

INVESTIGAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA DA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO *Aedes Aegypti* NA CIDADE DE MONTES CLAROS (MG) COM USO DE GEOTECNOLOGIAS

Geographical Distribution Epidemiological Examination of Aedes aegypti in the City of Montes Claros (MG) with Geotechnology Use

Diego de Sousa Ribeiro Fonseca¹
Cynara Kaliny Ribeiro Braz²

¹**Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG**

Núcleo de Ciências Agrárias

Avenida Universitária, 1000 – Universitário - 39404-006 - Montes Claros, MG - Brasil
diegosousarf@gmail.com

²**Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES**

Av Rui Braga, s/n – Vila Mauricéia – Montes Claros - MG - CEP: 39401-089
cynarabraz@hotmail.com

RESUMO

A finalidade deste trabalho é fazer um diagnóstico sobre a distribuição espacial do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue, na área urbana de Montes Claros (MG), com dados do ano de 2008 do Centro de Zoonoses desta cidade. Partindo desse intento, foram empregadas as Geotecnologias como ferramentas para tratamento e análise das informações. Nesse processo, averiguou-se que a infestação pelo mosquito está atrelada a um conjunto de fatores, de cunho: físico-ambiental, intempérico e, principalmente, preventivo. A metodologia empregada foi: aquisição de informações quantitativas, geração de banco de dados, manipulação de imagens de satélite, processamento, geração de materiais cartográficos e discussão dos resultados. O produto a que se chegou foi a constatação de que a população montesclarenses deve imprimir, mais eficientemente ações diretas de combate ao mosquito, e o poder público deve atuar no controle sistemático da praga e na prevenção, através do planejamento urbano-ambiental e educacional da comunidade.

Palavras chave: *Aedes Aegypti*; Geotecnologia, Meio Ambiente, Prevenção.

ABSTRACT

The purpose of this work is to make a diagnosis on the spatial distribution of *Aedes aegypti* insect, transmitter of dengue in the urban area of Montes Claros (MG) with data from the year 2008 from the Center for Epidemiology of this city. On this attempt, Geotechnologies were used as tools for processing and information analysis. In this case, the fly infestation is tied to a number of factors of nature: physical, environmental, weathering and, mainly, preventive. The methodology used was: acquisition of quantitative information, generation of databases, manipulation of satellite imagery, processing, cartographic materials development and discussion of results achieved. The results that been arrived at were the fact that the population of Montes Claros must print more efficiently direct actions to combat the flies, and the public power must act in the systematic control of the pest and prevention through urban, environmental and educational planning of the community.

Keywords: *Aedes Aegypti*, Geotechnology, Environment, Prevention.

1. INTRODUÇÃO

A dengue é uma das principais enfermidades urbanas da atualidade, e tem causado a preocupação da sociedade e do poder público de todo mundo. O alto índice de urbanização com suas transformações na paisagem, como a impermeabilização do solo e destruição das matas nativas, associado ao clima úmido das regiões tropicais e subtropicais, provoca uma situação propícia à formação de habitats para desenvolvimento da larva que se transforma num mosquito com probabilidade de ser um hospedeiro do vírus disseminador de tal enfermidade.

A dengue é uma doença infecciosa febril aguda, causada por um arbovírus do gênero Flavivírus, da família Flaviviridae. Os dois transmissores são as espécies de mosquitos - *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, sendo eles, os hospedeiros do arbovírus. Os dois insetos são provavelmente originários da África Tropical, e encontrados nas Américas a partir da época da colonização, com a vinda de escravos. Hoje, é considerado cosmopolita, pois acompanha o homem em seus deslocamentos, principalmente na forma de transporte passivo, sendo encontrado em toda faixa tropical, devido ao seu peculiar modo de transmissão.

Os mosquitos se proliferam essencialmente nos aglomerados urbanos, sempre onde há ambientes úmidos com água limpa e parada. Os sintomas são: febre, dor de cabeça, náuseas e dor abdominal. Todavia, após três ou quatro dias de febre, aparecem manchas vermelhas na pele semelhantes às do sarampo ou rubéola. Em certos casos, há ainda o sangramento nas gengivas e pelo nariz (PMMC, 2008).

Após a picada do mosquito, os sintomas se manifestam a partir do terceiro dia. O tempo médio do ciclo da doença é de cinco a seis dias. Neves (2005) informa que os sintomas dessa enfermidade podem evoluir para duas formas clínicas: a dengue clássica, forma benigna, semelhante à gripe; a Febre Hemorrágica da Dengue (FHD), a mais grave, caracterizada por alterações da coagulação sanguínea, que é rara, mas pode matar.

A dengue clássica apresenta-se geralmente, com febre, dores de cabeça, no corpo, nas articulações e por trás dos olhos. Pode afetar crianças e adultos, mas raramente mata. Já a dengue hemorrágica, é a forma mais severa da doença, pois, além dos sintomas citados, pode ocorrer sangramento, ocasionalmente choque anafilático, e em alguns casos, a morte. O contágio se dá exclusivamente pela picada do mosquito transmissor.

A diagnose é obtida através do exame de sangue, que confirma ou não a presença do vírus no organismo humano. O tratamento busca apenas minimizar o mal-estar causado pela doença, e são usados medicamentos como analgésicos e antipiréticos, tomando o cuidado para que a fórmula desses remédios não contenha acetilsalicílico, pois este composto diminui a coagulação do sangue (GRS, 2008).

De acordo com Vieira; Lima (2006) existe um período de transmissibilidade, que no homem corresponde ao ciclo intrínseco, iniciado um dia antes do aparecimento da febre e mantido até o sexto dia da doença. É nesse período que o vírus está presente no sangue, também chamado de período de viremia. No inseto, o ciclo é extrínseco, se dá após o repasto do sangue infectado, quando o vírus se instala nas glândulas salivares da fêmea, onde se multiplica num período de oito a doze dias para incubação. A partir daí, a mosca é capaz de transmitir a doença até o fim da sua vida.

A prevenção à dengue é feita basicamente evitando que ocorra a procriação do mosquito *Aedes aegypti* (mais comum no Brasil) e o *Aedes albopictus*. Os dois insetos também são transmissores da febre amarela, entretanto, esta doença é mais freqüente nas áreas de clima tropical superúmido (região Norte do Brasil).

A dengue obedece a uma distribuição sazonal quanto ao tempo, sendo mais comum no verão, devido à maior oferta de chuva. Nesse período de alta pluviosidade, os cuidados para conter a disseminação do mosquito devem ser intensificados, pois, é nesse intermédio de tempo que se nota maior acúmulo de água nos ambientes, aumentando os focos de proliferação da dengue. É por esse motivo que os órgãos de saúde pública aumentam as estratégias de prevenção aos mosquitos nessas épocas, colocando agentes para vistorias de possíveis focos de dengue nos espaços urbanos, e destruindo os locais de morada do inseto. Por parte dos cidadãos, é imprescindível a eficiente limpeza das casas, telhados e quintais, evitando a exposição de objetos que acumulam água parada, como garrafas, pneus, vasos de plantas, vasilhames e embalagens.

Varella (2007) descreve o *Aedes aegypti* como menor que um mosquito comum, é preto e com pequenas manchas brancas, suas asas são translúcidas e o ruído que produz não chega a ser notado pelo ouvido humano. O macho alimenta-se exclusivamente de frutas, já a fêmea precisa de sangue para o amadurecimento dos ovos, que são depositados nas paredes internas dos objetos, em locais úmidos e com água parada. No momento da postura, são brancos, mas em pouco tempo tornam-se pretos e brilhantes. Mesmo que a água onde estão depositados seque, os ovos não morrem, e, ao primeiro contato com a umidade, há a eclosão.

Um estudo realizado por pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em 2007, informa que o mosquito não resiste a temperaturas baixas ou a altitudes superiores a 1200 metros. Sobrevive comumente nas áreas urbanas e desenvolve-se por metamorfose completa. A fêmea tem preferência pelo sangue humano em relação ao de todos os animais vertebrados. Normalmente de dia, escolhem pés e tornozelos para a picada, porque voam baixo. O alcance máximo do voo do inseto tanto para oviposição quanto para procura de alimento é de 200m na horizontal. A picada não dói, pois a saliva contém uma substância que funciona como anestesia.

