

## **OS EFEITOS DO CRESCIMENTO URBANO SOBRE O PROCESSO DE SAÚDE E REPERCUSSÕES DA DENGUE: UM ESTUDO DE CASO**

Marco Aurelio Pereira Horta<sup>1</sup>, Aldo Pacheco Ferreira<sup>1\*</sup>, Robson Bruniera de Oliveira<sup>1</sup>, Fabricio Thomaz de Oliveira Ker<sup>2</sup>, Ana Cristina Navarro Ferreira<sup>3</sup>, Cristina Maria Sousa Catita<sup>3</sup>

### **RESUMO**

O crescimento urbano sem planejamento adequado é apontado como um dos fatores responsáveis pela disseminação mundial da dengue nas últimas décadas. O propósito do artigo foi analisar a dinâmica espacial e temporal da dengue na cidade de Coronel Fabriciano, Minas Gerais, Brasil, e buscar associar este padrão de ocorrência aos locais de maior crescimento urbano nos últimos anos. Os casos de dengue foram obtidos na Secretaria Municipal de Saúde para o período de 2009 e georreferenciados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas. Foram incluídos no estudo os casos suspeitos e confirmados. Foram obtidas informações geográficas sobre o limite municipal, limite da área urbana, setores censitários, áreas com construções e áreas naturais. Foram quantificados o crescimento em área quadrada, e as principais regiões onde se verificou a expansão urbana. Com base na distribuição dos casos de dengue, o estimador de Kernel foi utilizado para medir a dispersão destes casos. A paisagem mostrou mudanças nas unidades de zona urbana e pastagem, no período estudado. Observou-se um crescimento urbano sobre a matriz de pastagem, contudo não foram observadas alterações nas áreas de floresta remanescente e eucalipto. Foram diagnosticados casos de dengue espacialmente agrupados na região norte da cidade, onde novos bairros surgiram nos últimos anos, acompanhando o crescimento populacional sem estrutura adequada de urbanização e planejamento. Além disso, o crescimento urbano tem levado a uma abordagem de fragmentos florestais nativos com mais efeitos de borda, reduzindo a margem de cursos d'água e fornecendo um solo nu, adequado para o acúmulo de lixo e a formação de criadouros de mosquitos. Fica, mais uma vez constatado, que políticas públicas eficientes e planejamento urbano adequado podem reduzir o impacto da dengue.

**Palavras-chave:** dengue; análise espacial; saúde pública; crescimento urbano.

### **ABSTRACT**

Urban growth without proper planning is thought to be one of the factors responsible for the worldwide spread of dengue fever in recent decades. The aim of this paper was to analyze the spatial and temporal dynamics of dengue fever in Coronel Fabriciano, Minas Gerais State, Brazil, and try to associate this pattern of occurrence to those areas of higher urban growth in recent years. Dengue fever cases were obtained from the Health Department for the period 2009 and georeferenced using a Geographic Information System. The study included the suspected and confirmed cases. We obtained information about geographical municipal boundary, urban area limits, census tracts, areas with buildings and natural areas. We quantified the urban growth, and indicated the main regions where the urban growth was more evident. Based on the distribution of dengue cases, the Kernel estimator was used to measure the dispersion of these cases. The landscape units showed changes in urban and pasture in the period studied. We observed the urban growth over the pasture matrix, however no changes were observed in the areas of remaining forest and eucalyptus. We also diagnosed dengue fever cases spatially clustered in the northern region of the city, where new neighborhoods have emerged in recent years, following the population growth without adequate infrastructure of urbanization and planning. In addition, urban growth has led to an approach of native forest fragments with more edge effects, reducing the margin of streams and providing a bare soil, suitable for waste accumulation and the occurrence of mosquito breeding sites. Effective public policies and appropriate urban planning can reduce the impact of dengue fever in endemic regions.

**Keywords:** dengue; spatial analysis; public health; urban growth.

1. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: [aldopachecoferreira@gmail.com](mailto:aldopachecoferreira@gmail.com)

2. Instituto Estadual de Florestas, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

3. Departamento de Engenharia Geográfica, Universidade de Lisboa, Portugal

## INTRODUÇÃO

O crescimento urbano pode afetar negativamente a saúde da população quando as medidas de planejamento de novas áreas habitacionais não são feitas corretamente<sup>1</sup>. O aumento da urbanização, o desenvolvimento econômico e a expansão do número de locais como potenciais criadouros permitiram aos *Aedes aegypti* invadir novamente a América do Sul nos anos 70, aumentando assim a incidência de dengue e de febre hemorrágica do dengue<sup>1,2</sup>.

A reemergência da dengue em conjunto com a expansão das áreas do seu vetor são de fato atualmente, um problema mundial<sup>3</sup>. Muitos fatores estão associados com a dengue, entre estes podemos destacar aqueles associados às condições climáticas como a temperatura, umidade, regimes regionais de precipitação<sup>4</sup>, *el Niño*; aqueles associados às condições socioeconômicas como saneamento e coleta de lixo deficiente, ausência de rede de água potável, baixas condições de renda, acúmulo de lixo; e aqueles fatores relacionados com o aumento da probabilidade de contato entre o vetor e o hospedeiro em um episódio epidêmico, como a proximidade das habitações, o fluxo populacional, aumento e rapidez das viagens intercontinentais. Esta transmissibilidade tem sido estudada considerando o desenvolvimento de modelos matemáticos que explicitamente descrevem os mecanismos envolvidos na transmissão do agente patogênico entre hospedeiro e vetores<sup>5</sup>.

