

UTILIZANDO A TECNOLOGIA SIG PARA DESAGREGAR DADOS CENSITÁRIOS: COMPARAÇÃO DE DUAS METODOLOGIAS PARA ANÁLISES ESPACIAIS DE VARIÁVEIS SOCIODEMOGRÁFICAS NO NÍVEL INTRAMUNICIPAL¹

Igor Cavallini Johansen[♦]

Tathiane Mayumi Anazawa[♦]

Maria do Carmo Dias Bueno^{*}

RESUMO

A estrutura dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) facilita a organização, estruturação, manipulação e análise de dados e, por isso, precisa ser melhor explorada em termos das suas potencialidades para os estudos de população. No Brasil, os setores censitários são a menor escala de análise na qual se disponibilizam os dados sociodemográficos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta escala pode abarcar áreas geográficas muito amplas, dificultando o refinamento da análise para áreas menores. O objetivo deste artigo é apresentar e discutir duas alternativas metodológicas para avançar neste sentido. Por um lado, apresenta-se o uso do espaço celular constituído por células regulares com dimensões de 100x100m. Seu objetivo é homogeneizar informações provenientes de diferentes fontes, de períodos distintos (1991 e 2000) e em formatos diferenciados (dados vetoriais e matriciais), integrando-os em uma mesma base espaço-temporal, para o estudo da vulnerabilidade socioecológica nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, estado de São Paulo. Por outro, aponta-se a possibilidade de se dispor dos microdados georreferenciados do Censo Demográfico 2010 para a geração de grades regulares (dimensões de 1x1km para áreas rurais e 250x250m para áreas urbanas). Esta alternativa metodológica aumenta a acuidade espacial do dado em relação ao setor censitário e assegura que as informações da célula correspondam de fato à população abarcada naquela área geográfica. Para exemplificar seu uso, analisa-se o caso da dengue em Caraguatatuba no ano de 2013. Para cada uma das metodologias abordadas, são apresentados seus avanços e desafios, que precisam ser considerados de acordo com o tipo de estudo que se pretende realizar. Todavia, aponta-se como evidente que estas novas metodologias propostas consistem em estratégias que indicam um conjunto importante de possibilidades de investigação e, o que é fundamental, a melhor precisão das análises realizadas no âmbito dos estudos de população.

PALAVRAS-CHAVE: tecnologia SIG, desagregação de dados censitários, espaço celular, grades regulares.

¹ Trabajo presentado en el VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Población, realizado en Lima-Perú, del 12 al 15 de agosto de 2014.

[♦] Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: igor@nepo.unicamp.br

[♦] Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: tathiane@nepo.unicamp.br

^{*} Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. E-mail: bueno.mariadocarmo@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os estudos com base em escalas intramunicipais colocam, de partida, o desafio de se estabelecer unidades espaciais de análise significativas. O uso de setores censitários para a representação das características da população é um artifício geralmente utilizado². Porém, tal recorte nem sempre é adequado para investigar os fenômenos demográficos. Enquanto unidades de coleta, os setores censitários não têm o objetivo de representar espacialmente as variáveis demográficas em uma escala intramunicipal detalhada (Bueno; D'Antona, 2012).

A estrutura dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) facilita a organização, estruturação, manipulação e análise de dados e, por isso, precisa ser melhor explorada em termos das suas potencialidades para os estudos de população. A utilização de grades estatísticas, criadas a partir da agregação dos dados originalmente coletados nos Censos Demográficos, permite um maior detalhamento espacial das informações censitárias.

O objetivo deste artigo é apresentar e discutir duas alternativas metodológicas para avançar neste sentido. Por um lado, apresenta-se o uso do espaço celular constituído por células regulares com dimensões de 100x100m. Seu propósito é homogeneizar informações provenientes de diferentes fontes, de períodos distintos (1991 e 2000) e em formatos diferenciados (dados vetoriais e matriciais), integrando-os em uma mesma base espaço-temporal, para o estudo da vulnerabilidade socioecológica nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, estado de São Paulo. Por outro, aponta-se a possibilidade de se dispor dos microdados georreferenciados do Censo Demográfico 2010 para a geração de grades regulares (dimensões de 1x1km para áreas rurais e 250x250m para áreas urbanas). Esta alternativa metodológica aumenta a acuidade espacial do dado em relação ao setor censitário e assegura que as informações da célula correspondam de fato à população abarcada naquela área geográfica. Para exemplificar seu uso, analisa-se o caso da dengue em Caraguatatuba no ano de 2013. Para cada uma das metodologias abordadas, são apresentados seus avanços e desafios, que precisam ser considerados de acordo com o tipo de estudo que se pretende realizar.

A escolha dos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião para análise da vulnerabilidade socioecológica decorre do fato de que estes fazem parte de uma região que enfrenta alguns dos típicos desafios das zonas costeiras brasileiras, como perigos associados à proximidade do mar (ressacas e elevação do nível do mar) e à proximidade de um parque de tanques de armazenamento de petróleo e derivados instalado na região central do município de São Sebastião (explosões, vazamentos e contaminações). O município de Caraguatatuba foi selecionado também para a aplicação da segunda metodologia de desagregação – a utilização de grades regulares – tendo em vista principalmente a intensificação da mobilidade populacional em decorrência da atração de mão de obra para a concretização dos grandes projetos de infraestrutura voltados à intensificação da exploração de petróleo na região a partir da primeira década do século XXI (Instituto Polis, 2012). Tal fluxo populacional facilita a circulação e a entrada de novos sorotipos do vírus da dengue para os quais a população

² “O setor censitário é a unidade territorial de controle cadastral da coleta, constituída por áreas contíguas, respeitando-se os limites da divisão político-administrativa, do quadro urbano e rural legal e de outras estruturas territoriais de interesse, além dos parâmetros de dimensão mais adequados à operação de coleta” (IBGE, 2010).

