UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
Departamento de Medicina Preventiva e Social

HELOÍSA GIRARDI MALAVASI

ANÁLISE ESPACIAL DA EPIDEMIA DE DENGUE EM CAMPINAS/ SP NO ANO DE 2007

CAMPINAS - SÃO PAULO

Fevereiro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
Departamento de Medicina Preventiva e Social

HELOÍSA GIRARDI MALAVASI

ANÁLISE ESPACIAL DA EPIDEMIA DE DENGUE EM CAMPINAS/ SP NO ANO DE 2007

Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Mestre em Saúde Coletiva, área de Epidemiologia.

Orientador: **Profª Dra. Maria Rita Donalisio Cordeiro**
Co-orientador: **Prof. Dr. Celso Stephan**

CAMPINAS - SÃO PAULO

Fevereiro – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP

Bibliotecária: Rosana Evangelista Poderoso – CRB-8ª / 6652

M291a

Malavasi, Heloísa Girardi
Análise espacial da epidemia de dengue em Campinas/SP no ano de 2007 / Heloísa Girardi Malavasi. -- Campinas, SP : [s.n.], 2011.

Orientador : Maria Rita Donalisio Cordeiro
Co-orientador: Celso Stephan
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Dengue. 2. Geoprocessamento. 3. Epidemiologia. 4. Análise espacial. I. Cordeiro, Maria Rita Donalisio. II. Stephan, Celso. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Título em inglês: Spatial analyze of dengue fever epidemic in Campinas, state of São Paulo, Brazil, 007

Keywords:
- Dengue
- GIS
- Epidemiology
- Spatial analysis

Titulação: Mestrado em Saúde Coletiva

Área de concentração: Epidemiologia

Banca examinadora:

Prof. Dr. Maria Rita Donalisio Cordeiro
Prof. Dr. Marilisa Berti de Azevedo Barros
Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto

Data da defesa: 04-02-2011

Banca examinadora de Dissertação de Mestrado

Heloisa Girardi Malavasi

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Maria Rita Donalisio Cordeiro

Membros:
Professor (a) Doutor (a) Maria Rita Donalisio Cordeiro
Professor (a) Doutor (a) Marilisa Berti de Azevedo Barros
Professor (a) Doutor (a) Francisco Chiaravalloti Neto

Curso de pós-graduação em Saúde Coletiva da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 04/02/2011

Aos meus pais, Leni e Oscar,
que me incentivaram a estudar, sempre.

Ao Pedro, meu filho, que nasceu junto com o
projeto deste mestrado e mudou minha vida.

E às minhas filhas, gêmeas,
que estão quase chegando.

AGRADECIMENTOS

Ao André, meu marido, que me apoiou sempre, me aturou nos momentos mais difíceis e ajudou com a formatação e revisão deste trabalho.

À Vó Nice e tias Iraí e Luzia, que cuidam do Pedro todos os dias com muito carinho.

À Andrea e ao André, amigos queridos e exemplos de bons profissionais, que tornam o dia a dia no trabalho mais gostoso e estão sempre dispostos a enfrentar novos desafios na vida vigilante.

À Rita, minha orientadora, que mesmo distante se fez sempre presente.

Ao Celso, co-orientador precioso, sem o qual este trabalho não teria sido possível.

Aos membros da banca de qualificação, Marilisa e Mariângela, que contribuíram com suas sugestões e incentivo. E aos novos membros da banca de defesa, Francisco, Adriano e Brigina, que aceitaram prontamente meu convite.

Ao meu chefe, Luiz Henrique, pelo incentivo e liberação para realização deste trabalho.

Às minhas amigas queridas da sala da epidemio, Ester, Claudinha, Palmira, Rose, Helena, Ana Cláudia e Valdete, pelo apoio e por compreenderem e suportarem minhas ausências e a todos os outros colegas da VISA e do Distrito de Saúde Sul.