O principal vetor do vírus dengue é o mosquito *Aedes (Stegomyia) aegypti*, Linnaeus, 1762<sup>6</sup>. Este inseto tem conseguido explorar o ambiente antrópico, que fornece condições adequadas de sobrevivência do adulto e enorme variedade de habitats para suas formas imaturas, favorecendo o aumento da densidade e a dispersão ativa e passiva do vetor<sup>7</sup>. A situação agrava-se pelas condições precárias de saneamento ambiental, e pela utilização intensa de recipientes descartáveis e não biodegradáveis como os de plástico e de vidro<sup>8-10</sup>. Vale considerar as alterações climáticas e os movimentos migratórios do homem que fornecem condições ideais para o desenvolvimento do mosquito, para a circulação do vírus em diversas áreas e para o desenvolvimento do vírus dentro do organismo do vetor<sup>7</sup>.

Os vírus da dengue (DENV)<sup>1-4</sup> estão atualmente em circulação no Brasil provocando epidemias em várias regiões<sup>11</sup>. Após a grande epidemia causada pela introdução do DEN-3 no Brasil em 2002, os sistemas de notificação utilizados pelos

municípios em todo o país detectou o vírus DEN-1 recirculando, afetando um grande número de pessoas suscetíveis<sup>12</sup>. O DEN-4 tem atraído recentemente a atenção do público por causa da epidemia em diversas regiões do país, afetando indivíduos imunocompetentes<sup>13</sup>, sendo que no Brasil, a vigilância da dengue centra-se na detecção de casos<sup>1,12,13</sup>.

A análise da dispersão da infecção através de sistemas interligados de populações, tais como centros urbanos, é de grande importância e atrai considerável interesse, em especial, para o planejamento de resposta às doenças emergentes pandêmicas<sup>12,14</sup>. O padrão temporal epidemiológico da dengue é caracterizado por epidemias periódicas com ciclos interepidêmicos, mostrando variações sazonais no tamanho da população do vetor e com prevalências de determinados sorotipos que variam na dominância ao longo do tempo e do espaço<sup>15</sup>.

A análise da paisagem, utilizando técnicas de análise espacial pode fornecer ferramentas para um melhor planejamento urbano, permitindo uma melhor qualidade de vida e preservação de áreas naturais. Surtos de dengue em cidades grandes tem entre outros fatores, da expansão urbana, o número elevado de locais de reprodução do mosquito, altas temperaturas e grande número de pessoas suscetíveis. Neste sentido, o mapeamento de doenças tem sido um instrumento básico no campo da saúde pública. Desde os anos 1990, as técnicas de análise foram melhoradas para gerar mapas de identificação de áreas de risco, resultando em atenção diferenciada a ser dada pelos serviços de saúde<sup>16</sup> e eles têm sido amplamente utilizados para compreender a dinâmica de doenças infecciosas<sup>14,17</sup>.

Para tanto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a expansão de uma epidemia de dengue, tendo como cenário o crescimento urbano do município de Coronel Fabriciano, Minas Gerais; e, assim, identificar fatores de associação de surtos epidêmicos de dengue, correlacionando os focos de acometimentos com áreas de expansão urbana, dentro do município estudado.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O município de Coronel Fabriciano está localizado no Vale do Rio Doce, na

região leste do estado de Minas Gerais (19°30'52" S, 42°37'31" W). Abrange uma área de 221 km<sup>2</sup>, com 103.724 habitantes, segundo Censo 2010 do Brasil<sup>18</sup>, incluindo uma zona rural composta principalmente por plantações de eucalipto e uma área urbana.

Durante o período de estudo as médias de temperatura e precipitação foram de 22°C e 177 mm, respectivamente, entretanto o município registra temperaturas bastante elevadas em vários períodos do ano. Esta região foi industrializada há mais de 40 anos, mas as áreas de transição com características rurais persistem na área periférica da cidade. O município está localizado em uma grande depressão geográfica conhecida como Vale do Aço, dada a presença de um pólo produtor de aço e, onde, conjuntamente com os municípios de Ipatinga e Timóteo, apresentam anualmente um enorme número de notificações para dengue.

## Amostragem

Foram obtidas para o município de Coronel Fabriciano ortofotos aéreas datadas de 1989, confeccionadas pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig), em 4 cartas na escala de 1:10.000. Estas cartas foram digitalizadas com definição de 400dpi e montadas em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Em 2009, foram visitados e georreferenciados todo o perímetro do município incluindo a área urbana, as florestas remanescentes e de cultivo. Com o auxílio de GPS (*Global Positioning System*), cuja precisão variou entre 6 e 15 metros, foram obtidas as coordenadas geográficas do entorno destas áreas formando polígonos das unidades de paisagem.

Os casos de dengue foram obtidos a partir da Secretaria Municipal de Saúde de Coronel Fabriciano, para o ano de 2009, e adicionados em um banco de dados acumulados por semana epidemiológica. Foram incluídos no estudo todos os casos suspeitos e confirmados de dengue de acordo com o aparecimento de sintomas durante o período de estudo. As definições de casos prováveis e confirmados de dengue em uso pelo sistema de saúde brasileiro são os especificados pela Organização Mundial de Saúde (OMS)<sup>19</sup>, ou seja, um caso de dengue foi classificado como provável onde febre ou calafrios estavam presentes, além de pelo menos dois sintomas entre mialgia, artralgia, dor retroorbital, erupção cutânea, dor