De acordo com Neves (2005), atualmente a dengue se manifesta em várias áreas do globo terrestre onde há clima tropical e subtropical, entretanto, no continente europeu não há casos desta doença. Essa realidade é notada porque, provavelmente, nas áreas européias, propícias ao aparecimento da moléstia, há uma população mais compromissada com as questões do bem-estar-social. Entretanto, é preciso que seja observado que o compromisso dessa população com a qualidade de vida da comunidade está diretamente ligado a investimentos em infra-estrutura social, tais como educação, saúde e lazer – que não são feitos adequadamente em países como o Brasil.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) afirma que entre 50 e 100 milhões de pessoas se infectam anualmente com dengue em mais de 100 países, de todos os continentes, exceto Europa. Cerca de 550 mil doentes necessitam de hospitalização, e 20 mil morrem em conseqüência da dengue (MS, 2007).

No Brasil, o primeiro caso de dengue foi registrado em 1685, em Recife. Desde então, foram aparecendo vários registros em diversos pontos do país, mas a doença só ganhou destaque quando atingiu os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, e a cidade de Salvador, no final do século XIX. Em 1903, Oswaldo Cruz, então diretor de saúde pública, implantou um programa de combate ao mosquito transmissor. Em 1957, foi anunciado que a doença estava erradicada no Brasil. No entanto, em 1962, novos focos do *Aedes aegypti* foram percebidos em alguns Estados. Nos dias contemporâneos, há pessoas contaminadas por dengue em praticamente todos os estados do país (NEVES, 2005). Só no ano de 2007, a doença provocou 2000 mortes em Salvador. Em 2008, a cidade do Rio de Janeiro decretou estado de emergência pelos altos índices de infectados por esta epidemia.

De acordo com dados da GRS (2008), é possível perceber que no estado de Minas Gerais, do ano de 2002 a 2007, houve 208.327 casos de infectados por dengue, sendo o ano de 2002 (com 60.371 casos) o de maior detecção, e o que apresentou menos registro foi o ano de 2005 (com 20.337 casos). Os meses em que foram registrados mais casos da epidemia são: fevereiro (com 35.751 casos), março (com 57.528 casos) e abril (com 45.573 casos) - período em que na região mineira é o que mais chove. Os meses de menor registro de infectados foram: julho (com 2.313 casos), agosto (com 1.827 casos) e setembro (com 1.717 casos) – período com os menores índices pluviométricos na região. Casos de dengue hemorrágica dos anos 2003 a 2007 foram 147, com 10 óbitos. Os municípios nos quais houve maior notificação de residências com focos confirmados do vetor da doença em 2007 são: em primeiro lugar - Belo Horizonte (com 8.314 residências); em segundo lugar - Teófilo Otoni (com 3.171 residências); em terceiro lugar - Caratinga (com 1.388 residências); Montes Claros esteve em oitavo lugar (com 969 residências).

Com base em Leite; Fonseca; Braz (2008), na microrregião de Montes Claros/ Bocaiúva, o município

de Montes Claros (MG) foi o que apresentou entre os anos 2000 a 2007, maior número de casos confirmados da moléstia conhecida como dengue. Diante do fato, e tendo em vista a importância do estudo dessa epidemia com objetivo de mitigar sua ocorrência, a proposta deste trabalho é, primeiramente, mapear a distribuição dos focos positivos desta enfermidade nos bairros da cidade de Montes Claros, e, posteriormente, focar a análise nos lugares onde houve mais casos positivos, a fim de fazer um diagnóstico mais preciso, e que possa servir de parâmetro para outros estudos, a fim de que os cidadãos e os organismos de saúde pública possam agir na prevenção desta ameaça à saúde social.

O critério que norteia este trabalho é, sobretudo, o viés ambiental e geográfico, tendo em vista que, pelo fato de a dengue ser uma doença urbana, sua expansão ou mitigação está intrinsecamente ligado à preservação da paisagem natural e fatores socioeconômicos; talvez, também, a fatores físicos, como a topografia.

A hipótese preliminar é a de que nas áreas mais baixas, ou “brejeiras” do perímetro urbano, existe maior número de focos positivos do mosquito *Aedes*, tendo em vista que o escoamento superficial leva as águas para os locais mais baixos, fazendo com que ali seja um local mais propício ao acúmulo de água parada, e que, somado à impermeabilização do solo, pode produzir verdadeiros “nichos” de morada do inseto.

Diante da argumentação apresentada, a investigação do caso da cidade de Montes Claros (MG) foi feita através da consulta bibliográfica e utilização de um banco de dados georreferenciado, composto por dados vetoriais e *raster*, em que, para seu manuseio, foram utilizados os softwares: Spring 5.0.1, MultiSpecW32, ArcView GIS 3.2, AutoCAD Map 2000, TrackMaker PRO, Microsoft Excel 2007 e o AutoCAD 2008.

2. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA OBTENÇÃO DOS RESULTADOS

O presente trabalho buscou estudar a distribuição geográfica dos focos do mosquito *Aedes aegypti*, por bairros, na cidade de Montes Claros (MG). A técnica usada para análise espacial foi a utilização das Geotecnologias, que consistem em sistemas computacionais que permitem, entre várias aplicações, armazenar, manipular e analisar informações espacialmente referenciadas. O objetivo destas é descrever o comportamento e distribuição dos eventos do mundo real, analisando-os em padrões espaciais definidos. Nos estudos epidemiológicos, como o da dengue, o conhecimento de um padrão comportamental pode contribuir na orientação e na implementação de medidas mais eficientes (FURTADO, 2008).

Dentro do conjunto de ferramentas para processamento de informações oferecido pelas Geotecnologias, foi usada também no trabalho, a técnica do Sensoriamento Remoto, tecnologia que tem como objetivo específico medir características físicas de um

objeto sem tocá-lo (SILVA, 2003). Portanto, trata-se de um segmento da cartografia que capta dados à distância, com sensores orbitais, através de trocas de energia emitidas, refletidas ou difracionadas pela superfície terrestre (SANTOS; SANTOS, 2007). No estudo da saúde, o Sensoriamento Remoto é usado para identificar, avaliar e monitorar fatores ambientais que afetam na incidência de doenças vetoriais tais como: malária, dengue e esquistossomose (CORREIA, 2004).

A base de dados que subsidiou a geração dos resultados foi obtida através da consulta a órgãos de prestação de serviço social, tais como: Prefeitura Municipal de Montes Claros (PMMC, 2008); Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA, 2008); Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE, 2009); Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação (SEPLAN, 2009); Geoprocessamento de Minas (GEOMINAS, 2009); e Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES, 2008). Na PMMC, foram obtidos os dados referentes a focos positivos do mosquito *Aedes* nos bairros da cidade. Na COPASA, adquiriram-se curvas de nível com as cotas altimétricas da cidade. No site do INPE, foram adquiridas as imagens do satélite CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), órbita/ponto 153_D/119, de 08/08/2008, e usadas as bandas CCD-2, CCD-3 e CCD-4, pois essas se comportaram melhor na discrepância entre área de abarrotamento urbano e vegetação, mostrando a urbanização em tons de rosa e a vegetação em tons de verde e de roxo escuro. Na SEPLAN, foi impetrada a base cartográfica vetorial com o contorno dos bairros de Montes Claros em linha (*line*). No site GEOMINAS (2009) adquiriu-se a base cartográfica com dados sobre o Estado de Minas Gerais. No departamento de Geociências da UNIMONTES, foram obtidos os dados referentes à pluviosidade da cidade, do ano de 2008.

