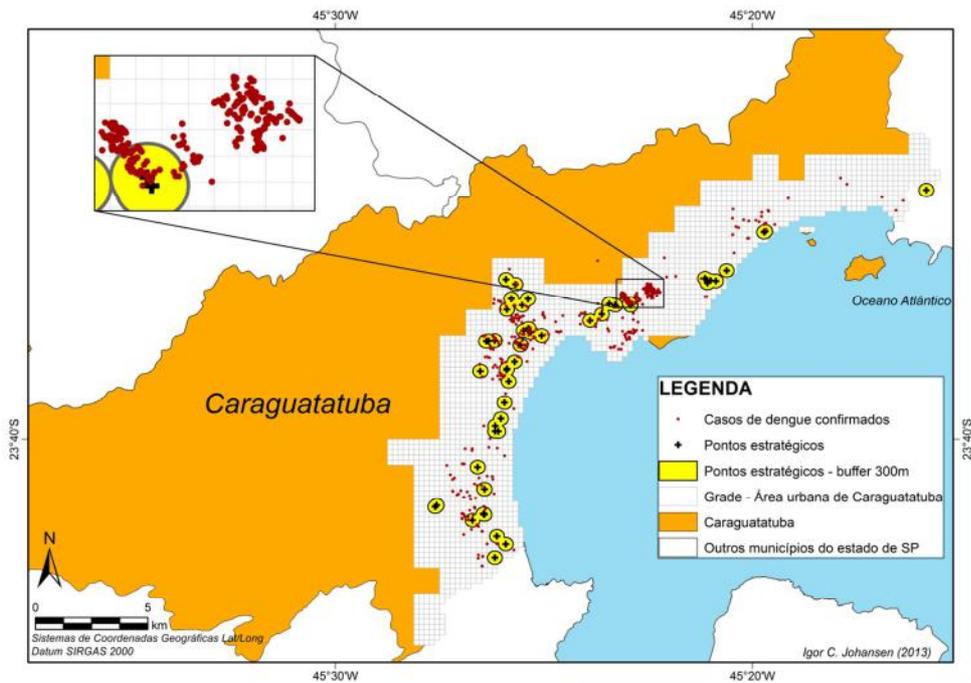
Esta tabela aponta que o provimento de água via rede geral em Caraguatatuba no ano de 2010 estava presente em mais de 98% dos domicílios urbanos. A coleta de lixo, por sua vez, apresentava-se disponível à quase totalidade dos domicílios (95,5%)<sup>6</sup>. Já o esgoto, configurou-se como o único elemento dissonante nesse cenário, alcançando cerca de 57% dos domicílios urbanos do município. A título de comparação, utilizando os dados do universo do Censo 2010, observa-se que para o Estado de São Paulo como um todo, cerca de 98% dos domicílios urbanos contavam com abastecimento de água via rede geral, 95% possuíam lixo coletado por serviço de limpeza e 90% apresentavam rede geral de esgoto ou pluvial. Portanto, o maior diferencial entre Caraguatatuba e a Unidade Federativa à qual pertence é a cobertura do serviço de coleta de esgoto, quesito em que o município está mais de 30 pontos percentuais atrás. Já as coberturas dos serviços de rede geral de água e coleta de lixo são muito similares, isto é, próximas à universalização.

Assim, uma possibilidade explicativa para não se ter encontrado as piores condições de saneamento ambiental especificamente na área de maior concentração de casos de dengue no município, é o fato de que tais serviços estão praticamente universalizados, em especial aqueles referentes à água e ao lixo, que apresentam maior relação com o ciclo vital do mosquito vetor da dengue (DONALISIO, 1999; TAUIL, 2001; HAYES et al., 2003; LINHARES & CELESTINO, 2006). Com essa cobertura bastante considerável dos domicílios, esse dado não mais discrimina as áreas intraurbanas. Seria necessário, então, considerar a multicausalidade da doença, buscando outros fatores explicativos para compreendê-la naquele cenário específico. Foi o que se realizou mapeando os pontos estratégicos e indicando a população sob sua área de influência. Pela quantidade e abrangência desses pontos na área urbana de Caraguatatuba, este certamente é um dos fatores mais preponderantes para a disseminação dengue naquele município e, desse modo, carece de atenção especial por parte da administração pública para alcançar o efetivo controle da dengue na área estudada.