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 daquele espaço urbano, como, por exemplo, exercer pressão sobre a estrutura de saneamento ambiental existente, ampliando lacunas e facilitando a disseminação daquela doença infecciosa. Caraguatatuba apresentou seu maior pico epidêmico de dengue em 2010 e o segundo maior em 2013 (ano analisado neste artigo). A aplicação metodológica das grades regulares neste município favorece a busca de fatores explicativos da dinâmica da dengue no nível intramunicipal em uma escala bastante detalhada e nunca antes utilizada.

1. A vulnerabilidade socioecológica de São Sebastião e Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil, 1991-2000.

Frente às complexidades da realidade urbana brasileira e com uma ocorrência mais frequente de eventos climáticos extremos, identificar, medir e caracterizar a vulnerabilidade de grupos populacionais em seus territórios torna-se essencial para informar o desenho das políticas públicas urbanas dentro dos novos cenários que começam a se estabelecer. Este trabalho apresentou uma análise temporal da vulnerabilidade da região litorânea que compreende os municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, baseada na metodologia de operacionalização do conceito de Vulnerabilidade Socioecológica apresentada por Anazawa (2012).

Buscando contribuir para um debate interdisciplinar em torno da vulnerabilidade, o trabalho propõe a construção de um Painel de Observações que facilite o diálogo sobre a multidimensionalidade do conceito de vulnerabilidade e supere as abordagens reducionistas baseadas em um único índice sintético. Esse painel é composto por várias formas de representação para a vulnerabilidade e inclui medidas, sintetizadas por um índice multidimensional com expressão espacial – o IVSE (Índice de Vulnerabilidade Socioecológica) –, seus componentes, Mapas de Superfícies, Perfis de Ativos, Trajetórias, Gráficos, bem como Imagens de Satélites e Fotografias utilizados para verificações remotas e em campo.

A abordagem metodológica adotada atualiza e estende a caracterização de perfis de ativos de famílias ou grupos populacionais (Kaztman et al., 1999), para acomodar dimensões inerentes aos territórios em que estes vivem. Assim, torna-se possível observar e medir diferenciais intraurbanos para a vulnerabilidade. Foram utilizados dados populacionais (provenientes dos Censos Demográficos de 1991 e 2000), dados cartográficos (rede de drenagem e curvas de nível) e dados de sensoriamento remoto (imagens do satélite Landsat-5).

As variáveis selecionadas como *proxies* dos capitais financeiro e humano foram obtidas a partir de dados censitários. No caso do capital financeiro, os indicadores refletem os níveis de renda do chefe de família e as condições de propriedade do domicílio. Já as variáveis que representam o capital humano estão relacionadas ao nível de escolaridade do chefe de família, alfabetização dos filhos, bem como o grau de dependência econômica.

Os indicadores do capital físico-natural, que buscam considerar a natureza da cidade, envolvem aspectos locacionais relacionados à ocorrência de desastres crônicos, como condições de saneamento básico que podem facilitar a proliferação de doenças, ou catastróficos, como a localização em áreas passíveis de inundação ou escorregamento (Pelling, 2003). Assim, as variáveis selecionadas refletem a qualidade da infraestrutura domiciliar e do bairro, as condições geotécnicas dos terrenos, e a proximidade de elementos que possam representar algum tipo de ameaça, como os corpos d'água passíveis de

transbordamento ou os tanques de armazenamento de petróleo localizados em São Sebastião. Para a composição desta categoria de ativo foram utilizados dados censitários e dados obtidos através de sensoriamento remoto, o que demandou a integração de informações de diferentes fontes e escalas.

Por envolver uma maior complexidade de representação e captura das relações, o capital social impõe dificuldades de operacionalização a partir de dados do Censo, como Cunha et al (2004) relataram. Embora cientes das limitações desta abordagem, buscou-se avançar na representação deste capital através da seleção de algumas variáveis censitárias que descrevem características familiares que podem atuar como *proxies* de relações familiares e entre conjuntos de indivíduos. Para a representação desta categoria de ativo, foi computado ainda um indicador indireto com características relacionais, o Índice Espacial de Isolamento de Famílias de Baixa Renda (Feitosa et al., 2007), uma medida de segregação que analisa a concentração da pobreza nas distintas vizinhanças da cidade.

Dada a diversidade de dados necessários para a composição deste painel, provenientes de distintas fontes, com diferentes escalas, cobertura, e com distribuição espacial e temporal diversa, o trabalho envolveu a realização de análises integradas capazes de lidar com o tratamento de informações sobre a paisagem físico-natural e com dados socioeconômicos desagregados territorialmente. Dados censitários e dados obtidos através do sensoriamento remoto foram integrados a partir de um banco de dados geográficos criado no software TerraView 4.1.0 (Terraview, 2011) e redistribuídos em um espaço celular constituído por células regulares com dimensões de 100 X 100m. A escolha desta dimensão foi realizada em função da geometria dos setores censitários, onde cada setor deveria conter pelo menos uma célula.

Cada célula foi preenchida com as variáveis indicadoras selecionadas através de operadores de síntese, conforme metodologia apresentada em Aguiar et al. (2008). O plugin de Preenchimento de Células (Aguiar et al., 2008) do TerraView, possibilita calcular valores para atributos de tabelas associadas a planos de informação do tipo celular. O objetivo é homogeneizar informações provenientes de diferentes fontes, em formatos distintos (dados vetoriais, matriciais e também outros planos celulares), integrando-os em uma mesma base espaço-temporal.