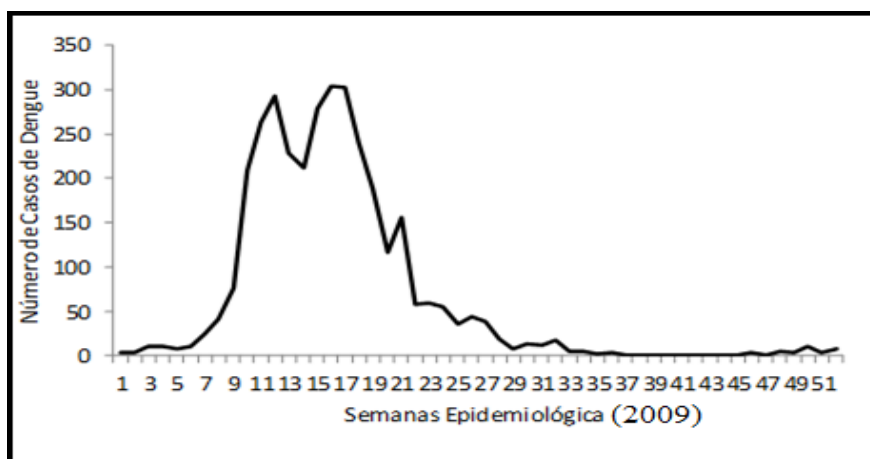
de cabeça, ou alguma manifestação hemorrágica (por exemplo, petéquias, hematúria, hematêmese, melena). Apenas uma pequena porcentagem dos casos de dengue prováveis foram confirmados através de testes de anticorpos IgM pelos laboratórios regionais.

Foram obtidas para o ano de 2009, arquivos vetoriais (*shape files*) contendo informações sobre o limite municipal, limite da área urbana, setores censitários, áreas com construções e as unidades da paisagem não-urbanas. Para a avaliação do crescimento urbano, a base construída para o ano de 2009 foi sobreposta, em ambiente SIG, sobre o mapa gerado para o ano de 1989; onde procedeu-se a quantificação do crescimento urbano em área quadrada e das principais regiões onde se verificou a expansão urbana. Em sequência, foram utilizadas as notificações dos casos de dengue para o ano de 2009, em 52 semanas epidemiológicas, onde para cada caso notificado, foi realizado o georreferenciamento do respectivo endereço, utilizando para isso, a ferramenta *gpsvisualizer*®, que tem como base o banco de dados geográficos do *Google*®, sobre um mapa de base digital contendo os limites da cidade, utilizando SIG.

Com base na distribuição dos casos de dengue ao longo da cidade, o estimador de Kernel foi utilizado para medir a dispersão destes casos, ajustado a um comprimento de 262 metros, e também aplicado para localizar *hot spots* dos casos de dengue em Coronel Fabriciano. Para a montagem do banco de dados e análises foi utilizado o *software* para análise espacial ArcGIS® versão 9.3.

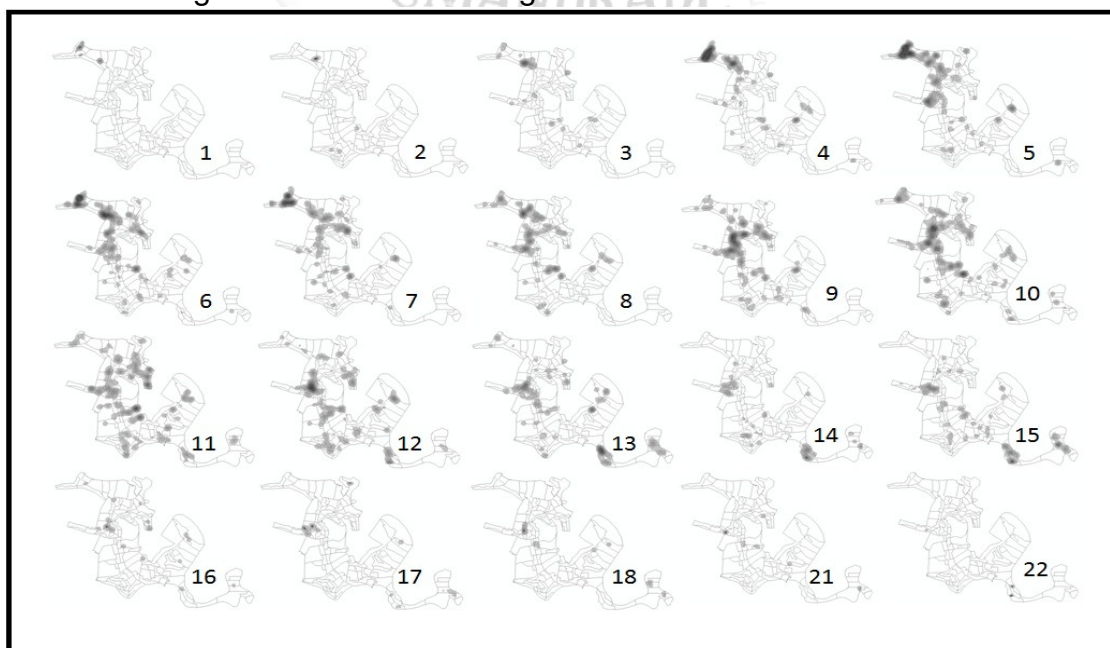
## **RESULTADOS**

No período de estudo identificaram-se 3.389 casos de dengue, dados estes notificados pela Secretaria Municipal de Saúde de Coronel Fabriciano. A incidência para o ano de 2009 atingiu o alto valor de 3271,22 casos por 100 mil habitantes. Os casos notificados de dengue apresentam um crescimento a partir da nona semana do ano, apresentando um pico entre as semanas 12 e 18, onde observa-se uma gradual redução no número de casos (Figura 1). Este aumento no número de notificações corresponde aos meses de fevereiro, março e abril, e tende a reduzir a partir de maio. Pode-se verificar um padrão endêmico a partir deste momento onde a epidemia perde força, mas casos pontuais são notificados durante todo o ano.