<sup>6</sup> É interessante observar que, apesar de a cobertura de coleta de resíduos sólidos em Caraguatatuba abarcar quase a totalidade da sua população, urbana, há outras questões inerentes a esse processo que precisam ser analisadas. A questão dos resíduos sólidos urbanos naquele município, assim como nos demais do Litoral Norte Paulista, vem sendo bastante discutida, uma vez que a região não possui um aterro licenciado e, conseqüentemente, destina todo seu lixo a aterros privados localizados no Vale do Paraíba. Caraguatatuba, especificamente, destina seu lixo desde 2007 a um aterro sanitário privado, em Santa Isabel (SP), localizado a 140 km de distância do município (Barbosa, 2011; Prefeitura Municipal de Caraguatatuba, 2011).



**Figura 9:** Padrão de armazenagem de materiais recicláveis nos bairros Olaria/Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim – Caraguatuba, SP.  
**Foto:** Igor C. Johansen (2013).



**Figura 10:** Mapa de casos confirmados de dengue com buffer de 300m a partir dos pontos estratégicos, área urbana de Caraguatatuba, janeiro – maio de 2013.

Fonte: IBGE, 2010. Grade regular estruturada a partir dos microdados do universo do Censo Demográfico e do Cadastro de Endereços para fins Estatísticos e da Base Territorial. Casos de dengue e pontos estratégicos obtidos com a Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

TIPO	CARACTERÍSTICA	COBERTURA (%)
Água	Rede geral de distribuição	<b>98,10</b>
	Poço ou nascente na propriedade	0,92
	Poço ou nascente fora da propriedade	0,54
	Carro-pipa	0,00
	Água de chuva armazenada em cisterna	0,00
	Água de chuva armazenada de outra forma	0,00
	Rios, açudes, lagos, igarapés	0,07
	Outra	0,37
	Poço ou nascente na aldeia	0,00
	Poço ou nascente fora da aldeia	0,00
Total	100,00	
Esgoto	Rede geral de esgoto ou pluvial	57,44
	Fossa séptica	32,21
	Fossa rudimentar	8,31
	Vala	1,11
	Rio, lago ou mar	0,65
	Outro	0,27
	Total	100,00
Lixo	Coletado diretamente por serviço de limpeza	<b>98,51</b>
	Colocado em caçamba de serviço de limpeza	1,27
	Queimado na propriedade	0,17
	Enterrado na propriedade	0,01
	Jogado em terreno baldio ou logradouro	0,02
	Jogado em rio, lago ou mar	0,00
	Tem outro destino	0,02
Total	100,00	

**Tabela 3:** Cobertura de saneamento ambiental (água, esgoto e coleta de lixo) calculada a partir dos dados da grade regular, em % de domicílios, área urbana de Caraguatatuba, 2010.

Fonte: IBGE, 2010. Censo Demográfico (Dados do Universo).

## 8. Conclusões

O sistema de infraestrutura urbana do Brasil e, por consequência, os serviços de saneamento ambiental, são resultado de um processo de urbanização que constituiu cidades extremamente desiguais. No caso de situações específicas, como epidemias, essas situações se materializam mais claramente.

O objetivo preliminar deste trabalho foi buscar as possíveis inter-relações entre a distribuição dos serviços de saneamento ambiental (água, esgoto e resíduos sólidos) e a distribuição espacial dos casos de dengue no nível intramunicipal. Esta análise foi realizada no município de Caraguatatuba, no estado de São Paulo, Brasil, com os casos de dengue referentes aos meses de janeiro a maio do ano de 2013.

A hipótese inicial compreendeu a assunção de que há uma significativa relação entre as características do saneamento ambiental e a incidência de dengue. Esta hipótese foi, ao menos em parte, comprovada. Ainda, especialmente em um contexto no qual os serviços de saneamento estão praticamente universalizados, buscaram-se outros fatores explicativos para o fenômeno que poderiam ser verificados com os dados disponíveis (o Censo Demográfico de 2010, do IBGE, e as informações mapeadas pela Secretaria de Saúde de Caraguatatuba para realizar o controle da dengue). Desse modo, para além dos elementos do saneamento ambiental, foi investigada a proximidade da população em relação a pontos estratégicos (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, etc.) e sua relação com a distribuição dos casos de dengue no interior daquele município.