Para a construção da Figura 1, foi usado primeiramente o software AutoCAD 2008. Com ele foi feita a transformação das áreas dos bairros de Montes Claros, originalmente em linha, para *polyline*. Posteriormente, os dados vetoriais foram exportados em *shapifile* com o uso do AutoCAD Map 2000. No ArcView GIS 3.2, criou-se um banco de dados georreferenciado, com dados estatísticos referentes à dengue. Os passos seguintes foram relativos à tematização do mapa, com a técnica do *graduated color*. A opção pelo uso de cinco classes nesse mapa se justifica pela confusão na interpretação caso fossem usados mais extratos, e a omissão de informações caso se usasse menos. Quanto à construção do mapa de localização da cidade de Montes Claros no município e no Estado de Minas, parte inferior da Figura 1, foi elaborado usando a base cartográfica fornecida pelo GEOMINAS (2009), em *shp*, e da SEPLAN (2009), em *DWG*. O procedimento foi transformar as coordenadas em UTM (Universal Transversa de Mercator) da base cartográfica da SEPLAN, referente à cidade, para coordenadas geográficas. Posteriormente, posicionou-se este mapa dentro da base municipal, etapa essa feita no

AutoCAD. Seguidamente, o material foi exportado em *shp* e editado no ArcView, sendo que para isso foram abertas duas janelas (*view*), uma com o município posicionado no Estado de Minas, e outra com a cidade posicionada no município de Montes Claros. As duas janelas foram editadas em um único *layout*. Os últimos procedimentos foram aqueles referentes ao acabamento do mapa, com a inserção de título, legenda, escala gráfica e coordenadas.

A Figura 2 foi gerada primeiramente com o manuseio do software MultiSpecW32, pelo qual, foi aberta a imagem CBERS-2B, nos canais – vermelho: banda 4, verde: banda 3, azul: banda 2 - e configurado o sistema de apresentação das coordenadas em UTM, com uso do Datum WGS84 (*World Geodetic System*). Posteriormente, foi recortada a região em torno da cidade para especificar a análise. Em seguida, trabalhou-se na imagem procurando o melhor contraste das cores, a fim de que fosse obtido maior delineamento espectral dos alvos. Após as etapas apresentadas, a imagem foi salva no formato *geotiff* e aberta no ArcView. Por esse software, foi inserida a base vetorial com o contorno dos bairros, sendo que, para isso, foi necessário converter o Datum horizontal original, SAD-69 (*South American Datum*), para o WGS84, com objetivo de evitar a incompatibilidade das informações, etapa esta, realizada no AutoCAD Map 2000. Com o fim dos procedimentos mencionados, foi feito o destaque para os bairros que apresentaram maior contaminação por focos do mosquito *Aedes*.

É digno de nota que o uso dos datums mencionados acima se justifica porque a base cartográfica adquirida na SEPLAN (2009) estava registrada através do SAD-69, e com o manuseio da imagem CBERS-2B no software MultiSpec, se verificou que nele não há opção de configuração para este Datum. Dessa forma, foi mais fácil converter o material da SEPLAN para o WGS84 no CAD (*Computer Aided Design*), a ter que fazer um novo registro da imagem no Spring. É importante dizer ainda que o sistema WGS84 é idêntico ao SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) - que foi oficializado em fevereiro de 2005 pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) como o novo Sistema Geodésico Brasileiro (RONATTO, 2008).

A Figura 3 foi gerada no Microsoft Excel 2007, onde foi feito o cruzamento entre dados de pluviosidade, apresentados em gráfico de colunas (azul), e dados de dengue, apresentados em gráfico de linha (vermelho).

A Figura 4 foi construída com a transformação das curvas de nível vetoriais da cidade, em formato *spline* para *polyline*. Essa etapa se processou através do software TrackMaker PRO, e foi necessária porque o formato da linha em *spline* é de difícil leitura para os programas de pós-processamento. Em seguida, as polilinhas foram abertas em *DXF* no AutoCAD Map 2000 para correção das coordenadas e exportadas em *shp* para o ArcView. Posteriormente, criou-se um banco de dados com o valor das cotas dos bairros em torno do

centro da cidade de Montes Claros e inseriu-se o seu contorno, seguido da classificação dos dados. O gráfico de colunas representando os valores de focos do mosquito *Aedes* foi criado no CAD através do uso de regra de três simples e desenho de retângulos com a devida proporção dos valores. A técnica mencionada foi utilizada devido à menor possibilidade de edição do gráfico caso fosse totalmente feito no ArcView.

A Figura 5 foi gerada com a técnica da classificação supervisionada, sob o método da Máxima Verossimilhança, que é útil para caracterizar fatores ambientais. Este classificador foi escolhido por se basear em princípios estatísticos paramétricos que levam em consideração a probabilidade *a priori* de cada classe e a matriz de covariância das amostras, apresentando bom desempenho na classificação de imagens de satélites (FURTADO, 2008). O método foi empregado com a manipulação da imagem previamente trabalhada do satélite CBERS-2B no software MultiSpec, que calculou, também, o percentual das áreas ocupadas pelas classes na área de visada. As cores foram taticamente escolhidas para não haver confusão entre os temas. A classificação de imagens multiespectrais de Sensoriamento Remoto age sobre uma determinada cena e considera suas diversas bandas, retirando informações para conhecer padrões de tonalidade e comportamentos similares. A opção pelo uso do MultiSpec em detrimento do Spring na classificação da imagem, sendo os dois, programas de PDI (Processamento Digital de Imagens), deveu-se a maior dinamicidade apresentada pelo primeiro. O MultiSpec, assim como o Spring, é um software livre.

Todos os mapas tiveram sua conclusão operada no ArcView devido à melhor qualidade do acabamento gráfico entre os softwares usados neste trabalho.

3. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO MOSQUITO NA CIDADE DE MONTES CLAROS

Santos; Barcellos (2006) destacam a importância de se conhecer a problemática do meio urbano como instrumento de gestão do território e conhecimento dos desencadeamentos saúde-doença. No caso da dengue, por exemplo, foi através do processo de comunicação entre centros populacionais que houve a difusão da doença.

Este estudo específico se desenvolveu na área urbana de Montes Claros (Figura 1), que está inserida no polígono das secas norte-mineiro; a sede localiza-se nas coordenadas geográficas: 16°43'16" S - 43°51'54" W; e a altitude média da cidade é de 646,29m. Neste lugar predomina o clima tropical semi-úmido (SEMMA, 2008), média térmica anual de 24,4°C com verões chuvosos e invernos secos. A vegetação é composta por um complexo entre cerrado e mata seca (AB'SABER, 2005). Sobre sua topografia podemos destacar duas unidades geomorfológicas: o planalto do São Francisco e a depressão sanfranciscana. Possui área de 9.095,249ha, e população de 306.947 habitantes (IBGE, 2000). As atividades econômicas mais expressivas são o

comércio, os serviços, a indústria e a agropecuária. Apesar do relativo desenvolvimento deste lugar em vários setores, é percebido que há várias carências quanto ao planejamento urbano sob o ponto de vista ecológico-paisagístico.

Na maioria dos bairros da cidade, não se vê uma arborização adequada, presença de áreas-verdes e preservação dos cursos hídricos - importantes na manutenção do equilíbrio ecológico e, conseqüentemente, da saúde física e psicossocial da população (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003). Ao contrário, é notado um crescente abarrotamento urbano em várias áreas, grande impermeabilização do solo e o uso exagerado dos utensílios urbanos favoráveis às interferências no microclima citadino, tais como vidro, concreto, asfalto, metais e outros, responsáveis por várias formas de desequilíbrio que afetam diretamente o homem (DESTEFENNI, 2005).

Com base em dados da PMMC (2008), é possível perceber que os bairros Major Prates, São Judas Tadeu, Morrinhos, Centro e São Francisco de Assis, foram os que apresentaram mais focos do mosquito no ano de 2008, entre 16 e 23 locais contaminados dentro destas áreas (Figura 1). Esse quadro está diretamente relacionado aos hábitos comportamentais da população relativos à higiene, e agravado pela situação geográfica desses lugares, já que estão numa área de maior aglomeração urbana (Figura 2).