**Figura 1.** Número de casos de dengue notificados durante as 52 semanas epidemiológicas em Coronel Fabriciano, MG, no período de estudo (2009).

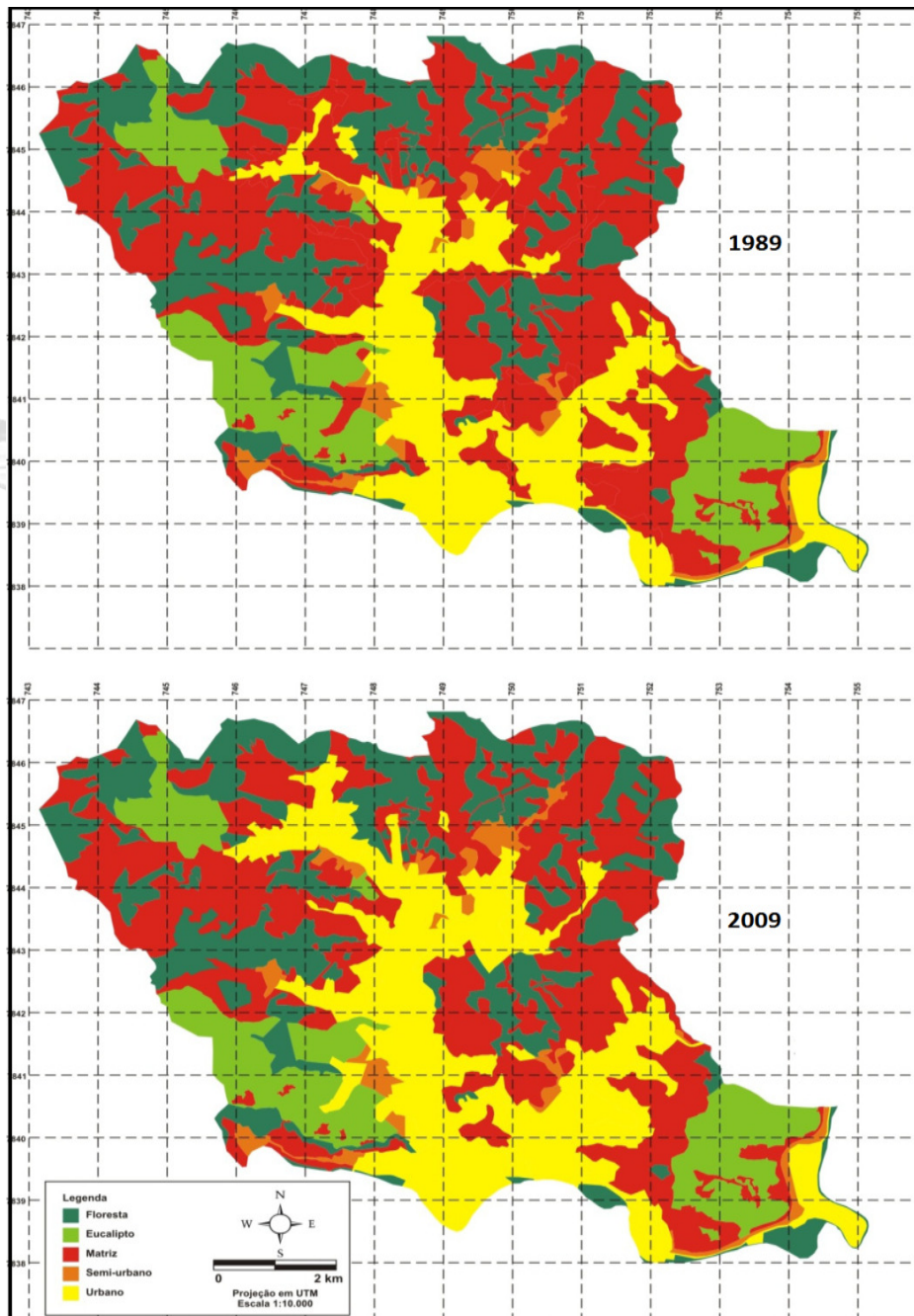
De acordo com a Figura 2, fica evidenciado um padrão de dispersão espacial dos casos de dengue em Coronel Fabriciano. A onda epidêmica deu início no norte da cidade, espalhando-se rapidamente para as áreas centrais. Na semana 9 pode-se ver o enfraquecimento da onda epidêmica no setor norte, que está sendo desviado para o nordeste da cidade. Entre as semanas 10 a 15, percebe-se o esgotamento dos casos em áreas do norte e a presença de pontos quentes (*hot spots*) na região mais central, além da ocorrência de um ponto quente no setor sul da cidade. Os casos estão esgotados até a semana 18, com poucos casos restantes. Após 22 semanas alguns casos isolados ocorrem na cidade, o que mostra o padrão de dengue endêmica nesta região.