Ao querido Daniel, que tão bem conduziu o barco em todos os momentos em que estive distante e a toda equipe de supervisores de campo da VISA Sul: Luciene, Michelle, Margarete, Yara, Rafael, Giovanni, Ariadny, Silvani, Tânia e Divino.

Aos colegas do GT de dengue, Tessa, Tosca, Nivia, Zé, Israel, Adriana, Beto, Denize, Leo e Toninho, por nossas saborosas reuniões semanais.

Ao Valmir, querido amigo e companheiro de trabalho e epiGeo.

Aos colegas do mestrado, em especial à Gisela, ao Rodrigo, ao Giuliano e ao Henrique pelos bons momentos de estudo e almoços juntos.

"De uma cidade, não aproveitamos as suas sete ou setenta e sete maravilhas, mas a resposta que dá às nossas perguntas (...) ou às perguntas que nós colocamos para nos obrigar a responder".
(Ítalo Calvino)

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **ix**

ÍNDICE DE TABELAS ..... **xii**

RESUMO ..... **xiii**

ABSTRACT ..... **xiv**

INTRODUÇÃO **15**

Ecologia e biologia do vetor 17
Produtividade dos criadouros 20
Aspectos relativos ao controle do vetor 21
Espaço urbano e dengue 22
Geoprocessamento em saúde 29
Situação Epidemiológica de Campinas 30
As epidemias em Campinas e as formas de controle 33

OBJETIVOS **37**

Geral 37
Específicos: 37

MÉTODO **38**

Local do Estudo 38
O Sistema de Saúde em Campinas 39
Casos e Variáveis de estudo 41
Controles 42
Pontos de Risco 42
Geoprocessamento dos casos 43
Estimador de intensidade 45
Modelo de Risco Espacial 45
Incidências 47

RESULTADOS **48**

Modelo espacial de risco 58
Pontos de alto risco 72
Significância do modelo 86

DISCUSSÃO **100**

Pontos de risco 106
Qualidade da informação 107
Gênero e faixa etária 108
Uso do SIG, ferramenta de análise espacial e diagnóstico epidemiológico 109

CONSIDERAÇÕES FINAIS **111**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **112**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Países com risco de transmissão de dengue 16
Figura 2: Formas imaturas e adulta do *Aedes aegypti*. 22
Figura 3: Casos de dengue por mês – Campinas, 1998 – 2006 31
Figura 4: Casos de dengue por mês - Campinas, 1998 – 2008 31
Figura 5: Mapa das Unidades de Saúde, Campinas, 2007 40
Figura 6: Distribuição espacial dos casos confirmados de dengue no município de Campinas, SP 2007 53
Figura 7: Distribuição espacial dos casos confirmados de dengue por mês de início dos sintomas em Campinas, SP, 2007 54
Figura 8: Distribuição espacial dos pontos de risco de reprodução de vetores em Campinas, SP, 2007 55
Figura 9: Distribuição das estimativas kernel dos casos de dengue confirmados em Campinas, SP, 2007 56
Figura 10: Estimativas de Kernel dos casos de dengue confirmados por mês de início dos sintomas em Campinas, SP, 2007. 57
Figura 11: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 1 59
Figura 12: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 2 60
Figura 13: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 3 61
Figura 14: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 4 62
Figura 15: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 5 63
Figura 16: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 6 64
Figura 17: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 7 65
Figura 18: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 8 66

Figura 19: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 9 67
Figura 20: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 10 68
Figura 21: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 11 69
Figura 22: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 12 70
Figura 23: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 13 71
Figura 24: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 1 73
Figura 25: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 2 74
Figura 26: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 3 75
Figura 27: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 4 76
Figura 28: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 5 77
Figura 29: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 6 78
Figura 30: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 7 79
Figura 31: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 8 80
Figura 32: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 9 81
Figura 33: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 10 82
Figura 34: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 11 83
Figura 35: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 12 84