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE FOCOS CONFIRMADOS DO MOSQUITO Aedes Aegypti NOS BAIRROS DA CIDADE DE MONTES CLAROS-MG EM 2008

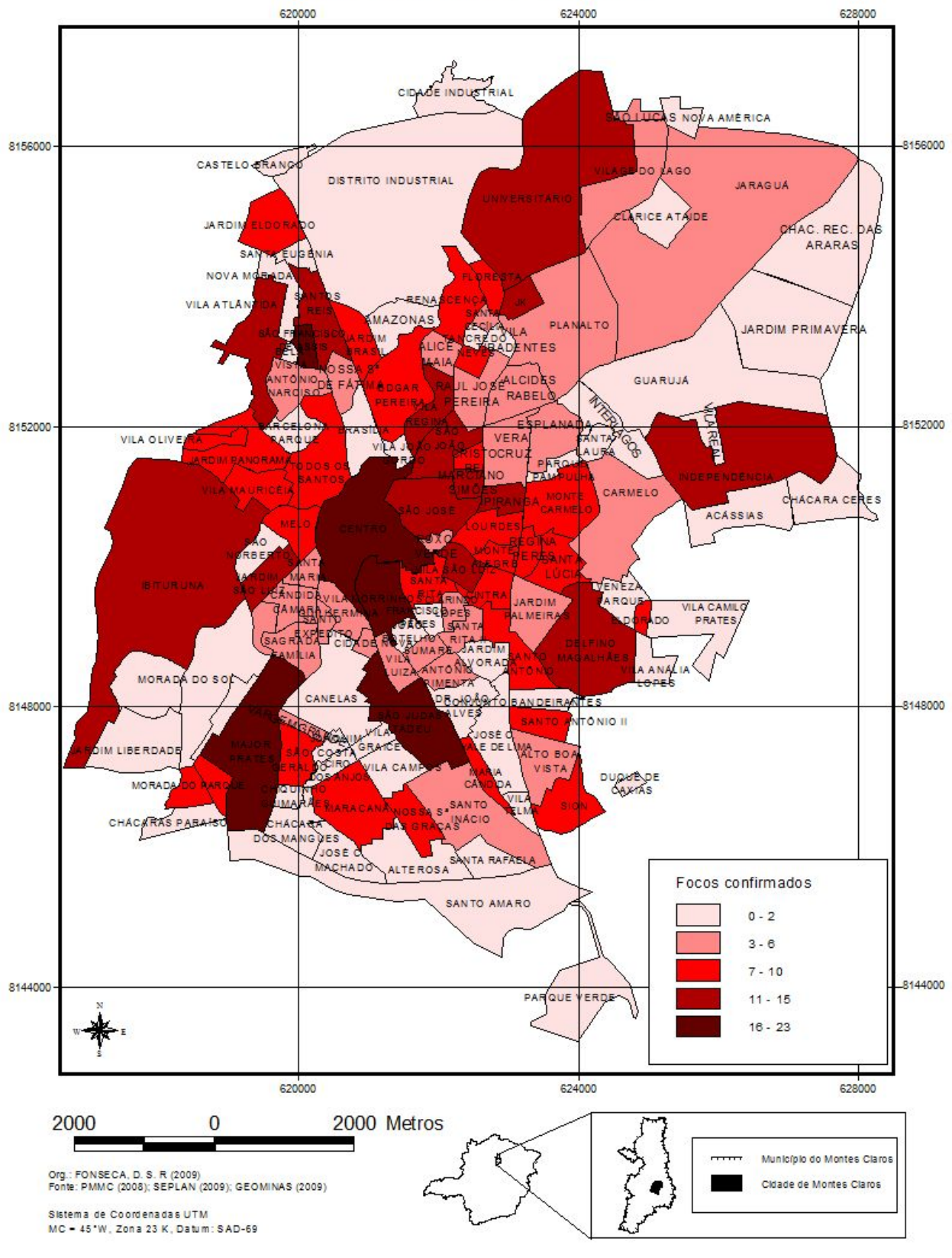


Fig. 1- Focos positivos de dengue na cidade de Montes Claros – distribuição por bairros em 2008.

É notado, através da análise das classes da Figura 1, que os locais que apresentaram variação entre 0-2 no número de focos positivos do mosquito *Aedes aegypti* são os de mais baixa incidência (tons claros); aqueles com variação entre 3-6 e 7-10 podem ser considerados de incidência média (tons de vermelho claro e vermelho); e os que apresentaram estratificação entre 11-15 e 16-23 são de alta incidência (tons de vermelho escuro e vinho), com necessidade de maior atenção por parte da população e das autoridades.

Não se pode deixar de advertir que é preocupante um lugar do tamanho do bairro São Francisco de Assis (região noroeste), com área de 17, 3264ha, estar entre os mais contaminados da cidade. Se há muitos focos de dengue numa área pequena, logicamente a contaminação da população se torna muito mais rápida. É necessária atenção direta a esse local na prevenção ao mosquito nos anos subsequentes.

O fator ambiental é um importante amenizador dos eventos anormais à saúde pública. Nos lugares onde se encontra um ambiente urbano mais preservado, é visto que a qualidade de vida da população, em diversos aspectos, torna-se melhor. É sabido que a redução da vegetação e substituição por concreto e asfalto diminui a infiltração das águas superficiais, e ainda, aumenta o escoamento destas, trazendo transtornos como, por exemplo, a ocorrência de enchentes e aumento de locais propícios à conservação de água parada nos períodos de maior precipitação. Entretanto, este fator não é o único influenciador, é necessário que haja esforços por parte da comunidade interessada, e do setor público, em políticas de planejamento e controle das pragas urbanas modernas.

O setor público deve atuar no diagnóstico, prognose, mitigação e reparação dos problemas sociais. Dessa forma, não bastam apenas investimentos na remediação dos problemas da coletividade, é preciso um plano mais amplo de melhoria de qualidade de vida para a população, em diversos aspectos, e, imprescindivelmente, no que alude à saúde. Nessa perspectiva, a participação de profissionais de áreas diversas na elaboração das metodologias de políticas públicas é crucial para um desenvolvimento mais incisivo e eficiente. Conforme a GRS (2008), as medidas preventivas geram menos custos que a remediação de problemas.

Art. 2º. §1º - O dever do Estado de garantir a saúde consiste na formulação e execução de políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos e no estabelecimento de condições que assegurem acesso universal e igualitário às ações e aos serviços para sua promoção, proteção e recuperação (BRASIL, Lei 8080/90, de 19 de Setembro de 1990).

Somado às ações do Estado, é de extrema importância que os cidadãos não deixem acumular água parada em seus locais de convívio, a fim de que o