**Figura 2.** Casos de dengue no município de Coronel Fabriciano/MG entre as semanas 1 e 22 (2009).



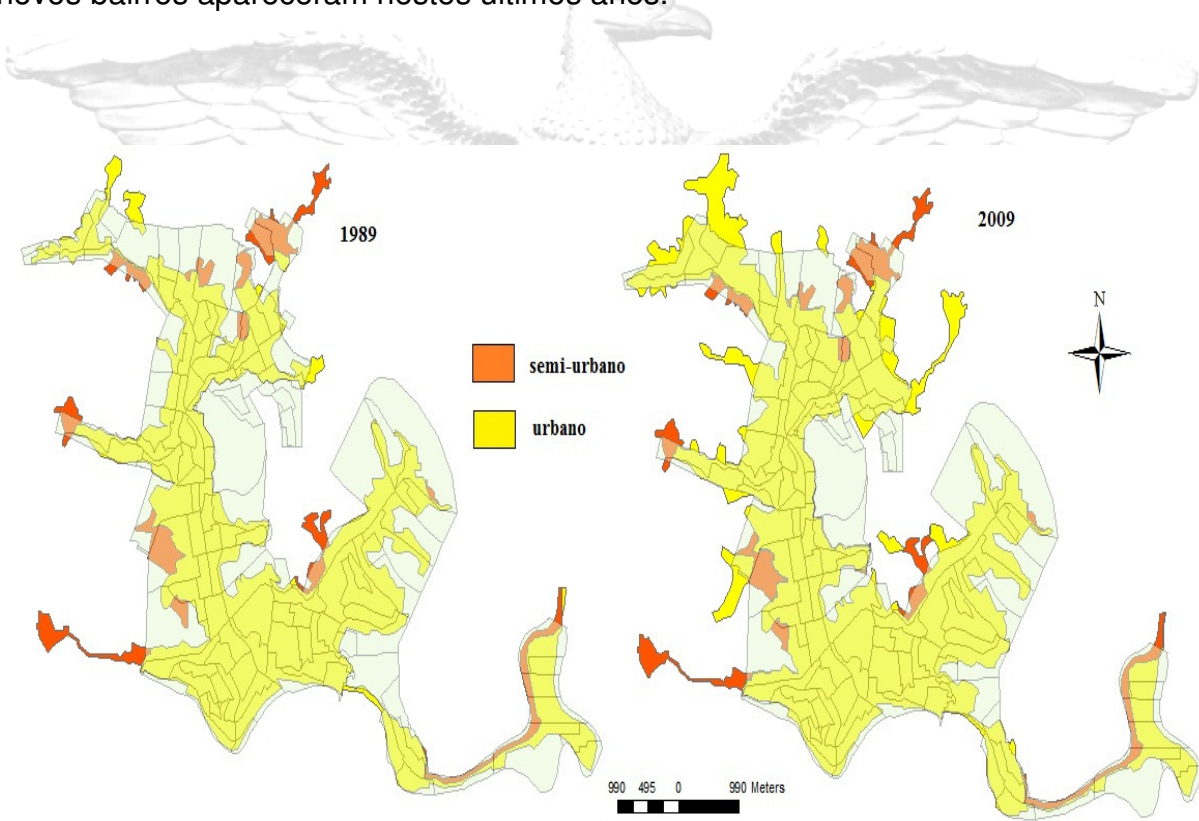
A paisagem mostrou mudanças nas unidades da zona urbana e pastagem, no período entre 1989 e 2009. Observou-se um crescimento urbano sobre a matriz de pastagem. Não foram observadas alterações nas áreas de floresta remanescente e eucalipto. A área total estudada do município de Coronel Fabriciano corresponde a 63.667 km<sup>2</sup>. Foram identificadas 05 (cinco) unidades na paisagem: matriz (pastagem), urbano, semiurbano, eucalipto e floresta (Figura3).



**Figura 3.** Comparativo do crescimento urbano sobre a matriz de pastagem, Município de Coronel Fabriciano/MG, entre 1989 e 2009.

As áreas de centro das unidades de paisagem ocupam atualmente 81,39% da área de estudo, sendo que sua maioria é composta pela matriz (35%), urbano (27,1%), floresta (22,5%) e eucalipto (12,3%). Não houve diferenças quanto às áreas das unidades de Floresta, Eucalipto e Semiurbano, mas foram observadas diferenças nas áreas de matriz e urbana. Ocorreu um aumento na área urbana entre os anos de 1989 e 2009 (de 19,1% para 27,1%) ( $p < 0,001$ ) e uma redução na área de matriz neste mesmo período (de 43% para 35%) ( $p < 0,001$ ). As bordas representam atualmente 18,09% da área de estudo, sendo compostas basicamente por matriz (37%), floresta (27%) e urbano (23%).

De acordo com a Figura 4, as áreas amarelas mostram o perímetro urbano, e as áreas laranja o perímetro semiurbano, entre 1989 e 2009. Fica denotada a expansão da área urbana com bastante destaque na porção norte da cidade, onde novos bairros apareceram nestes últimos anos.



**Figura 4.** Comparativo da expansão urbana (perímetro urbano e semiurbano), Município de Coronel Fabriciano/MG, entre 1989 e 2009.



## **DISCUSSÃO**

Nas duas últimas décadas, os quatro vírus do dengue foram se alternando na população brasileira causando epidemias que variam em gravidade e entre regiões geográficas<sup>10,12,20</sup>. Com a alternância de sorotipos no Brasil, o vírus encontra em períodos cíclicos, uma população suscetível que não está imune à cepa predominante. Fatores tais como o número de indivíduos suscetíveis, os níveis de populações de mosquitos, as características físicas e ambientais determinam a força de infecção da doença<sup>21</sup> e explicam a epidemia observada na região estudada. Epidemias como essa, ocorrem em vários estados brasileiros, sendo que as condições climáticas podem favorecer a reprodução do mosquito nos períodos chuvoso e úmido<sup>22</sup>. No entanto, não só as condições climáticas podem fornecer pistas para a alta transmissão de dengue em cidades como Coronel Fabriciano, que está localizada em uma região de altas temperaturas médias e umidade. A suscetibilidade da população é outra característica fundamental que deve ser explorada em modelos de transmissibilidade<sup>23</sup>.