Figura 36: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 13 85
Figura 37: Siginificância do modelo – quadrissemana 1 87
Figura 38: Siginificância do modelo – quadrissemana 2 88
Figura 39: Siginificância do modelo – quadrissemana 3 89
Figura 40: Siginificância do modelo – quadrissemana 4 90
Figura 41: Siginificância do modelo – quadrissemana 5 91
Figura 42: Siginificância do modelo – quadrissemana 6 92
Figura 43: Siginificância do modelo – quadrissemana 7 93
Figura 44: Siginificância do modelo – quadrissemana 8 94
Figura 45: Siginificância do modelo – quadrissemana 9 95
Figura 46: Siginificância do modelo – quadrissemana 10 96
Figura 47: Siginificância do modelo – quadrissemana 11 97
Figura 48: Siginificância do modelo – quadrissemana 12 98
Figura 49: Siginificância do modelo – quadrissemana 13 99

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Centros de Saúde por Distrito..... 41
Tabela 2: Status de localização dos logradouros..... 45
Tabela 3: Comparativo entre a distribuição por sexo e faixa etária na população em geral e nos casos 48
Tabela 4: Odds ratio do sexo feminino por faixa etária 48
Tabela 5: Odds ratio da faixa etária até 14 anos por sexo..... 49
Tabela 6: Odds ratio da faixa etária até 14 anos na população..... 49
Tabela 7: Odds ratio por sexo na população..... 49
Tabela 8: Taxa de Incidência de dengue (número de casos por 100.000 habitantes) por área de cobertura das Unidades Básicas de Saúde, residência dos casos de dengue, por Distrito, Campinas, 2007. 49
Tabela 9: Taxa de incidência de dengue por 100 mil habitantes..... 52
Tabela 10: Valores de OR do IPPR no modelo múltiplo de risco espacial de dengue em Campinas, 2007 86

RESUMO

A dengue é uma das arboviroses de maior importância em Saúde Pública. Na atualidade, os conglomerados urbanos e o *modus vivendi* da população favorecem a manutenção de criadouros do vetor, *Aedes aegypti.* Diante da complexidade do controle do vetor, a vigilância epidemiológica para detecção precoce de casos é de fundamental importância para a prevenção de epidemias de grandes proporções. Esta pesquisa visa estudar a distribuição espacial do risco de dengue no município de Campinas/SP no período de janeiro a dezembro de 2007. Para tanto, foi calculado (em cada quadrissemana epidemiológica do período) o risco relativo espacial de dengue por meio de modelo aditivo generalizado em desenho de estudo caso-controle. Foram georreferenciados todos os casos de dengue autóctones notificados e confirmados entre janeiro e dezembro de 2007 no município, segundo endereço de residência. Os controles foram gerados de amostra representativa da distribuição populacional com base no censo do IBGE. Os mapas gerados mostraram a evolução temporal e a distribuição da dengue no território, evidenciando as áreas de maior risco, que coincidem com aquelas de maior circulação de pessoas e com carência de infraestrutura no município. Os resultados apontam para a importância do papel do ponto de risco como modulador do risco da doença no início da transmissão. O método utilizado mostrou-se adequado para a identificação de áreas de risco, onde a ação do poder público deve ser ágil e constante.

ABSTRACT

Dengue fever is an arboviruse of great importance in public health. Currently, the urban population *modus vivendi* favors transmission and maintenance of breeding sites of the vector, *Aedes aegypti*. Given the complexity of vector control, epidemiological surveillance for early case detection is of fundamental importance for the prevention of outbreaks of major proportions. This research aims to study the spatial distribution of the risk of dengue in the city of Campinas from January to December 2007. Spatial relative risk of dengue fever was calculated for each four weeks in Campinas using generalized additive model in a case-control study. All reported and confirmed autochthonous dengue fever cases of residents in the municipality were geocoded, while controls were generated from a representative sample of the population of Campinas based on IBGE census. Maps show the temporal evolution and spatial distribution of dengue fever risk on the territory. Highest risk areas coincide with those of greater movement of people and lack of infrastructure in the municipality. The method was suitable for identifying risk areas, in which government's actions should be efficient and constant.

INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença infecciosa febril aguda, de etiologia viral e evolução benigna, na maioria das vezes. Seu agente etiológico é um vírus de RNA do gênero flavivírus. Atualmente são conhecidos quatro sorotipos: DEN-1; DEN-2; DEN-3; DEN-4. A suscetibilidade à infecção é universal, a imunidade é temporária e parcial a outros sorotipos e permanente ou no mínimo duradoura, àquele sorotipo que causou a doença (Tauil, 2001). Todos os sorotipos podem causar doença grave (Siqueira et al., 2004; Kemp, 2005). Os quatro sorotipos do vírus dengue são antigenicamente diferentes, porém existem evidências de que pode existir subcomplexos sorológicos em cada grupo. Atualmente estes vírus têm sido analisados através dos estudos moleculares, por sequenciamento dos vírus que permitem uma visualização maior das relações genéticas, permitindo reuni-los em grupos genômicos ou em subgrupos. O avanço da epidemiologia molecular é de grande relevância, pois tem contribuído para determinar a origem dos vírus que vêm causando novas epidemias, especialmente na tentativa de estabelecer a correlação entre a virulência da amostra e impacto destes na população (Bastos, 2004).

É uma doença para a qual ainda não existe vacina. Trata-se de uma arbovirose transmitida ao homem pela picada do *Aedes aegypti*, mosquito de hábitos domésticos, que pica durante o dia e tem preferência acentuada por sangue humano (Ibanez-Bernal, 1997) e, assim como outras viroses, seu desencadeamento se relaciona às atividades humanas que modificam o ambiente (Teixeira et al., 2002).

Segundo Tauil (2002), a dengue é hoje a arbovirose mais importante do mundo. Cerca de 2,5 bilhões de pessoas encontram-se sob risco de se infectarem, particularmente em países tropicais onde a temperatura e a umidade favorecem a proliferação do mosquito vetor. Entre as doenças reemergentes é a que se constitui em problema mais grave de saúde pública. São bem conhecidos sua etiologia e mecanismos de transmissão. O seu espectro clínico é amplo, variando de formas assintomáticas ou oligosintomáticas até formas graves e letais. As causas da ocorrência de formas graves ainda não estão plenamente estabelecidas, existindo algumas teorias que as relacionam à maior virulência da cepa de vírus infectante, à seqüência de infecções pelos diferentes sorotipos do agente etiológico, a fatores individuais do hospedeiro e a uma combinação de todas as explicações anteriores (Tauil, 2002). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 2,5 bilhões de pessoas - 2/5 da população mundial - estão sob risco

de contrair dengue e que ocorram anualmente cerca de 50 milhões de casos. Desse total, cerca de 550 mil necessitam de hospitalização e pelo menos 20 mil morrem em consequência da doença. (Brasil, 2009)