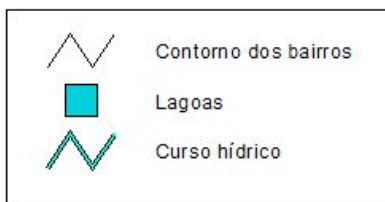
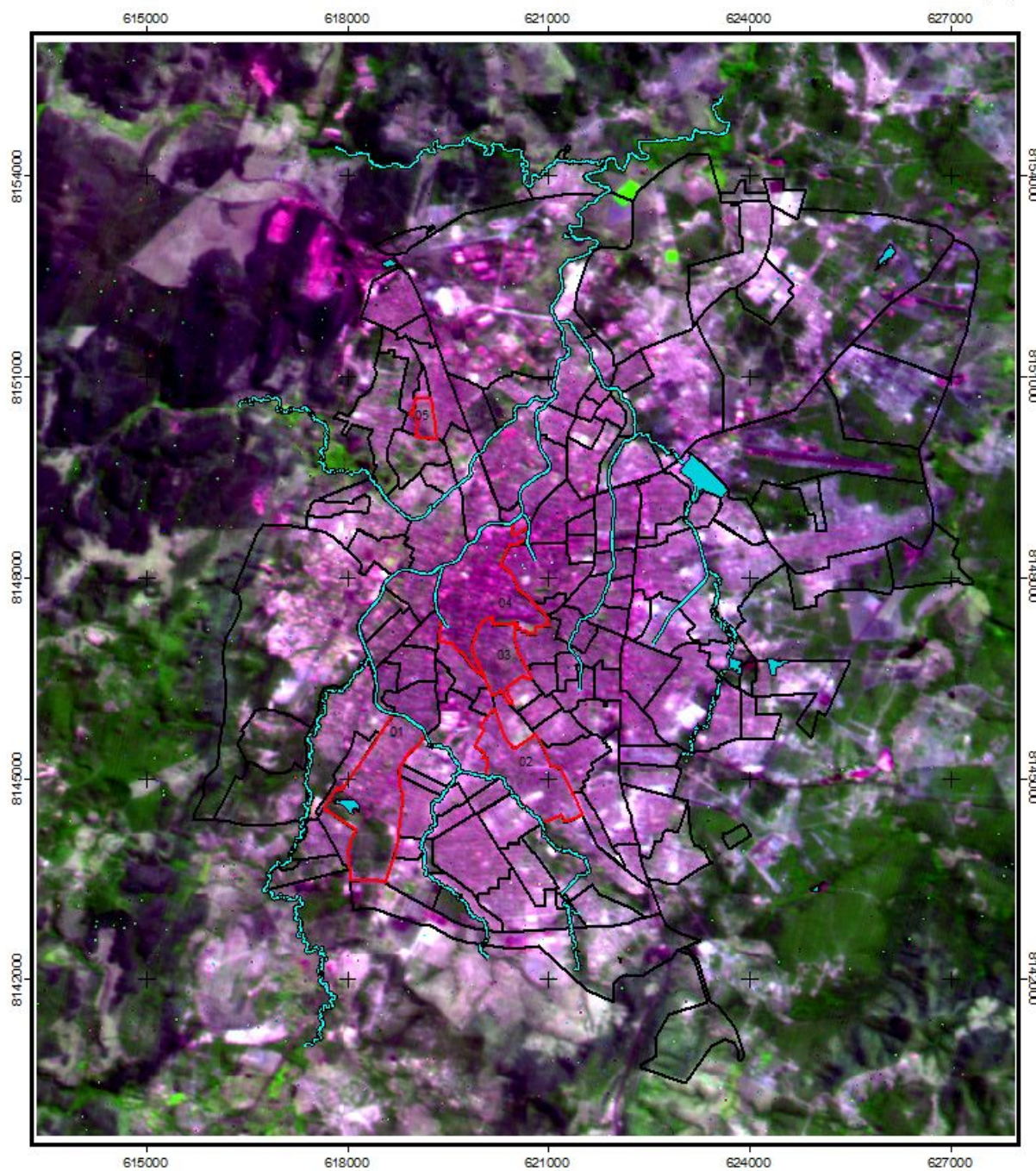
mosquito não encontre ambiente favorável a sua procriação. Devem atuar também, como fiscais de biossegurança, orientando a comunidade e denunciando para os órgãos de saúde social os comportamentos inadequados de pessoas que possam por em risco o bem-estar da coletividade. Inclusive, o Art. 2º §2º da lei 8080/90 diz que “o dever do Estado não exclui o das pessoas, da família, das empresas e da sociedade” quanto à promoção da saúde coletiva.

É importante esclarecer que saúde não quer dizer ausência de doença. Santos; Barcellos (2006) argumentam embasados na Organização Mundial de Saúde, que saúde é um estado completo de bem estar físico, mental e social, e que não há pessoa ou população completamente livre de questões patológicas, a não ser transitoriamente.

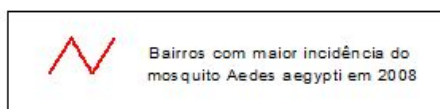
Na ótica do planejamento urbano-ambiental, ao observar o comportamento espectral dos alvos na Figura 2, pode-se perceber pela textura rugosa, pelo delineamento geométrico mais preciso das feições, e pela maior intensidade do tom rosa, no meio da imagem, que a área onde há mais adensamento urbano encontra-se em torno do centro da cidade (área 5, em vermelho) num raio de mais ou menos 4.000 metros. É nessa região que órgãos como o Centro de Zoonoses devem atuar com maior afinco. São necessárias também, campanhas mais intensas de educação para combate do mosquito, que até ocorrem, mas não atingem da maneira desejada a população.

Outros aspectos notados na imagem são a preservação da mata (em roxo) na parte noroeste, região industrial, e as fazendas (em verde) que predominam em toda a área ao redor da cidade.

RELAÇÃO - AGLOMERAÇÃO URBANA E INCIDÊNCIA DO MOSQUITO Aedes Aegypti NA CIDADE DE MONTES CLAROS (MG)



Orig.: FONSECA, D. S. R. (2009)
 Fonte: PMM C (2008), INPE (2009), SEPLAN (2009)
 Sistema de Coordenadas UTM
 MC: 45° W, Zona: 23 K, Datum: WGS 84
 Imagem OBERS_AE_OOD_2008
 Banda 4: vermelho Banda 3: verde Banda 2: azul



- 01 - Major Prates
- 02 - São Judas Tadeu
- 03 - Morrinhos
- 04 - Centro
- 05 - São Francisco de Assis

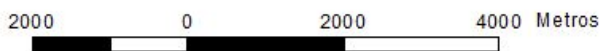


Fig. 2 - Áreas de maior aglomeração urbana - apresentando maior incidência do vetor da dengue.

Em suma, pelas Figuras 1 e 2, nota-se que as regiões nordeste e sudoeste foram as que apresentaram menos focos do mosquito e são também as que possuem maior presença de cobertura verde no perímetro urbano. Algumas áreas, como o sul do bairro Ibituruna, tiveram índices altos de focos do mosquito em 2008 (entre 11 e 15), mas, essa realidade está mais relacionada à falta de cuidado da população com a limpeza dos ambientes. Vale dizer que, de acordo com a PMMC (2008), esses bairros já apresentaram menor ocorrência de focos positivos em anos precedentes.

O bairro Ibituruna, região oeste, chama mais atenção por se tratar de um lugar onde predominam residências de classe média alta, o que, teoricamente, pressupõe que a população seja mais esclarecida e comprometida com a higienização do seu espaço. Ocorre ali, segundo a PMMC (2008), a falta de manutenção nas piscinas de muitos moradores, criando assim locais favoráveis ao abrigo do mosquito da dengue. Além do mais, os agentes de saúde têm

dificuldade de acesso a algumas residências – por resistência de alguns dos seus moradores.

3.1 ANÁLISE DOS FATORES FÍSICO-AMBIENTAIS NA DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DO MOSQUITO

Com base na Figura 3, pode-se notar que o aumento da precipitação é um fator favorável ao crescimento do número de locais contaminados pelo mosquito transmissor da dengue (LEITE; FONSECA; BRAZ, 2008). Em Montes Claros, local em que há basicamente duas estações, a primavera-verão, com calor mais intenso e maior oferta de chuva, e o outono-inverno, com temperaturas mais amenas e pouca umidade atmosférica, é visto que os surtos de dengue acontecem basicamente entre os meses de janeiro e março (PMMC, 2008).

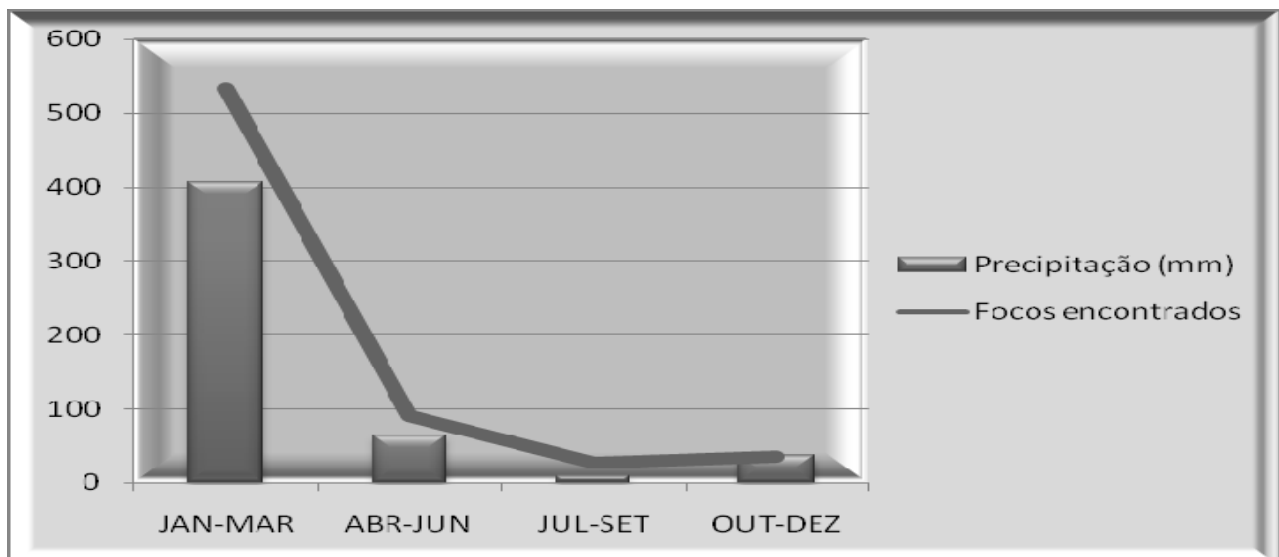


Fig. 3 - Relação - rrecipitação (mm) em 2008 e focos encontrados do *Aedes aegypti*.
Fonte: PMMC (2008); UNIMONTES (2008).