O caso de Caraguatatuba é emblemático daqueles municípios cuja cobertura dos serviços de saneamento já atinge praticamente toda a população, o que é uma realidade especialmente para os municípios das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Principalmente em um contexto de expansão virtual dos serviços de saneamento ambiental à população brasileira, alcança-se cada vez mais um maior número de municípios com cobertura praticamente universalizada, o que tem acontecido primeiro em relação ao provimento de água e depois à coleta de lixo e de esgotos. Mesmo nesse cenário de avanços significativos, as epidemias de dengue não arrefeceram, muito pelo contrário, expandiram ainda mais a sua atuação no território nacional, inclusive com o aumento dos casos graves da doença, a dengue hemorrágica. Esse fenômeno certamente exige novas chaves explicativas.

Para além das questões concernentes ao saneamento, a partir deste trabalho foi possível averiguar, através das ferramentas do geoprocessamento, a importância dos chamados “pontos estratégicos” para o controle da dengue em Caraguatatuba. Desse modo, sugere-se fortemente ao poder público que busque meios de orientar a coleta de materiais recicláveis, seja por meio da criação de cooperativas de catadores de material reciclável, seja através de incentivos individuais para o armazenamento e adequação desses materiais no âmbito das unidades domésticas.

Em síntese, pode-se presumir que o saneamento e outras questões ambientais sejam relevantes para o controle da dengue em alguns contextos (especialmente naqueles onde

tais questões ainda não estejam equacionadas). Todavia, em outros cenários são necessários novos elementos explicativos, que precisam ser investigados. Assim, observa-se que a utilização das ferramentas de georreferenciamento e a análise espacial podem ser bastante úteis no mapeamento de informações, tanto ambientais quanto sócio demográficas, mas talvez para se avançar para além deste ponto seja necessário lançar mão de metodologias complementares, como, por exemplo, modelagem estatística, capaz de indicar quantitativamente o peso das variáveis ambientais e sociodemográficas – e sua inter-relação – para a disseminação das epidemias de dengue no nível intramunicipal.

A título de conclusão, é preciso também levar em consideração que a dengue consiste em um fenômeno complexo pela sua multicausalidade, isto é, por possuir imbricações diversas e complexas entre seus fatores causais. Portanto, em termos do desenvolvimento de políticas públicas proativas, faz-se necessário considerar que apenas a ação integrada sobre os diversos aspectos é que vai se fazer eficaz no controle desta doença.

---

## REFERÊNCIAS

- [1] ABRAHÃO, C. E. C. Dengue, abordagem ecossistêmica. In: AUGUSTO, L. G. S., CARNEIRO, R. M., MARTINS, P. H. (Orgs.). **Abordagem ecossistêmica em saúde** – ensaios para o controle do dengue. Recife: Ed. Universitária da UFPE. p.137-145, 2005.
- [2] ANDRADE, V. R. **Distribuição espacial do risco de dengue em região do Município de Campinas**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. Campinas/SP, 2009.
- [3] BARBOSA, R. V. **A questão dos resíduos sólidos urbanos em Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista: uma abordagem energética e ambiental**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas (SP), 2011.
- [4] BARRERA, R. Estudios geo-espaciales de la ecología y control de los mosquitos vectores y de la transmisión del dengue. In: ARRIVILLAGA, J. C.; SOUKI, M. El.; HERRERA, B. (Eds.). **Enfoques y temáticas en entomología**. Primeira edição. Maracaibo, Venezuela, 2009.
- [5] BRASIL. Ministério da Saúde. **Cartilha dengue**. 2011. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha\\_dengue.html](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/flash/cartilha_dengue.html)>. Acesso em junho de 2013.
- [6] BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. SINAN - Sistema Nacional de Agravos de Notificação. **Dengue 2001-2012** (Tabulação de dados). 2013. Disponível em: <<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>>. Acesso em junho de 2013.
- [7] BUENO, M. C. D.; D'ANTONA, A. O. Utilização de grades regulares para análises espaciais intramunicipais