Para que a análise de Tipologias de Trajetórias pudesse ser viável, foi construída uma única base celular para os municípios de Caraguatatuba e São Sebastião. Porém, a área ocupada em cada município é diferenciada nos anos 1991 e 2000. Para que a análise fosse válida, as áreas classificadas como ocupadas foram transferidas para as células. O preenchimento posterior das células com os demais indicadores foi realizado apenas nas células que continham as áreas ocupadas em cada ano de análise.

Como resultado, foi possível observar, com a construção de superfícies de vulnerabilidade socioecológica, a partir do índice sintético IVSE para os anos de 1991 e 2000, a heterogeneidade das condições de vulnerabilidade nas distintas regiões dos municípios. A região central de ambos os municípios foi identificada como menos vulnerável. Já os extremos sul e norte de Caraguatatuba, bem como a costa sul de São Sebastião, foram identificadas como áreas de maior variabilidade quanto ao acesso da população às várias categorias de ativos.

Um conceito que envolve múltiplas dimensões, como o conceito de vulnerabilidade socioecológica proposto, também necessita de novas formas de visualização. O painel de

observações proposto é constituído por *perfis de ativos*, representados por um losango onde cada aresta representa o acesso a uma categoria de ativo. Através deles é possível visualizar diferenciações do grau de acesso das famílias a cada tipo de capital, evitando assim simplificações inerentes às análises baseadas exclusivamente em índices sintéticos. Estão incluídos também os mapas de superfícies de vulnerabilidade, da tipologia de trajetória de vulnerabilidade e de trajetórias dos capitais, além das verificações remota e em campo, como exemplificado na situação abaixo.

Situação 1: A célula escolhida apresentou a Tipologia de Trajetória 5, de declínio dos mais vulneráveis (Figura 1). No entanto, como estas tipologias construídas sobre o índice sintético IVSE não nos permite afirmar se os diferentes tipos de capitais apresentaram melhoras de forma igualitária, foram incluídas ainda informações sobre as trajetórias de cada capital. Através da observação destas trajetórias, é possível verificar que os capitais físico-natural e humano foram os capitais que apresentaram melhoras de acesso, incluindo, por exemplo, maior acesso à educação, como foi observado através do perfil de ativos da célula escolhida.

O capital financeiro apresentou a trajetória declínio moderado, e o capital social obteve um declínio maior de acesso a ativos, como observado no perfil de ativos e índices da célula analisada. Este declínio acentuado ocorreu, principalmente, devido ao aumento da proporção do chefe de família mulher sem instrução. Já o capital físico-natural apresentou uma trajetória de ascensão moderada. A partir das verificações remota e em campo, foi possível observar, no entanto, que o acesso a este capital permanece baixo, pois a área localiza-se próxima ao oceano e apresenta baixos níveis de acesso a saneamento básico.

Os resultados demonstram o potencial analítico do conjunto de representações da vulnerabilidade apresentados neste trabalho, especialmente no contexto das políticas públicas urbanas, dada sua capacidade de explicitar as desigualdades na distribuição dos recursos e das oportunidades na cidade, destacando o papel do território como o chão onde o cotidiano de vida e vivências acontecem.

Avanços e desafios

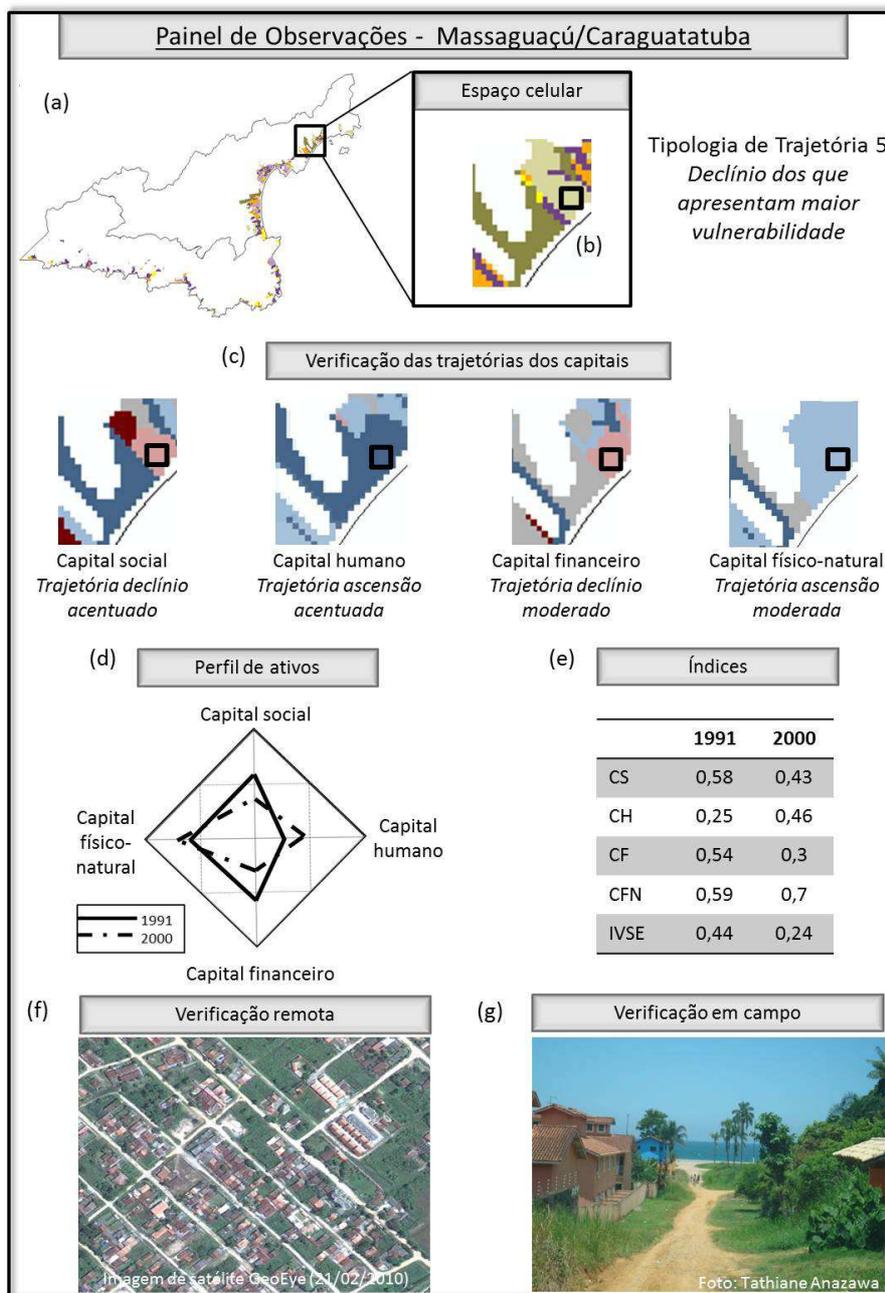
Dados cujas unidades espaciais de coleta se apoiam em limites político-administrativos ou operacionais podem apresentar alterações ao longo dos anos de coleta (como por exemplo, a criação de novos municípios ou de novos setores censitários), e dificultam a criação de uma unidade espacial base para a análise considerando um determinado período de tempo, para fins de estudos longitudinais. A utilização de células como um suporte espacial de agregação dos dados, possibilita uma forma sistemática de tratar este problema, consistindo em um avanço metodológico em relação à integração de dados provenientes de diferentes fontes. O presente trabalho possibilitou a análise temporal e com células de 100x100m, permitindo assim um refinamento da escala de observação da vulnerabilidade.