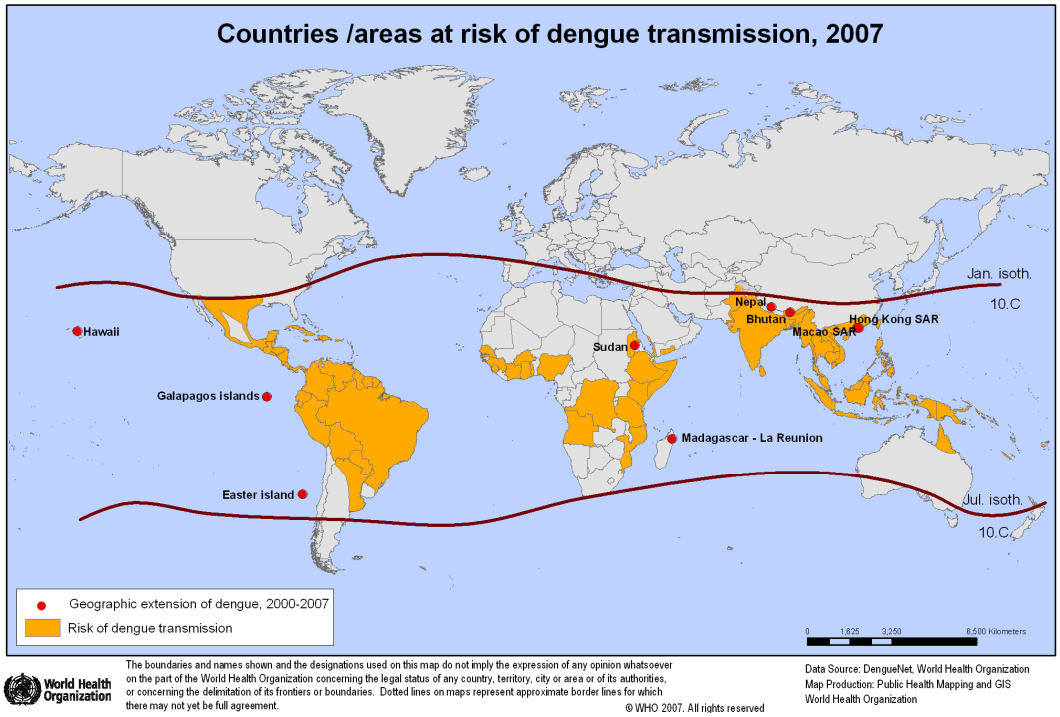


Figura 1: Países com risco de transmissão de dengue

Fonte:http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/World_DengueTransmission_Extension_2007.png. Acesso em: 05/12/2010.

A notificação de casos suspeitos e confirmados é obrigatória e se dá pelo Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) na sua versão atual (SINANNET). Segundo o manual de vigilância epidemiológica do Ministério da Saúde as definições de casos para notificação são as seguintes:

- Caso suspeito: Febre com duração de 2-7 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sintomas: cefaléia, artralgia, dor retrorbital, mialgia, exantema, prostação, além de história de ter estado em áreas de transmissão de dengue.
- Caso suspeito Febre Hemorrágica da Dengue (FHD): Febre com duração de 2-7 dias, acompanhada de pelo menos dois dos seguintes sintomas: cefaléia, artralgia, dor retrorbital, mialgia, exantema, prostação e uma

manifestação hemorrágica, além de história de ter estado em área de transmissão de dengue.

Ecologia e biologia do vetor

O ciclo de vida do *Aedes aegypti* compreende quatro fases: ovo, larva (quatro estágios larvários), pupa e adulto. Os ovos são depositados pela fêmea, individualmente, próximos à superfície da água, nas paredes internas dos depósitos que servem como criadouros. A fecundação se dá durante a postura e o desenvolvimento do embrião se completa em 48 horas, em condições favoráveis de umidade e temperatura. Uma vez completado o desenvolvimento embrionário, os ovos são capazes de resistir a longos períodos de dessecação, que podem chegar a mais de um ano.

Sendo um inseto holometabólico, suas larvas passam a maior parte do tempo alimentando-se principalmente de material orgânico acumulado nas paredes e fundo dos depósitos, possuindo estas, quatro estágios evolutivos. A duração da fase larvária depende da temperatura, disponibilidade de alimento e densidade das larvas no criadouro. Em condições favoráveis, o período entre a eclosão e a pupação pode não exceder a cinco dias. Contudo, em baixa temperatura e escassez de alimento, o 4º estágio larvário pode prolongar-se por várias semanas, antes de sua transformação em pupa. As pupas não se alimentam e nesta fase ocorre a metamorfose da larva para o mosquito adulto. Quando inativas, se mantêm na superfície da água, flutuando, o que facilita a emergência do inseto. O estado pupal dura, geralmente, de dois a três dias. Uma única inseminação é suficiente para fecundar todos os ovos que a fêmea venha a produzir durante sua vida.