As medidas de controle da dengue atualmente estão focadas na participação comunitária e no controle de vetores e redução na fonte larval. No período de estudo ocorreu um projeto de educação em saúde intitulado Escola Contra a Dengue, no intuito de envolver as escolas sediadas em áreas de maior notificação, envolvendo os alunos da própria comunidade no combate à dengue. Dos vários projetos desenvolvidos pelos próprios alunos, como apoio da Zoonose, destacou-se a Gincana da Reciclagem, numa escola do vetor Norte (bairro Manoel Maia), onde foram retiradas do ambiente da comunidade mais de 10.000 embalagens de materiais recicláveis/depósitos de larvas, e doadas para a Coleta Seletiva do município<sup>17</sup>.

Um padrão de estações secas e úmidas é típico para a região, e condições quentes temperadas ocorrem ao longo do vale o qual está o município de Coronel Fabriciano. A dengue, sendo uma doença transmitida por vetor, é atualmente a mais importante arbovirose globalmente e é geralmente associada à ambientes construídos em áreas tropicais<sup>24</sup>. Temperatura quente, alta pluviosidade e a posição geográfica da cidade criaram um local ideal para criadouros de populações de *Aedes aegypti*, assegurando a sua sobrevivência ao longo do ano. Assim como

outros municípios, Coronel Fabriciano tem um programa de inseticidas e busca ativa de larvas de *Aedes* que está ativo durante todo o ano.

Com a expansão urbana, os dados mostram que se alteraram as proporções de unidades de borda. As bordas de pastagem diminuíram em aproximadamente 1/4 e a borda urbana praticamente duplicou, aumentando o contato entre a unidade urbana e florestal, conseqüentemente, aumentando a pressão urbana sobre a mesma. Associado a isto, os dados evidenciam que o surgimento dos casos de dengue que dão início à onda epidêmica na cidade de Coronel Fabriciano ocorre naquelas localidades que experimentaram uma expansão urbana nos últimos anos na região norte do município. Esta região caracteriza-se por localidades com uma presença forte da interface urbano-rural, onde a infraestrutura urbana nova ainda apresenta deficiências que promovem a proliferação do vetor e a rápida transmissão da doença. Estes bairros estão localizados em áreas de condições socioeconômicas baixas, com deficiente serviço de infraestrutura urbana.

Entretanto, alguns fatores podem ser levantados como prováveis para explicar o início da onda epidêmica nas áreas ao norte do município, sendo que podem estar atuando independentemente, ou em conjunto, ou ainda formando um movimento sinérgico multicausal. São estes os diferentes cenários: estas áreas de surgimento de surto são propícias à proliferação do vetor, com grandes áreas abertas onde se acumulam lixo e água. A maior densidade populacional de mosquitos nessa área propiciaria a transmissão dar início nestes locais. Além disso, o nível socioeconômico inferior em relação a outras áreas do município favoreceria a transmissão. Denota assim na literatura evidências sobre associações entre condições socioeconômicas e incidência de dengue<sup>25-28</sup>.

Em outro cenário, o vetor está presente por toda a área urbana do município. Mesmo com os índices entomológicos apresentando valores que variam entre os bairros, sinalizando que a transmissão da doença se mantém mesmo em áreas de baixa densidade populacional do mosquito<sup>23</sup>. Com isso, os movimentos populacionais teriam uma importância. Um grande número de pessoas se desloca em um movimento diário entre as áreas centrais do município e cidades vizinhas como Ipatinga e Timóteo, também com surtos de dengue de estudo, onde trabalham ou utilizam dos serviços, e as zonas periféricas ao norte, onde residem. Entende-se aqui que as zonas de transmissão se dariam em um local diferente de onde se deu o

início do surto.

Além desses fatores, a disponibilidade de indivíduos suscetíveis nas áreas ao norte poderia ser um ponto importante na cadeia de transmissão da dengue na cidade de Coronel Fabriciano. Como não estão disponíveis dados sorológicos sobre o sorotipo circulante para os diferentes bairros, ficou dificultado saber-se naquele momento, se a distribuição de pessoas suscetíveis ao sorotipo epidêmico dentro do município é heterogênea ou não, de forma que um estoque de suscetíveis aliados às questões socioeconômicas que favorecem o vetor e o maior encontro entre este e o homem, seria o passo inicial para o surgimento dos casos e o posterior início da epidemia nestas áreas ao norte.

Gubler<sup>29</sup> argumenta que quatro fatores podem ser citados como principais condicionantes do aumento da incidência e propagação da dengue atualmente: (i) falta de um controle eficaz do mosquito, (ii) mudança no estilo de vida da população, (iii) o processo de urbanização sem planejamento e (iv) a globalização. Para interpretar as mudanças na frequência de surtos de dengue desde os 80, os dados sorológicos fornecem pistas importantes sobre a frequência dos tipos virais circulantes nas populações para determinar a força de infecção, principalmente em função do número de pessoas suscetíveis em uma região<sup>12</sup>. O sorotipo 3 da dengue predominou na maioria dos estados do Brasil entre 2002 e 2006. Entre 2007 e 2009, observou-se uma mudança no sorotipo predominante, com a substituição do DENV-3 pelo DENV-2<sup>12,20,26</sup>. Essa mudança levou à ocorrência de epidemias em um número de unidades federais, com um deslocamento de casos graves para as pessoas, em especial àquelas menores de 15 anos<sup>30</sup>.