Os dados gerados por sensoriamento remoto, além dos dados obtidos pelos Censos Demográficos e dados cartográficos, mostraram-se eficientes para a análise multidimensional das condições de vulnerabilidade das famílias e dos territórios onde vivem muitas vezes coerentes com as observações realizadas de forma remota e em campo. Contudo, foram apresentadas limitações dos dados utilizados como, por exemplo, em relação aos dados censitários. Devido a sua forma de disponibilização, na forma agregada por setores censitários, esses dados não conseguem fornecer informações sobre a mobilidade das famílias, limitando a análise das Tipologias de Trajetórias. Nestas análises, não é possível afirmar, por exemplo, se possíveis alterações nas condições de vulnerabilidade de um

determinado lugar são decorrentes de uma mudança das características de famílias que permaneceram residindo no local durante o período analisado, ou se é resultado de um processo de mobilidade que trouxe consigo novos residentes para a área.

Figura 1

Painel de observações: localização do bairro Massaguaçu, em Caraguatatuba (a); localização da célula escolhida e sua Tipologia de Trajetória (b); verificações das trajetórias dos capitais (c); composição dos perfis de ativos da célula escolhida (d); valores dos capitais e do IVSE em 1991 e 2000, da célula escolhida, onde: CS – Capital Social; CH – Capital Humano; CF – Capital Financeiro e CFN – Capital Físico-Natural (e); verificação remota (f); e verificação em campo (g).



Por fim, é importante ainda ressaltar que as diferenças obtidas nos valores das variáveis consideradas podem ser resultantes de questões operacionais, cujos resultados gerados sobre os dados são influenciados pela definição espacial das fronteiras dessas unidades operacionais e administrativas, também conhecido como Problema das Unidades de Área Modificáveis – MAUP (Openshaw, 1984). No presente trabalho, os indicadores construídos a partir de dados populacionais referem-se aos seus valores em relação à população total de cada setor censitário, sendo essa proporção transferida para cada célula pertencente a este setor. Este comportamento pode não se refletir completamente no espaço real, isto é, as células podem apresentar proporções heterogêneas. Porém, diante dos dados utilizados (agregados em setores censitários), este método foi definido como a melhor estratégia para a redistribuição destes indicadores nas células.

2. A dengue em Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo, Brasil, 2013.

Histórico da dengue no município de Caraguatatuba

O histórico da dengue no município de Caraguatatuba tem início no ano de 2002, quando ocorreram as notificações dos primeiros casos autóctones, somando 333 ao todo. Os casos autóctones de dengue compreendem aqueles cuja transmissão ocorreu no interior do município e cujo contaminado foi um residente³. Tem-se mantido, desde então, a prevalência de casos e o quadro epidêmico da doença. O *Aedes aegypti* encontra na região condições favoráveis para seu desenvolvimento, dentre as quais é importante citar: a) urbanização acelerada; b) condições climáticas favoráveis (calor e umidade); c) turismo proporcionado pelas belezas naturais e, portanto, gerador de grande circulação de pessoas oriundas não apenas do estado de São Paulo, como de outras partes do país; d) a região compreende um corredor de passagem para o porto de São Sebastião; e d) é atravessada pela BR-101, conhecida como Rodovia Rio-Santos, sabidamente dois polos onde a dengue é considerada endêmica (Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba, 2013). Observa-se, por consequência, que o município de Caraguatatuba, centro geográfico do litoral norte do estado de São Paulo, apresenta condições altamente favoráveis à eclosão e manutenção de realidades epidêmicas dessa doença infecciosa.

Em 2010 ocorreu a maior epidemia de dengue da história de Caraguatatuba, ocasião na qual foram registrados 3.698 casos confirmados, dos quais 3.672 foram autóctones. O segundo maior pico epidêmico de dengue ocorreu em 2013 (ano analisado neste artigo) que, apesar de ainda não apresentar a contagem fechada, já possuía até novembro 1.679 casos autóctones de dengue confirmados. Sobre os óbitos, foram dois em 2010 e um em cada ano subsequente, 2011, 2012 e 2013.