- de variáveis demográficas – testes para Limeira – SP, 2010. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP. Águas de Lindóia/SP, 2012.
- [8] BUENO, M. C. D.; DAGNINO, R. S. População em Unidades de Conservação da Amazônia Legal: estimativas a partir da Contagem Populacional 2007. In: D'ANTONA, A. O.; CARMO, R. L. (Org.). **Dinâmicas demográficas e ambiente**. 1ed. Campinas: NEPO/Unicamp, v.1, n.1 p. 85-103, 2011.
- [9] CANAVESE, D.; POLIDORO, M. Uma Análise Integrada de Saúde e Ambiente e o Desenvolvimento do Litoral do Paraná. **Hygeia**, v. 9, n. 17, 2013.
- [10] CARMO, R. L. Urbanization, water and health in Brazil: Aspects of dengue fever epidemics. **XXVI International Population Conference**. IUSSP. Marrakech, 2009.
- [11] CARMO, R. L.; MARQUES, C.; MIRANDA, Z. A. I. Dinâmica Demográfica, Economia e Ambiente na zona costeira de São Paulo. **Textos NEPO 63**. Campinas, NEPO/UNICAMP, 2012. 111 p.
- [12] CASTRO, M. C. Spatial Demography: An Opportunity to Improve Policy Making at Diverse Decision Levels. **Population Research and Policy Review**, v. 26, n. 5-6, p. 477-509, 2007.
- [13] COELHO, G. E. Challenges in the control of *Aedes aegypti*. **Revista do Instituto de Medicina Tropical**. S. Paulo [online]. 2012, v.54, suppl.18, p. 13-14.
- [14] COELHO, G. E. Dengue: desafios atuais. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v.17, no.3, p. 231-233. set. 2008,
- [15] D'ANTONA, A. O.; DAGNINO, R. S.; BUENO, M. C. D. Geotecnologias e Gestão de Políticas Públicas: uso de dados demográficos. In: Rosana Baeninger. (Org.). **População e Cidades: Subsídios para o Planejamento e Políticas Sociais**. 01ed. Brasília: UNFPA, v. 1,n.1 p. 99-115, 2010.
- [16] DONALISIO, M. R. **O dengue no espaço habitado**. São Paulo: Hucitec: Funcraft, 1999.
- [17] DONALISIO, M. R.; GLASSER, C. M. **Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue**. **Rev. bras. epidemiol.** [online]. v.5, n.3, p. 259-279, 2002.
- [18] FERREIRA, A. C.; CHIARAVALLI NETO, F. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 41, n. 6, dez. 2007.
- [19] FIGUEIREDO, M. A. et al. Allergies and diabetes as risk factors for dengue hemorrhagic fever: results of a case control study. **PLoS Negl Trop Dis**. 2010.
- [20] FREITAS, R. M. **Avaliação de aspectos da capacidade vetorial de fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) no Rio de Janeiro**. Tese (doutorado). Fundação Oswaldo Cruz. Pós-Graduação em Biologia Parasitária. Rio de Janeiro/RJ, março de 2010.
- [21] GOODCHILD, M. F.; JANELLE, D. G. **Spatially integrated social science**. Oxford, England: Oxford University Press, 2004.
- [22] GUBLER, D.J. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. **Public Health**, v. 11, n. 3, p. 480-496, 1998.
- [23] HAYES, J. M. et al. Risk factors for infection during a severe dengue outbreak in El Salvador in 2000. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 69, n. 6, p. 629-33. 2003.
- [24] IBM - International Business Machines Corporation. **Help - TwoStep Cluster Analysis**. 2013. Disponível em: <[http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.spss.statistics.help%2Fidh\\_twostep\\_main.htm](http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?topic=%2Fcom.ibm.spss.statistics.help%2Fidh_twostep_main.htm)>. Acesso em junho de 2013.
- [25] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 1950, 1970-2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em junho de 2013.
- [26] INSTITUTO POLIS. **Diagnóstico urbano socioambiental e Programa de Desenvolvimento Sustentável em municípios da Baixada Santista e Litoral Norte do estado de São Paulo**. Boletim nº 1 Caraguatatuba. Julho/Agosto, 2012.
- [27] LAWSON, A. Spatial and spatio-temporal disease analysis. In A. Lawson, & K. Kleinman (Eds.), **Spatial and syndromic surveillance for public health** (p. 55-76). Hoboken NJ: Wiley, 2005.
- [28] LENZI, M. de F.; COURA, L. C. Prevenção da dengue: a informação em foco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 4, p. 343-350, 2004.
- [29] LINHARES, E. K.; CELESTINO, A. A. Considerações sobre os casos registrados de dengue entre 2000 e 2005 e alguns fatores socioambientais na Zona Oeste do Rio de Janeiro. **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP. Caxambu-MG, 18 a 22 de setembro de 2006.
- [30] MARZOCHI, K. B. F. Dengue endêmico: o desafio das estratégias de vigilância. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 5, p. 413-415, 2004.
- [31] NEVES, I. M. Z. de C.; CUNHA, J. M. P. da. Urbanismo, demografia e as formas de morar na metrópole: um estudo de caso da Região Metropolitana de Campinas. **Cadernos MetrÓpole**. v. 12, n. 23, 2010.
- [32] ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Sustaining the drive to overcome the global impact of neglected tropical diseases: second WHO report on neglected tropical diseases**. France: WHO/HTM/NTD, 2013.
- [33] PENNA, M. L. F. Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle do dengue. **Caderno de Saúde Pública**[online]. v.19, n.1, 2003, p. 305-309.