O caso da cidade de Montes Claros é agravado porque, conforme autores como Vieira; Lima (2006), a irregularidade na distribuição dos dias de chuva é um fator que pode influir no aumento da infestação do mosquito *Aedes*, visto que, o inseto passa a dispor de tempo e maior variedade de lugares para oviposição. Essa realidade enquadra-se exatamente na situação da referida cidade - conforme dados meteorológicos da UNIMONTES (2008). Fato que não é novo para os cidadãos montesclarenses é que nas épocas de maior precipitação são notados dias de chuvas torrenciais por longas horas, e, no mesmo período, se observa também dias de calma, com várias horas de intensa exposição solar e pouca umidade atmosférica.

Somando à linha de raciocínio das questões levantadas anteriormente, parece lógica a idéia de que as áreas baixas de uma região – receptoras do escoamento pluviométrico dos locais mais altos tornam-

se lugares de maior periculosidade de infestação do mosquito causador da dengue por terem uma tendência espacial de acumular água parada. Dessa forma, pensando estrategicamente no combate a esse mal, é interessante colocar em ação, principalmente nos períodos de maior oferta hídrico-pluviométrica, medidas especiais para esses ambientes.

Para Santos; Barcellos (2006), o estudo da saúde remete a uma seleção de situações, de agentes que afetam a um grupo de pessoas, a uma enumeração de fatos que em seu conteúdo e forma são assumidos como: relevantes, suficientes e necessários – para descrever o problema selecionado e fazer relação entre os múltiplos processos, em diferentes planos e espaços, a fim de explicar os males atuais. Dessa forma, partindo de situações do ambiente geográfico e da conjuntura da saúde, pode-se alcançar uma síntese de conhecimentos de processos de adoecimento que se interagem no lugar

onde ocorrem, os quais estão diretamente influenciados tanto pela questão econômica quanto na materialização por agentes do clima, solo, relevo, regimes hídricos, vegetação e outros. Ainda de acordo com os autores, a vantagem na associação entre espaço e saúde é que ela permite organizar as informações por tipo de determinante, por exemplo, o biológico, ambiental, comportamental e o sistema de saúde. Essa abordagem facilita a adoção de medidas preventivas enfatizando diferentes e desconhecidos aspectos. A temática ecológico-espacial é objeto de estudos de ciências como a Ecologia da Paisagem e vem se desenvolvendo no Brasil a partir de estudos iniciados pelo médico sanitário Oswaldo Cruz, no relatório de 1910, sobre condições sanitárias do Rio Madeira (SANTOS; MARÇAL JÚNIOR, 2004).

Entretanto, conforme Santos; Santos (2007), nenhuma abordagem ou modelo explicativo é suficientemente robusta e completa para explicar a realidade e os fenômenos que nele ocorrem. Logo, todos têm suas falhas e limitações devido às transformações temporais e diferentes visões que vão surgindo.

O fato é que as avaliações ambientais, econômicas, socioculturais, de saúde e outras -, estão em muitos casos, interligadas. Por esse motivo as análises contemporâneas pedem uma abordagem holística e multidisciplinar para tomada de decisões acertadas, pois só assim alcançar-se-ão sucessos coletivos realmente significativos.

Ao se analisar as informações contidas na Figura 4, que representa as áreas que entornam o Centro da cidade de Montes Claros, sob classes altimétricas, juntamente com informações sobre dengue no período de maior pluviosidade, pode-se, a princípio, concluir que a questão da situação topográfica não tenha nenhuma relação com a variação do número de focos do *Aedes aegypti*. O bairro Morrinhos, por exemplo, é a região mais alta da área central, e mesmo assim apresentou, em 2008, uma das mais altas taxas de contaminação pelo vetor da doença. Entretanto, existe uma infinidade de fatores que podem interferir e interagir na análise dessa questão. O fato é que o bairro Morrinhos é composto, em geral, por populações carentes, e ali se vê um dos maiores abarrotamentos urbanos da cidade, sendo classificada sua ocupação como uma “aglomeração subnormal” (LEITE, 2006). No lugar existem ruelas que não chegam a dois metros de largura, não há nenhum tipo de recuo entre grande parte das residências e muitos dos edificadados encontram-se justapostos. Comparado a outros pontos da cidade, até para limpeza urbana apresenta certa complexidade. De acordo com a literatura e pelas características percebidas, trata-se de um ambiente altamente propício à infestação do vetor da dengue.

Deve-se salientar que a ocorrência de contaminação pelo mosquito *A. aegypti* em Montes Claros, no ano de 2008, não se apresentou de forma homogênea. Dessa maneira, bairros como o Ibituruna, Todos os Santos, São José e o Melo, caracterizados por populações de maior poder aquisitivo e dispostos em

classes de contaminação média e alta, apresentaram índices similares a bairros de menor renda, como, por exemplo, o São Judas Tadeu, o São Francisco de Assis, a Vila Atlântida, o Universitário e o Santos Reis. Portanto, a incidência não apresentou padrões socioeconômicos.

As áreas baixas, tais como a Vila Brasília e o bairro João Gordo, que apresentaram índices baixos de infestação podem ter sido contempladas, primeiramente, pelo combate eficiente por parte da população e também por estarem sob a área de influência direta do curso hídrico (córrego Vieira), que faz com que as águas da chuva confluam para o curso fluvial. O bairro Todos os Santos em 2008, apresentou médio nível de infestação, mas, em anos anteriores já esteve entre os mais infectados, de acordo com arquivos da PMMC, por isso é necessária atenção neste local.

Pela Figura 4 se vê que grande parte da região central é uma bacia de sedimentação; por esse motivo, os materiais carregados das partes altas (como os bairros Morrinhos, Vila Atlântida e o Bela Vista) tendem a se depositar nos locais baixos (como os bairros Todos os Santos, João Gordo e Vila Brasília).