A utilização do SIG possibilitou, para a análise da dengue em Caraguatatuba, a junção de informações de procedência e natureza bastante diferenciadas. Por um lado, foram distribuídos os dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE em uma grade regular (células de 250x250m). Utilizou-se apenas a área urbana do município tendo em vista que a dengue é uma doença fundamentalmente das cidades, devido à adaptação do mosquito vetor a este ambiente. Por outro lado, sobrepuseram-se às informações do IBGE: 1) os pontos georreferenciados do local de residência de cada indivíduo que contraiu o vírus da dengue no período de janeiro a maio de 2013, que são os meses de pico anual da doença, e 2) os “pontos estratégicos” (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com

³ Cf. Manuila et al. (2003): “**Autóctone** – a. e s. Que vive ou que nasceu. Em Medicina, diz-se de uma infecção contraída no próprio lugar onde vive o doente. Sin.: *nativo, aborígene.*”

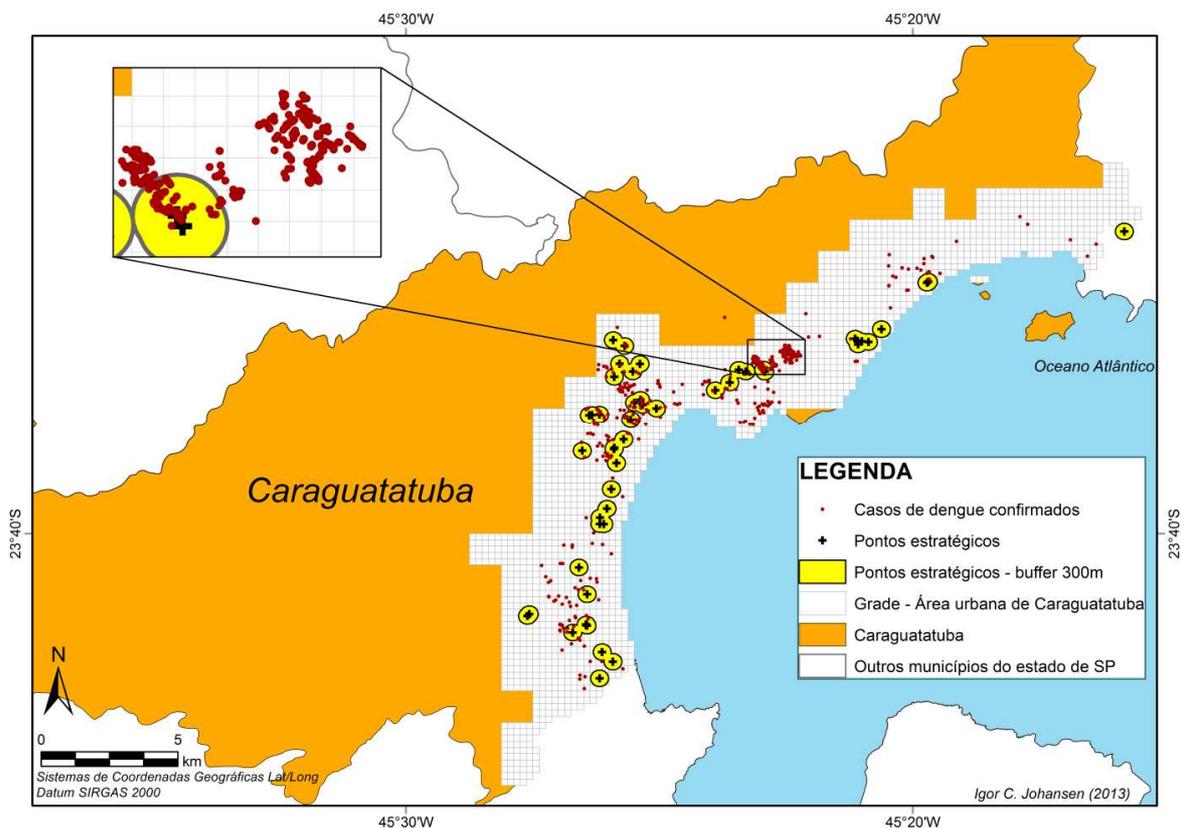
borracharia, desmanches de automóveis, entre outros). Através de um procedimento no próprio software ArcMap 10.0 foi possível unir todas essas informações em um único banco de dados. A descrição pormenorizada da metodologia é apresentada a seguir.

METODOLOGIA

A grade regular, o georreferenciamento dos casos de dengue e dos pontos estratégicos

Foram agregados os microdados do universo do Censo Demográfico 2010 (IBGE) para a geração de uma grade regular, com unidades espaciais com cerca de 0,0625km² ou 250x250m, 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 (Figura 2).

Figura 2
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 obtidos a partir da Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

NOTA:

- 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 do município 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 a região onde ocorre a maior concentração de casos de dengue para aquele período, que corresponde aos bairros Olaria e Casa Branca.

A Figura 2 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 microdados do universo do Censo, 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.

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 sociodemográficos.

Esta inovação em desenvolvimento na tese de doutorado de Maria do Carmo Dias Bueno (Departamento de Demografia – UNICAMP) já foi testada em outras análises (D'Antona; Dagnino; Bueno, 2010; Bueno, Dagnino, 2011; Bueno, D'Antona, 2012).

Os pontos georreferenciados referentes aos casos de dengue por local de residência do paciente assim como a localização dos “pontos estratégicos”⁴ (ferros velhos, borracharias, depósitos de materiais recicláveis, oficinas com borracharia, desmanches de automóveis, entre outros) foram obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba. Os pontos estratégicos se mostraram muito importantes principalmente nas áreas com população menos privilegiada, nas quais a coleta de materiais recicláveis torna-se um meio de garantir a sobrevivência. Os principais problemas advêm da forma como tais recicláveis são armazenados, muitas vezes favorecendo a procriação do mosquito transmissor da dengue.