- [34] PIGNATTI, M. G. **Saúde e ambiente: as doenças emergentes no Brasil.** *Ambient. soc.* [online]. 2004, v.7, n.1, p. 133-147.
- [35] PREFEITURA MUNICIPAL DE CARAGUATATUBA. Planos Integrados Regionais de Saneamento Básico para as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Serra da Mantiqueira, Paraíba do Sul e Litoral Norte – UGRHI's 1, 2 E 3. Relatório R4 – **Proposta de Plano Integrado de Saneamento Básico do Município de Caraguatatuba.** Consórcio PLANSAN 123. São Paulo – SP, dez. 2011.
- [36] REGIS, L. N. et al. Sustained Reduction of the Dengue Vector Population Resulting from an Integrated Control Strategy Applied in Two Brazilian Cities. *PLoS ONE* v.8, n.7., 2013.
- [37] RIPSAN - Rede Interagencial de Informações para a Saúde. **Taxa de incidência de dengue** – ficha de qualificação. Indicadores de morbidade e fatores de risco. 2011.
- [38] SANTOS, S. L.; AUGUSTO, L. G. Modelos de controle de dengue, pontos e contrapontos. In: AUGUSTO, L. G. S., CARNEIRO, R. M., MARTINS, P. H. (Orgs.). **Abordagem ecossistêmica em saúde** – ensaios para o controle do dengue. p. 115-136. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005.
- [39] SATTERTHWAITTE, D. The impact on health of urban environments. *Environment and Urbanization*, v. 5, n. 2, p. 87–111.
- [40] SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE DE SÃO PAULO. **Boletim Epidemiológico.** Vol. 02, n. 05, 9 de março, 2012. Disponível em: <<http://www.cve.saude.sp.gov.br/boletim/pdf/bol0512.pdf>>. Acesso em maio de 2013.
- [41] SEIXAS, S. R. C.; BARBOSA, R. V.; RENK, M.; ASMUS, G. F.; MELLO, A. Y. I. Mudanças ambientais globais e saúde: uma abordagem preliminar sobre o município de Caraguatatuba, Litoral Norte Paulista. *Teoria & Pesquisa*, v. 19, 2010. p. 29-59.
- [42] SILVA, P. E. A. B. da; GARCIA, R. A. Integração entre dados sociodemográficos e ambientais: o Índice da Qualidade do Saneamento Ambiental obtido a partir de geotecnologias e análise multivariada. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, ABEP. Águas de Lindóia/SP, 2012.
- [43] SNOW, J. **On the mode of communication of cholera.** London, England: John Churchill, 1855.
- [44] TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Caderno de Saúde Pública*, v. 18, n. 3, p. 867-871, 2002.
- [45] TAUIL, P. L. Epidemiologia do dengue em Salvador-Bahia, 1995-1999. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, Uberaba, v. 34, n. 3, Jun. 2001.
- [46] TAUIL, P. L. Perspectivas de controle de doenças transmitidas por vetores no Brasil. *Rev Soc Bras Med Trop*, v. 39, n. 3, p. 275-7, 2006.
- [47] TEIXEIRA, G. T.. **Few characteristics of dengue's fever epidemiology in Brazil.** *Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo* [online]. v.54, suppl.18, p. 1-4. 2012.
- [48] TREWARTH, G. T. A case for population geography. *Annals of the Association of American Geographers*, v.43,n.2, p. 71–97, 1953.
- [49] VOSS, P. R. Demography as a spatial social science. *Population Research and Policy Review*, v.26, n.5–6, 2007.
- [50] WEEKS, J. R. The role of spatial analysis in demographic research. In M. F. Goodchild, & D. G. Janelle (Eds.), **Spatially integrated social science** (pp. 381–399). New York: Oxford University Press, 2004.
- [51] WOODS, R. Spatial demography. In J. I. Clarke (Ed.), **Geography and population: Approaches and applications** (p. 43–50). New York: Pergamon Press, 1984.