O monitoramento da circulação de sorotipos em 2009 apontou para uma nova mudança do sorotipo predominante, com uma recirculação significativa de DENV-1. Esta recirculação do DENV-1 pode ter aumentada a possibilidade de surtos em regiões onde a população não tem estado em contato com o vírus desde os anos 80. O efeito da recirculação de um sorotipo viral deve ser acompanhado de perto pelo serviço de vigilância da dengue em todos os níveis do sistema, uma vez que pode levar a um padrão semelhante de casos em crianças, devido à reduzida circulação desse sorotipo durante a última década. A alternância de sorotipos circulantes no Brasil é um fator de risco para novas epidemias, um exemplo é a chegada ao país do DENV-4 em 2011, que já vinha circulando em 10 países das

Américas<sup>31</sup>, incluindo a Venezuela, que faz fronteira com o estado de Roraima e onde este tipo de vírus da dengue provavelmente pode ter entrado no Brasil.

A onda epidêmica vista neste estudo parece ter um caráter unidirecional, aonde as notificações vão acontecendo naquele local até o esgotamento do mínimo de suscetíveis para a manutenção da epidemia naquele local. De acordo com Wen et al.<sup>32</sup>, uma onda epidêmica é definida como uma sequência de semanas com a ocorrência de casos ininterruptas. Em Coronel Fabriciano, as áreas urbanas em todo o município são divididas em distritos, cada um com diferente tamanho da população e uma chance de infecção que pode diferir entre estes distritos que estão sujeitas a diferentes condições ambientais.

A dengue tem provavelmente uma distribuição espacial heterogênea sobre as áreas afetadas. Muitas regiões são propensas a experimentar grande impacto de futuros surtos, especialmente quando um novo sorotipo começa a circular. Neste estudo, a disseminação de casos de dengue visto para o período estudado oferece uma indicação de que a epidemia de dengue evolui temporariamente e espacialmente, ocupando diferentes áreas dentro da cidade. Os pontos que evidenciaram mais casos atendidos alocam-se na região norte, local da primeira ocorrência de aglomerado de casos, causando um esgotamento de indivíduos suscetíveis neste ponto. Em seguida, os movimentos de ondas epidêmicas direcionam-se em outra direção, com um grande número de pessoas em risco de dengue. Estes bairros são caracterizados por más condições sociais com o crescimento urbano recente e poucas condições ideais de saneamento básico e infraestrutura urbana; também, há outras endemias ligadas ao saneamento como esquistossomose (dados do PCE – Programa de Controle da Esquistossomose) que acometem a região norte. Há pouco tempo a água não era tratada e até hoje não há tratamento de esgotos na cidade.

Algumas limitações podem ser estabelecidas neste estudo: as análises foram conduzidas a partir de casos notificados de dengue pelos serviços hospitalares à Secretaria Municipal de Saúde e não a partir dos casos laboratorialmente confirmados de dengue. Na maioria dos municípios em Minas Gerais, o principal padrão de confirmação de dengue é o clínico, uma vez que poucos exames sorológicos são realizados. O viés no estudo pode surgir a partir do momento em que os casos de dengue podem ser subnotificados ou supernotificados durante o

período epidêmico nos primeiros meses do ano. Isto advém do fato de outras doenças estarem inseridas na síndrome febril icterica aguda e síndrome febril icterica hemorrágica aguda (SFIA e SFIHA), e assim, serem diagnosticadas e notificadas como dengue pelos serviços de saúde. Faz-se da importância da utilização de métodos mais eficazes de diagnóstico.

## **CONCLUSÃO**

Neste estudo, observaram-se casos de dengue espacialmente agrupados na região norte do Município estudado, onde novos bairros surgiram nos últimos anos acompanhando o crescimento populacional, sem estrutura adequada de urbanização e planejamento urbano. Além disso, o crescimento urbano tem levado a uma abordagem de fragmentos florestais nativas com mais efeitos de borda, reduzindo a margem de cursos d'água e fornecendo um solo nu, adequado para o acúmulo de lixo, ea formação de criadouros de mosquitos.

Os resultados obtidos demonstraram que a expansão urbana, associada a condições climáticas e as atividades humanas, propiciaram a dispersão do vetor por toda a área urbana do município, de forma oportunista. Com a utilização de técnicas de geoprocessamento para mapear as áreas de focos do mosquito vetor e dos casos de dengue, pode-se identificar os locais de maior risco de transmissão. Dessa maneira, as informações entomológicas e epidemiológicas notificadas pelos serviços de saúde podem ser processadas no sistema, de maneira rápida, possibilitando melhor visualização e direcionamento das atividades de controle da dengue. E, assim, políticas públicas eficientes e planejamento urbano adequado podem reduzir o impacto desta doença.

## **Agradecimentos**

A Direção e Agentes Comunitários de Endemias pertencentes à Secretaria de Saúde de Coronel Fabriciano, MG.