Tendo em vista a importância potencial desses pontos estratégicos para a disseminação de vetores da dengue, desenhou-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 Figura 2.

Fica evidente que existe visualmente uma relação importante entre proximidade de pontos estratégicos e casos de dengue. Para se ter uma dimensão da estrutura desses pontos estratégicos, indica-se na Figura 3 algumas imagens ilustrativas. Elas foram coletadas nos bairros Olaria, Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim, situados em áreas periféricas da cidade.

⁴ 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).

Figura 3

Acúmulo de material reciclável, bairros Olaria/Casa Branca, Tinga e Perequê-Mirim



NOTA: Os bairros Olaria e Casa Branca foram apresentados conjuntamente pelo motivo de que são aqueles onde houve maior concentração de casos de dengue no período estudado e, por serem vizinhos, apresentam dinâmica bastante interligada, como se fossem um único bairro.

Com essas informações provenientes da Secretaria de Saúde de Caraguatatuba, foram inseridas no banco de dados que compõe a grade regular, com os dados do Censo 2010, duas novas colunas: uma com o somatório dos casos de dengue em cada uma das células e outra com a proximidade em relação aos pontos estratégicos. Às células que estavam englobadas sob o buffer de 300m dos pontos estratégicos foi atribuído o valor 1 (sim), enquanto às

demais atribuiu-se o valor 0 (não). Uma representação esquemática do banco de dados é apresentada na Figura 4.

Figura 4

Banco de dados proveniente do Censo Demográfico 2010 com agregação do somatório dos casos de dengue e proximidade de pontos estratégicos, Caraguatatuba – 2013

ID	Casos dengue	Proximidade pt estrat	NUM MORADO	OCUP1	OCUP2	OCUP3	OCUP4	OCUP5	OCUP6	ESG1	ESG2	ESG3	ESG4	ESG5	ESG6
mi99_200_32021	64	1	480,99	101,31	0,32	35,36	0,16	3,55	0	199,37	0	1,32	0	0	0
mi99_200_32116	42	0	402,68	75,32	2	38,26	0,86	7,94	0	118,71	1,72	2,91	1	0,03	0
mi99_200_32026	33	0	268,2	49,16	0	23,55	0	3,36	0	60,45	12,37	0	2,25	0	1
mi99_200_31977	31	1	301,92	60,78	1	23,73	1,12	4,62	0	87,96	3,04	0	0,26	0	0
mi99_200_32072	24	0	558,77	128,7	0	28,09	1,92	5,88	0	140,3	18,04	2,03	3,01	1,09	0
mi99_200_32071	22	0	679,85	122,02	0,31	70,12	0,82	20,78	0	191,24	3,71	5,84	3,38	9,88	0
mi99_200_31976	21	1	189,22	40,07	0,56	12,47	0,19	4,41	0	56,72	0,98	0	0	0	0
mi99_200_32066	19	0	24,41	7,64	0	0,21	0	0	0	7,85	0	0	0	0	0
mi99_200_32070	17	0	300,56	53,28	0,69	23,35	0	14,35	4	86,94	8,03	0,69	0	0	0
mi99_200_32115	17	0	356,61	70,65	0	31,46	0,34	5,1	4	85,29	24,35	1,9	0	0	0
mi99_200_32022	12	1	87,43	16,75	0,12	5,97	0,75	1,03	0	22,39	0	1,5	0,74	0	0
mi99_200_31688	8	0	54,47	8,07	0,71	6,28	0	5,12	0,71	19,92	0,65	0	0,33	0	0
mi99_200_31979	8	0	16,48	4,72	0,45	0,04	0	0,5	0	3,2	0	0	2,51	0	0
mi99_200_32023	8	1	296,02	41,62	0,63	6,84	0,25	27,18	3	78,03	1,18	0,32	0	0	0
mi99_200_32020	7	1	0,43	0,22	0	0	0	0	0	0,22	0	0	0	0	0
mi99_200_32073	7	0	212,73	48,64	0	7,94	2,05	1,7	0	51,61	7,62	0	0,48	0	0
mi99_200_32145	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mi99_200_31407	6	1	255,98	40,42	4,19	34,46	0	3,83	1,04	83,24	0	0	0	0	0,69
mi99_200_31626	6	1	634,66	121,77	1,18	44,3	0	6,35	0	169,63	2,91	0,54	0	0	0
mi99_200_31978	6	1	146,93	31,75	5,32	4,27	0	2,29	0	42,19	0	0	1,44	0	0
mi99_200_31687	5	0	50,03	15,56	1	1	0,53	3,92	0	11,56	7,95	0	0,5	0	0
mi99_200_31815	5	0	477,41	73,02	1	97,73	0	2,03	0	103,7	70,08	0	0	0	0
mi99_200_31816	5	0	364,62	62,01	1,07	41,58	1,06	5,26	0	25,59	58,54	0,09	0	26,75	0

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 a partir da Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba.