# Spatial Analysis in Population and Environment: Application to the study of dengue in Caraguatatuba, São Paulo, in 2013

Igor Cavallini Johansen <sup>1</sup>  
Roberto Luiz do Carmo <sup>2</sup>  
Maria do Carmo Dias Bueno <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sociologist and Political Scientist (Unicamp). Master in Demography (Unicamp). Graduate Student in Demography (Unicamp).

<sup>2</sup> Sociologist (Unicamp), Master in Sociology (Unicamp) and Pd.D. in Demography (Unicamp). Professor at Department of Demography (DD - IFCH) and Researcher at the Center for Population Studies (NEPO-Unicamp).

<sup>3</sup> Civil Engineer (UERJ). Master in Geomatics (UERJ). Graduate Student in Demography (Unicamp).

---

**Abstract** In this article, our goal was to demonstrate the potential of using the tools of GIS and spatial analysis in discussions about the interrelationships between population and environmental dynamics. Therefore, we observed the influence of the distribution of environmental sanitation services in the dispersion of dengue cases in the city of Caraguatatuba in the state of São Paulo (Brazil), in 2013. Our methodology included the distribution of information from the 2010 Population Census on regular grids, performing then a cluster analysis and the Local Moran Index. Our results indicate that although dengue is a multifactorial disease, the GIS tools and spatial analysis can greatly enhance the understanding of the role played by some of these causal factors through its isolation from the others.

**Key-words:** spatial analysis, cluster analysis, local moran index, dengue, caraguatatuba.

---

## Informações sobre o autor

### Igor Cavallini Johansen (UNICAMP)

Endereço para correspondência: Rua Ramão Olavo Saravy Filho, n. 1095. Torre 03, apto. 41. Jd. Miriam. Campinas/SP. CEP: 13098-401.

E-mail: igor@nepo.unicamp.br

Link do lattes: <http://lattes.cnpq.br/8675081294684590>

### Roberto Luiz do Carmo (NEPO – Unicamp)

Endereço para correspondência: Cidade Universitária Zeferino Vaz, Av. Albert Einstein, 1300. Cx. Postal 6166, CEP 13081-970, Campinas - SP

E-mail: roberto@nepo.unicamp.br

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/3538880935509989>

### Maria do Carmo Dias Bueno

Endereço para correspondência: Fundação IBGE, CDDI. Rua General Canabarro, 706, sala 206. Maracanã. Rio de Janeiro, RJ.

E-mail: bueno.mariadocarmo@gmail.com

Link para o currículo lattes: <http://lattes.cnpq.br/7979542180039260>

**Artigo Recebido em:** 12-10-2013

**Artigo Aprovado em:** 15-05-2014