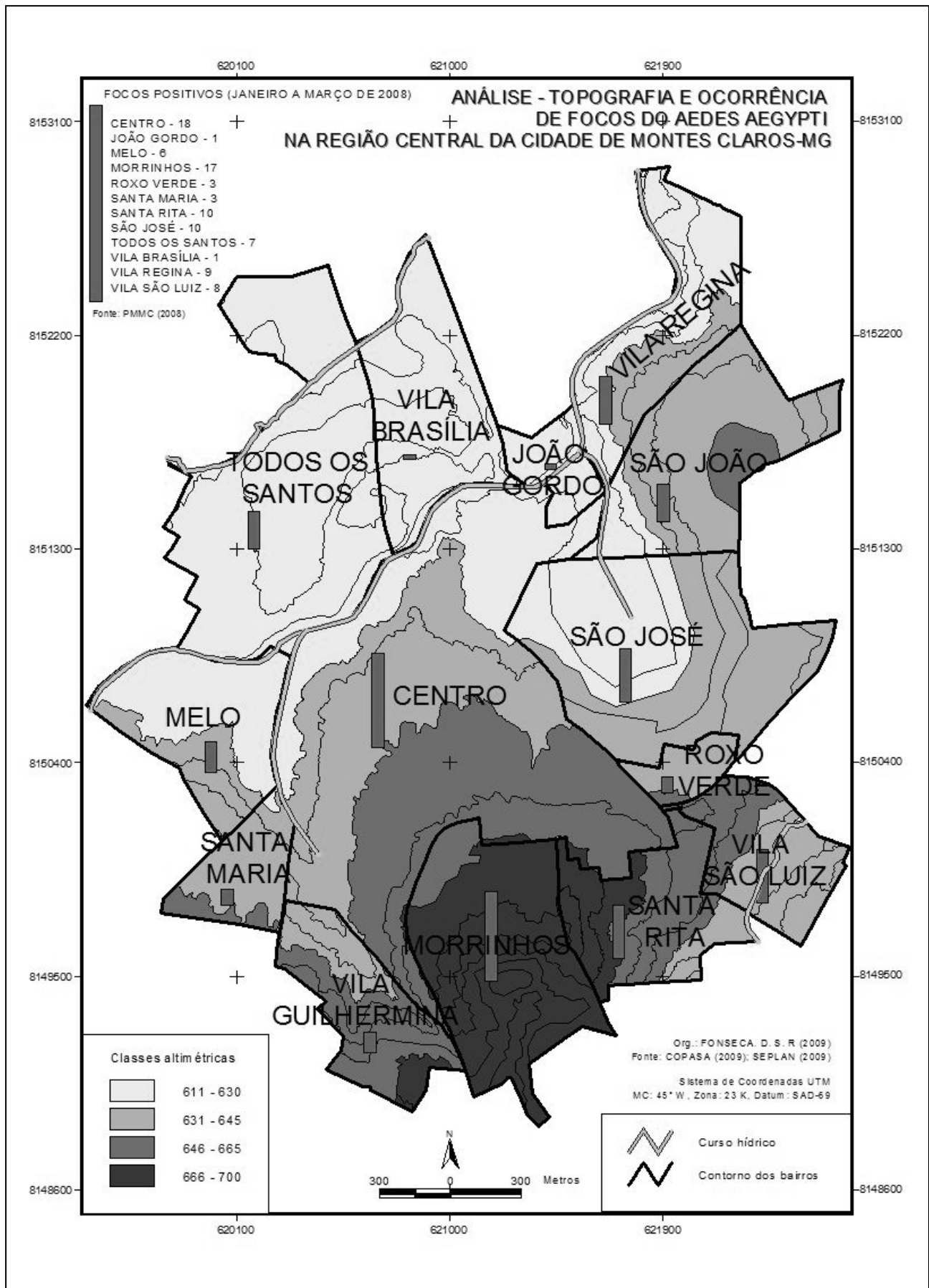


Fig. 4 - Análise entre topografia e ocorrência do mosquito *Aedes* no centro de Montes Claros.

Diante das questões discorridas, se vê a necessidade de todos apresentarem sugestões alternativas para mitigação mais eficiente da contaminação pelo vetor da dengue. E que as idéias não ficassem apenas no discurso, mas fossem acatadas pelo poder público competente e pela população. Para melhorar a saúde pública da sociedade, como já foi dito, é necessário o envolvimento de toda a comunidade.

Algumas idéias que podem ajudar a melhorar a qualidade ambiental urbana e que, conseqüentemente, combateriam o mosquito transmissor da dengue são:

- Nas ruas posicionadas em situações geográficas onde há encostas ou declividade acentuada, seria interessante substituir parte do asfalto por calçamento com paralelepípedos, dessa forma, a água da chuva teria maior facilidade de infiltração nos espaços entre as pedras, diminuindo o escoamento para as regiões baixas - de acumulação de sedimentos.
- Dar desconto no IPTU (Imposto sobre Propriedade Predial e Territorial Urbana) para as residências que destinarem pelo menos 10% do terreno do imóvel para reservas verdes, jardins e arborização, e para aquelas que durante o ano apresentarem-se livres de contaminação pelo vetor da dengue.
- Aumentar e desconcentrar as áreas de vegetação da cidade, incentivando a população a manter as calçadas dos imóveis com árvores bem cuidadas; acrescer as áreas de parque e praças verdes na ambiência urbana.

A dengue é uma moléstia urbana, e os responsáveis por sua existência são os materiais inadequados das cidades, a redução da vegetação, a ocorrência cada vez maior dos aglomerados urbanos - devido ao crescimento populacional -, somado à falta de asseio adequado da população. Este último motivo tem levado a contaminação a lugares onde não existe predisposição para tal episódio. Dessa forma, vê-se a necessidade de campanhas mais eficientes para sensibilização da população montesclareense sobre essa problemática. Nesse processo a cartografia pode funcionar como um instrumento crucial para disseminação de informações e para medidas sócio-educativas (FREITAS, 2005).

Falar em área de influência direta do mosquito *Aedes* a partir do foco de contaminação é uma tarefa bastante complicada, tendo em vista que tal inseto apesar de voar baixo, não sobreviver em altitudes acima de 1200 metros e ter deslocamento horizontal limitado, ele se transporta passivamente, grudado ao corpo das pessoas. Dessa forma, um indivíduo que transitou em lugares contaminados pode levar o vetor para outras regiões, pois se trata de uma praga cosmopolita. Sendo assim, a área de influência dos focos do mosquito é toda a urbe, principalmente os adensamentos populacionais.

A imagem classificada (Figura 5) esclarece sobre o perfil da ocupação do solo urbano de Montes Claros. A grande área de aglomeração humana (em vermelho 76%) é pouco agraciada com vegetação. Aquelas onde ocorre maior presença de cobertura vegetal, em geral, estão concentradas num pequeno espaço (caso do Major Prates, Santo Inácio, Distrito Industrial e outros). A maior parte da cobertura vegetal da cidade é composta por vegetação modificada pelo homem (em amarelo 15,4%), exceto, a região noroeste e algumas ilhas dentro da região citadina, onde se nota a presença de mata caducifólia (mata seca 5,4%). O percentual ocupado por água soma 3,2% na área urbana total.

Sob o ponto de vista de análise da dengue, as regiões nordeste e sudoeste, dentro da divisão intra-urbana, foram as que apresentaram menos contaminação; são também, as que possuem mais vegetação espacialmente distribuída. Fica evidente, como está explícito no trabalho, que as questões físicas do ambiente e a maior presença ou não de cobertura vegetal, são coadjuvantes na análise e nas ações contra a contaminação. O fator primordial para evitar endemias desta moléstia é o combate direto ao mosquito com a assepsia dos espaços por parte da população e do setor público. Entretanto, assim como a incidência do mosquito está atrelado a uma junção de fatores, o combate também deve ser feito de forma diversificada e estrategicamente pensada. Só assim é possível erradicar este e outros males que afligem o homem citadino contemporâneo.

**CLASSIFICAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO
DA CIDADE DE MONTES CLAROS (MG)**

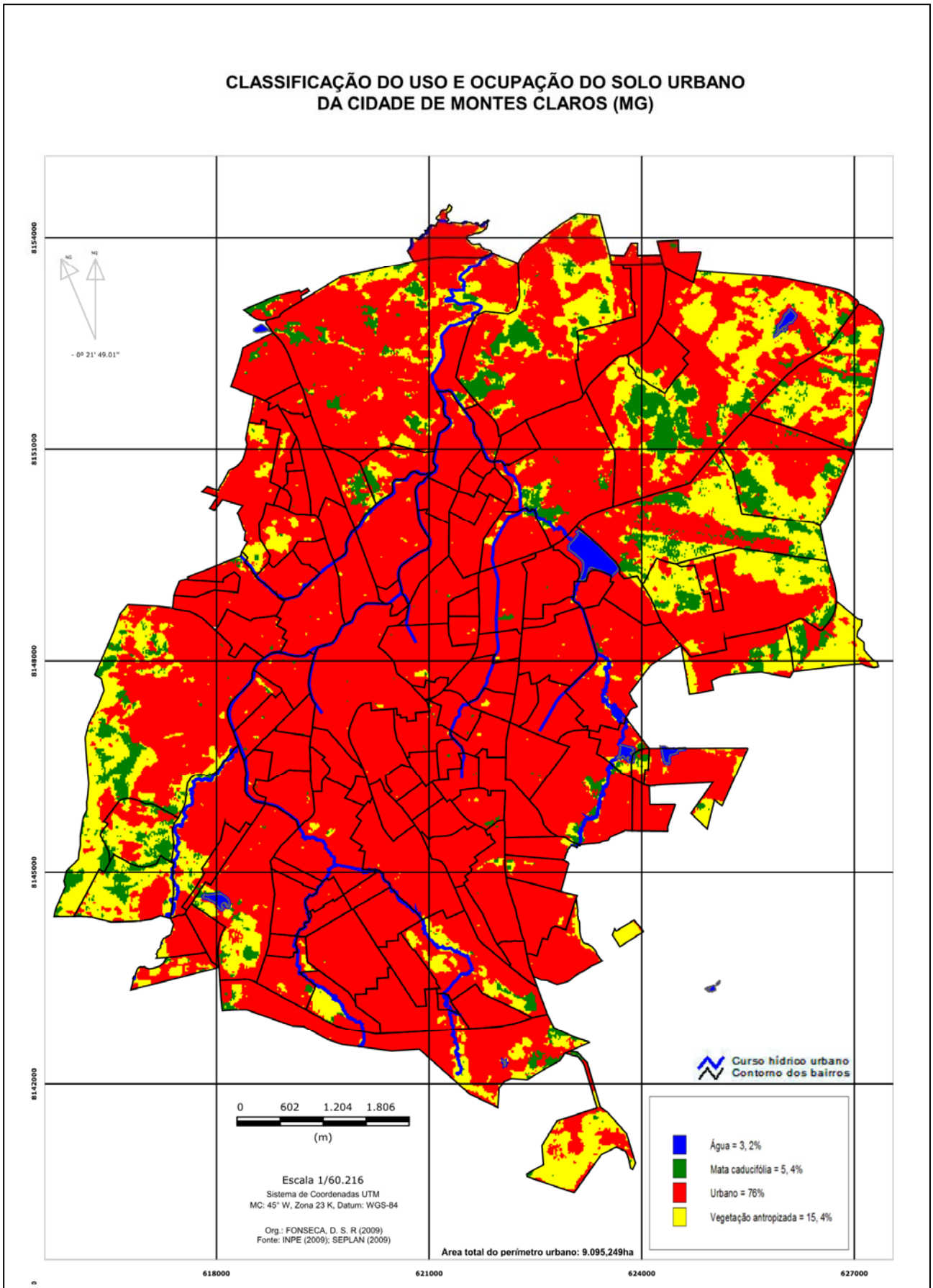


Fig. 5 - Classificação da ocupação do solo na cidade de Montes Claros.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mosquito *Aedes aegypti* é uma espécie “alienígena” para países como o Brasil, e, desde quando foi importado para o território nacional nos navios negreiros vindos da África, vem trazendo diversos problemas à saúde pública brasileira.

Na cidade de Montes Claros, essa praga encontrou lugar propício a sua proliferação, devido às condições intempéricas do lugar. Conforme mostrado no trabalho, mesmo algumas áreas intra-urbanas apresentando mais predisposição para ocorrência de focos do *Aedes*, tais como bacias de sedimentação e aglomerados urbanos, são encontradas larvas do inseto em vários pontos da cidade, indicando que a primeira iniciativa para profilaxia não tem sido tomada pela população – a higienização dos ambientes. Formas de prevenção secundárias, mas importantes são, por exemplo, a arborização e melhor distribuição da vegetação, e também, medidas estratégicas de pavimentação – como o uso de materiais que impermeabilizem menos o solo urbano e, conseqüentemente, promovam maior infiltração das águas superficiais, evitando o acúmulo de água parada.

Os resultados deste trabalho foram obtidos graças ao uso de modernas técnicas de cartografia. Essas tecnologias são responsáveis por uma revolução nos diagnósticos espaciais hodiernos. Na saúde pública, têm se constituído em ferramentas imprescindíveis na análise e prognose de eventos externos desencadeadores de mal-estar coletivo.

O conjunto de softwares cartográficos utilizados mostrou-se bastante eficiente, e permitem uma variada possibilidade para outras análises. Os programas Spring, AutoCAD, ArcView, TrackMaker e Excel são sistemas computacionais geográficos já consolidados, e seu padrão de qualidade já é reconhecido pelo público usuário. Contudo, o MultiSpec ainda é pouco difundido, mas mostra-se bastante ágil na classificação de imagens, e tem a vantagem de ser gratuito.

A cartografia é uma das técnicas que integram a Geografia, dessa forma, ao usar a célebre frase de um dos grandes estudiosos desta ciência - Yves Lacoste – que disse: “*a Geografia serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra*”, pode-se dizer que estamos em guerra contra a dengue.

REFERÊNCIAS

AB’ SÁBER, A. **Os Domínios de Natureza no Brasil – Potencialidades Paisagísticas**. 3ª edição. Ateliê Editorial, 2005.

COPASA, Companhia de Saneamento de Minas Gerais (MG). Montes Claros, 2009.

CORREIA, V. R. M.; CARVALHO, M. S.; SABROSA, P. C.; VASCONCELOS, C.H. Remote Sensing as a

Tool to Survey Endemic Diseases in Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 20, n. 4, p. 891-904, 2004.

DESTEFENNI, M. **A Responsabilidade Civil Ambiental e as Formas de Reparação do Dano Ambiental – Aspectos Teóricos e Práticos**. 1ª edição. Campinas – SP: Bookseller, 2005.

FREITAS, M. I. C. de (org). **Cartografia e Meio Ambiente**. v. 13. Rio Claro: IGCE/UNESP; Bauru: FC/UNESP: CECENCA, 2005.

FURTADO, P. C de H. **Análise Espacial e Classificação de Imagens Aplicadas ao Estudo do Dengue em Relação às Áreas de Vegetação na Cidade de João Pessoa – PB** (dissertação de mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas, 2008.

GEOMINAS, Geoprocessamento de Minas. **Dados sobre Minas Gerais**. Disponível em: www.geominas.mg.gov.br Acessado em: 02/02/2009.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2000. Disponível em: www.ibge.gov.br/ Acessado em: 25/10/2008.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens CBERS**, 2009. Disponível em: www.inpe.br/ Acessado em: 15/03/2009.

LEITE, M. E. **Geoprocessamento Aplicado ao Estudo do Espaço Urbano: O Caso da Cidade de Montes Claros/MG** (dissertação de mestrado). Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia, 2006.

LEITE, M. E.; FONSECA, D. S. R.; BRAZ, C. K. R. **O Uso do SIG na Análise da Dengue: Aplicação na Microrregião de Montes Claros/ Bocaiúva (MG)**. Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 4, p. 126-141, 2008.

GRS, Gerência Regional de Saúde de Montes Claros (MG). **Coordenadoria de Epidemiologia**. Dados de Casos Registrados de Dengue – 2000 a 2007. Montes Claros, 2008.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2007. **Dengue**. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/dengue/> Acessado em: 17/12/2007.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo – SP. Ed: Contexto: 2003.

PMMC, Prefeitura Municipal de Montes Claros. **Centro de Zoonoses**. Divisão de epidemiologia. Guia Prático do LIRAa. Montes Claros, 2008.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. São Paulo – SP. Atheneu, 2005.

RONATTO, S. M. P. **SIRGAS (2000), quando iniciar sua utilização?** Disponível em: <http://www.esteio.com.br/downloads/pdf/sirgas2000.pdf> Acessado em: 10/04/2009.

SANTOS, S. M; BARCELLOS, C (orgs). **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

SANTOS, A. dos; MARÇAL JÚNIOR, O. **Geografia do Dengue em Uberlândia (MG) na Epidemia de 1999**. Caminhos de Geografia, v. 3, n. 11, p. 35-52, 2004.

SANTOS, S. M; SANTOS, R. S (orgs). **Sistemas de Informações Geográficas e Análise Espacial na Saúde Pública**. Ministério da Saúde, Fundação Oswaldo Cruz. Brasília: Ministério da Saúde, 2007.

SILVA, A. de B. **Sistemas de Informações Georreferenciadas - Conceitos e Fundamentos**. Campinas – SP, Ed: Unicamp: 2003.

SEMMA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Montes Claros (MG), 2008.

SEPLAN, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, 2009.

UNIMONTES, Universidade Estadual de Montes Claros. Depto. Geociências. Dados Meteorológicos. Montes Claros, 2008.

VARELLA, D. **Aedes aegypti**. Disponível em: http://drauziovarella.ig.com.br/artigos/aedes_aegypti.asp Acesso em: 09/01/2007.

VIEIRA, G. S. da S.; LIMA, S. do C. **Distribuição Geográfica da Dengue e Índice de Infestação de Aedes aegypti em Uberlândia (MG), 2000 a 2002**. Caminhos de Geografia, v. 7, n. 17, p. 107-122, 2006.