Importante indicar o significado dos códigos das variáveis apresentadas. As variáveis são, da esquerda para a direita:

- ID: identificador da célula;

Dados provenientes da Secretaria de Saúde de Caraguatatuba:

- Casos_dengue: somatório do número de casos de dengue em cada célula;
- Proximidade_pt_estrat: proximidade de pontos estratégicos (1=sim, 0=não);

Dados oriundos do Censo Demográfico 2010:

- NUM_MORADO: número de moradores, população residente total;
- OCUP1: número de domicílios cuja natureza da ocupação é próprio de algum morador, já pago;
- OCUP2: número de domicílios cuja natureza da ocupação é próprio de algum morador, ainda pagando;
- OCUP3: número de domicílios cuja natureza da ocupação é alugado;
- OCUP4: número de domicílios cuja natureza da ocupação é cedido por empregador;
- OCUP5: número de domicílios cuja natureza da ocupação é cedido de outra forma;
- OCUP6: número de domicílios cuja natureza da ocupação é outra condição;
- ESG1: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário é lançado via rede geral de esgoto ou pluvial;
- ESG2: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário é lançado em fossa séptica;
- ESG3: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário é lançado em fossa rudimentar;

- ESG4: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário é lançado em vala;
- ESG5: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário é lançado em rio, lago ou mar;
- ESG6: número de domicílios cujo esgoto do banheiro ou sanitário tem outra forma de lançamento; e assim sucessivamente para todas as variáveis do universo do Censo Demográfico 2010 (78 variáveis ao todo).

Importante ressaltar que os dados de população e domicílios apresentam casas decimais tendo em vista o processo de composição das células, no qual se distribui a população residente em áreas de mesmo tamanho, com isso podendo acontecer de, como resultado da divisão, surgirem casas decimais. Estes valores devem ser arredondados no processo de utilização dos dados em análises estatísticas ou na apresentação dos resultados.

Avanços e desafios

A junção de informações de origens diferenciadas, neste caso os dados do Censo Demográfico 2010 e os de saúde da população disponibilizados pela Secretaria de Saúde de Caraguatatuba, permite avançar no sentido de compreender processos ainda pouco explicitados na literatura especializada. O caso da dengue é exemplar. O banco de dados criado com a utilização de ferramentas de geoprocessamento possibilita a aplicação de metodologias de análise espacial, estatística e modelagem matemática para a verificação de quais são as características sociodemográficas e ambientais de grupos mais acometidos por esta doença infecciosa (ver Johansen; Carmo; Bueno, 2013; Johansen, 2014).

Outros estudos poderiam ser realizados com a mesma metodologia, como, por exemplo: 1) investigar as características da população residente e sua relação com a distribuição espacial de serviços urbanos (transporte público, escolas, postos de saúde, etc.) em uma escala bastante desagregada, o que permite notar as desigualdades socioeconômicas de grupos populacionais no interior de uma área urbana e seu acesso diferenciado a esses serviços; 2) analisar onde ocorrem os problemas de abastecimento de água no interior do município, observando se há diferenças entre características socioeconômicas dos grupos populacionais atingidos por falta d'água; ou 3) averiguar os locais de ocorrência de mortes de homens jovens por causas externas (usualmente relacionadas à violência urbana e tráfico de drogas) e as características socioeconômicas e ambientais da população residente nesses locais. As possibilidades são inúmeras.

A compreensão das características da população residente em relação a processos diversos ocorridos no nível intramunicipal permite, em um primeiro momento, elencar grupos alvo para a elaboração de políticas públicas mitigadoras e, posteriormente, em um contexto mais avançado de desenvolvimento social e institucional, a criação de políticas pró-ativas, cientificamente embasadas no conhecimento da dinâmica populacional e sua relação com os diversos aspectos da realidade social.

Enfim, há uma ampla gama de possibilidades que se abrem e podem ser aprofundadas com a utilização das ferramentas de geoprocessamento. A disponibilização dos dados do Censo Demográfico em uma grade regular contribui enormemente pelo fato de que fornece informações em uma escala muito mais detalhada do que aquela em que tradicionalmente se dispõem esses dados: os setores censitários, que são irregulares em tamanho e podem abranger áreas diferenciadas em termos de características da população.

Por outro lado, também existem desafios a serem superados na utilização desta metodologia. Entre eles está a questão da escala: a demasiada fragmentação das unidades de estudo, ou seja, as células de 250x250m. Quando se amplia o detalhamento da escala, os processos tornam-se tão fragmentados que se pode perder a chance de visualizar tendências gerais e, desse modo, dificulta-se a compreensão dos fenômenos de forma mais geral. Contudo, isso pode ser facilmente contornado agregando-se as células de modo a obter escalas de análise mais adequadas ao tipo de processo analisado.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÃO

Trabalhos que procuram a integração de dados sociodemográficos e ambientais para a análise da vulnerabilidade socioambiental, como Alves (2006, 2007) se organizam com base na sobreposição de cartografias ambientais (rede hidrográfica, por exemplo), imagens de satélite, malhas digitais de setores censitários e/ou áreas de ponderação dos Censos Demográficos (unidades de análise sociodemográficas), operando em um SIG. A frequência do uso do SIG e dados de sensoriamento remoto nos trabalhos apresentados mostra a importância dessas ferramentas no diagnóstico do ambiente urbano, por integrar e espacializar estes diferentes tipos de dados, possibilitando diversas análises, com enfoques variados, explorando bancos de dados georreferenciados que podem ser constantemente atualizados, fornecendo uma base histórica consistente em auxílio às análises temporais (Durand et al., 2007). Porém, essa integração é realizada através de ajustes cartográficos, por meio do casamento de projeções e datums, e com o uso de sobreposição direta e operações de união e interseção, não produzindo um novo suporte espacial que integra os dados, como o espaço celular e as grades regulares apresentados neste artigo.

Nesse sentido, as células propostas no estudo de caso da vulnerabilidade socioecológica dos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, pensadas não como unidades espaciais de coleta, mas como unidades espaciais para integração, estabelecem um suporte espacial para acomodar dados com diferentes resoluções espaciais, como, por exemplo, os dados censitários que são coletados e agregados em função de uma geometria operacional e os dados ambientais extraídos de uma imagem de satélite que tem uma resolução espacial específica dada pelo tamanho de seu pixel.