## REFERÊNCIAS

1. Almeida MCM, Caiaffa WT, Assunção RM, Proietti FA. Spatial Vulnerability to Dengue in a Brazilian Urban Area During a 7-Year Surveillance. *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine* 2005; 84 (3): 334-345.
2. Anderson RM, May RM. *Infectious diseases of humans: dynamics and control*. Oxford Univ. Press; 1991.
3. Araújo JM, Bello G, Schatzmayr HG, Santos FB, Nogueira RM. Dengue virus type 3 in Brazil: a phylogenetic perspective. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2009; 104(3): 526-529.
4. Medronho RA. Dengue e o ambiente urbano. *Rev Bras Epidemiol* 2006; 9:159-61.
5. Tauil PL. Urbanização e ecologia do dengue. *Cad. Saúde Pública* 2001; 17(1):99-102.
6. Mcconnel KJ, Gubler DJ. Guidelines on the cost-effectiveness of larval control programs to reduce dengue transmission in Puerto Rico. *Revista Panamericana de Salud Pública* 2003; 14(1): 9-16.
7. Coelho GE. Challenges in the control of *Aedes aegypti*. *Rev Inst Med Tropical* 2012; 54 (18):13-24.
8. Sly PD. Health impacts of climate change and biosecurity in the Asian Pacific region. *Rev Environ Health* 2011; 26(1):7-12.
9. Schmidt WP, Suzuki M, Thiem VD, White RG, Tsuzuki A, Yoshida LM, Yanai H, Haque U, Tho LH, Anh DD, Ariyoshi K. Population density, water supply, and the risk of dengue fever in Vietnam: cohort study and spatial analysis. *PLoS Med.* 2011; 8(8):e1001-082.
10. Tapia-Conyer R, Betancourt-Cravioto M, Méndez-Galván J. Dengue: an escalating public health problem in Latin America. *Paediatr Int Child Health* 2012; 32(1):14-7.
11. Regis L, Monteiro AM, Melo-Santos MAV, Silveira Jr JC, Furtado AF, Acioli RV, et al. Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2008; 103: 50–9.
12. De Simone TS, Nogueira RMR, Araújo ESM, Guimarães FR, Santos FB, Schatzmayr HG, et al. Dengue virus surveillance: the co-circulation of DENV-1, DENV-2 and DENV-3 in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 2004; 98: 553-562.
13. Earnest A, Tan SB, Wilder-Smith A. Meteorological factors and El Niño Southern Oscillation are independently associated with dengue infections. *Epidemiology & Infection* 2011; 140(7):1244 – 1251.
14. Sazonova I, Kelberta M, Gravenora MB The Speed of Epidemic Waves in a One-Dimensional Lattice of SIR Models. *Mathematical Modelling of Natural Phenomena* 2008; 3 (04): 28-47.
15. Degallier N, Favier C, Boulanger JP, Menkes C. Imported and autochthonous

cases in the dynamics of dengue epidemics in Brazil. *Rev Saúde Pública* 2009;43(1):1-7.

16. Siqueira-Junior JB, Maciel IJ, Barcellos C, Souza WV, Carvalho MS, Nascimento NE, et al. Spatial point analysis based on dengue surveys at household level in central Brazil. *BMC Public Health* 2008;8:361. DOI: 10.1186/1471-2458-8-361.

17. Coelho FC, Codeço CT, Struchiner CJ. Complete treatment of uncertainties in a model for dengue R0 estimation. *Cad Saúde Pública* 2008; 24(4), 853-861.

18. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010.

19. World Health Organization. The Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases. Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control; 2009.

20. Campos RD, Veiga CS, Meneses MD, de Souza LM, Fernandes CA, Malirat V, et al. Emergence of Dengue virus 4 genotypes II b and I in the city of Rio de Janeiro. *J Clin Virol*. 2012; doi:pii: S1386-6532(12)00385-X. 10.1016/j.jcv.2012.10.006

21. Favier C, Degallier N, Rosa-Freitas MG, Boulanger JP, Costa Lima JR, Luitgards-Moura JF, et al. Early determinations of the reproductive number for vector-borne diseases: the case of dengue in Brazil. *Tropical Medicine and International health* 2006; 11 (3): 332-340.

22. Yang HM, Macoris ML, Galvani KC, Andrighetti MT. Follow up estimation of *Aedes aegypti* entomological parameters and mathematical modellings. *Biosystems* 2011;103(3): 360-71.

23. Focks DA, Daniels E, Haile DG, Keesling JE. A simulation model of the epidemiology of urban dengue fever: literature analysis, model development, preliminary validation, and samples of simulation results. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 1995; 53: 489–506.

24. Anderson RM, May RM. *Infectious diseases of humans: dynamics and control*. Oxford Univ. Press; 1991.

25. Mondini A, Chiaraualloti-Neto F. Spatial correlation of incidence of dengue with socioeconomic, demographic and environmental variables in a Brazilian city. *Science of the Total Environment* 2008; 393: 241–248.

26. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos PFC, Cairncross S. Dynamics of dengue virus circulation: a silent epidemic in a complex urban area. *Trop Med Int Health* 2002;7:757–62.

27. Bartley LM, Carabini H, Vinh-Chau N, Ho V, Luxemburger C, Hien TT, et al. Assessment of the factors associated with flavivirus seroprevalence in a population in Southern Vietnam. *Epidemiol Infect* 2002;128:213–20.

28. Vasconcelos PFC, Lima JWO, Rosa APAT, Timbó MJ, Rosa EST, Lima Hr, et al. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soro-epidemiológico aleatório. *Rev Saúde Pública* 1998;32:447–54.

29. Gubler, DJ. Dengue, Urbanization and Globalization: The Unholy Trinity of the 21st Century. *Tropical Medicine and Health* 2011; 39(4): 3-11.

30. Giraldo D, Sant'Anna C, Périssé AR, March Mde F, Souza AP, Mendes A, et al. Characteristics of children hospitalized with dengue fever in an outbreak in Rio de

Janeiro, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2011; 105(10):601-3.

31. Clark GG, Rubio-Palis Y. Mosquito vector biology and control in Latin America - 22nd symposium. *J Am Mosq Control Assoc.* 2012; 28(2):102-10.

32. Wen TH, Lin NH, Lin CH, King CC, Su MD. Spatial mapping of temporal risk characteristics to improve environmental health risk identification: a case study of a dengue epidemic in Taiwan. *Sci Total Environ.* 2006;367(2-3):631-40.