No que diz respeito à aplicação de uma grade regular para a compreensão da dinâmica da dengue no nível intramunicipal, este caso foi exemplar no sentido de apontar a potencialidade desta metodologia para se aprofundar a compreensão dos fatores causais desta doença infecciosa. Estudos deste tipo, além de serem mais detalhados que aqueles tradicionalmente realizados – o que é fundamental tendo em vista a complexificação dos processos e das dinâmicas intraurbanas em um mundo cada vez mais urbanizado – podem auxiliar de forma mais precisa na criação de políticas públicas mitigadoras e, em contextos de maior desenvolvimento social e institucional, propor a elaboração de medidas pró-ativas, que antevêm e evitem a eclosão de realidades epidêmicas.

Nesse sentido, mostrou-se fundamental analisar as características da população e do ambiente no qual ela vive, o que se possibilita com os dados do universo do Censo Demográfico brasileiro, aos quais podem ser agregadas as informações de saúde da população (casos de dengue por local de residência) e da dinâmica ambiental (proximidade de pontos estratégicos) através da utilização do SIG. Esta é uma metodologia com grande potencialidade que precisa ser melhor explorada pela Demografia, assim como pela Saúde Coletiva e Epidemiologia. Resultados parciais da aplicação dessa metodologia no contexto da dengue já foram apresentados em Johansen, Carmo, Bueno (2013) e Johansen (2014).

Ainda que tanto os setores censitários quanto as grades regulares permitam análises da distribuição da população no nível intraurbano, a grade mostra-se mais sensível à medida que oferece um maior detalhamento, possibilitando capturar características imperceptíveis quando se utiliza a malha de setores censitários (Bueno; D'Antona, 2012). Portanto, a grade regular é uma aplicação promissora nos estudos intraurbanos e, particularmente, na caracterização de populações em situações de risco, pois apresenta os dados em unidades territoriais que tornam mais precisa a análise e sem a dependência de unidades administrativas ou de coleta para a espacialização dos dados.

* * *

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, A. P., Andrade, P. R. y Ferrari, P. G. (2008), “Preenchimento de Células”, em <<http://www.dpi.inpe.br/terraview/docs/tutorial/Aula15.pdf>>, acesso em 18 de junho de 2010.
- Alves, H. P. F. (2006), “Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais”, em *Revista Brasileira de Estudos de População*, Vol. 23, Nº 1, p. 43-59.
- Alves, H. P. F. (2007), “Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento”, em *Revista Brasileira de Estudos de População*, Vol. 24, Nº 2. p. 301-306.
- Anazawa, T. M. (2012), “Vulnerabilidade e território no litoral norte de São Paulo: indicadores, perfis de ativos e trajetórias”, dissertação de mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.
- Brasil (2009), Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. *Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue*. Brasília: Ministério da Saúde.
- Bueno, M. C. D. e D'Antona, A. O. (2012), “Utilização de grades regulares para análises espaciais intramunicipais de variáveis demográficas – testes para Limeira – SP, 2010”, trabalho apresentado no XVIII Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABEP, Águas de Lindóia/SP.
- Bueno, M. C. D. e Dagnino, R. S. (2011), “População em Unidades de Conservação da Amazônia Legal: estimativas a partir da Contagem Populacional 2007”, em D'Antona, A. O.; Carmo, R. L. (Org.), *Dinâmicas demográficas e ambiente*, Campinas: NEPO/Unicamp.
- Cunha, J. M. P. et al. (2004), “A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas”, trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional De Estudos Populacionais, Caxambu/MG.
- D'Antona, A. O., Dagnino, R. S. y Bueno, M. C. D. (2010), “Geotecnologias e Gestão de Políticas Públicas: uso de dados demográficos”, em Baeninger, R. (Org.), *População e Cidades: Subsídios para o Planejamento e Políticas Sociais*, Brasília: UNFPA.
- Durand, C. et al. (2007), “Análise da correlação entre população e área urbana (km²) visando a inferência populacional por meio do uso de imagens orbitais”, em *Geografia*, Vol. 16, Nº2, p.113-142.
- Feitosa, F. F. et al. (2007), “Global and local spatial indices of urban segregation”, in *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 21, Nº 3-4, p. 299-323.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2010), *Censo Demográfico 2010*, Rio de Janeiro: IBGE.
- Instituto Polis (2012), “Diagnóstico urbano socioambiental e Programa de Desenvolvimento Sustentável em municípios da Baixada Santista e Litoral Norte do estado de São Paulo”, em *Boletim nº 1 Caraguatatuba*. Julho, Agosto.

- Johansen, I. C. (2014), “Urbanização e saúde da população: o caso da dengue em Caraguatatuba (SP)”, dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas.
- Johansen, I. C., Carmo, R. L. y Bueno, M. C. D. (2013) “Water, sanitation and health: an intra-urban comparison in the municipality of Caraguatatuba, Brazil”, in *Water International*, Vol. 38, Nº 7, p. 888–901.
- Kaztman, R. et al.(1999), “Vulnerabilidad, activos y exclusión social en Argentina y Uruguay”, en *Oficina Internacional del Trabajo*, Santiago de Chile.
- Manuila, L. et al. (2003), *Dicionário médico*. Rio de Janeiro: Medsi.
- Openshaw, S. (1984), *The modifiable areal unit problem*, Norwich: Geo Books.
- Pelling, M. (2003), *The Vulnerability of Cities*, London: Earthscan.
- Secretaria Municipal de Saúde de Caraguatatuba (2013), *Plano de Contingência à Dengue*.
- Terraview (2011), “Terraview 4.1.0”, em <<http://www.dpi.inpe.br/terraview>>, acesso em 01 de junio de 2011.