O *Aedes aegypti* possui habitat domiciliar e peridomiciliar, preferindo criadouros artificiais, tanto aqueles a céu aberto e preenchidos por água de chuvas, como aqueles utilizados para armazenar água para uso doméstico. Nestes criadouros pode haver proliferação de larvas e pupas desde que a água armazenada seja relativamente limpa, acumulada em recipientes situados em locais sombreados e, preferencialmente, de fundo ou paredes escuras. A oviposição se dá mais frequentemente no fim da tarde, quando a fêmea grávida é atraída por recipientes escuros ou sombreados, com superfícies ásperas, nas quais deposita os ovos, preferindo água limpa e cristalina ao invés de água suja ou poluída por matéria orgânica, distribuindo cada postura em vários recipientes próximos (Gomes et al., 2006; Lagrotta, 2006). Este comportamento do vetor tem apresentado

alterações já sendo possível observar criadouros com água não tão limpa colonizados pelo mosquito.

A seleção do local de oviposição por parte das fêmeas é o principal fator responsável pela distribuição dos mosquitos nos criadouros e é da maior relevância para a distribuição das espécies no ambiente. Fatores físicos, químicos e biológicos podem influenciar nessa seleção: a intensidade ou a ausência de luz; o comprimento da onda da luz refletida, ou seja, características de coloração apresentada pelos criadouros potenciais; diferentes temperaturas; graus de salinidade; presença de vegetais ou de seus produtos; microorganismos ou seus produtos; substâncias relacionadas às formas imaturas de mosquitos e outras (Consoli e Oliveira, 1994). Entre os fatores ambientais que interferem no desenvolvimento larvário destacam-se a temperatura, a luz, a salinidade, a presença de poluentes orgânicos e inorgânicos, o movimento da água, relações com a vegetação aquática, não aquática com produtos derivados de plantas e com microorganismos, predadores e parasitas presentes na água. (Consoli e Oliveira, 1994). Têm sido observado diferentes padrões de oviposição em diferentes localidades. Em São José do Rio Preto / SP, um estudo com ovitrampas demonstrou que apenas 15% dos criadouros são intradomiciliares, já no Rio de Janeiro, a maioria dos criadouros é encontrada no intradomicílio (Chiaravalloti Neto, comunicação pessoal). Em Campinas, os criadouros mais importantes observados são as caixas d'água e os pneus.

É pequena a capacidade de dispersão do *Aedes aegypti* pelo voo, quando comparada com a de outras espécies. Não é raro que a fêmea passe toda sua vida nas proximidades do local de onde eclodiu, desde que haja hospedeiros e criadouros para oviposição. Nestas condições, poucas vezes a dispersão pelo voo excede os 100 metros, ficando normalmente entre 30 e 60 metros (Reiter et al., 1995). Entretanto, já foi demonstrado que uma fêmea grávida pode voar até 3 Km (Nobre, 1998) em busca de local adequado para a oviposição, quando não há recipientes apropriados nas proximidades.

A dispersão a grandes distâncias se dá, geralmente, como resultado do transporte dos ovos e larvas em recipientes. Assim, fêmeas adultas com poucos locais de oviposição são mais eficientes para a dispersão do vírus. Em um estudo realizado no Estado de São Paulo por Pereira e Barbosa (1995), com as informações do conjunto de 2,6 milhões recipientes pesquisados na avaliação de densidade larvária, durante os anos de 1993 e 1994, mostraram que 88% dos focos larvários de *Aedes aegypti* estavam no peridomicílio. Em Santos, três áreas diferentes mostraram resultados semelhantes, com

91% dos focos no peridomicílio (Pereira, 2001). No entanto, em investigação realizada em cidade endêmica para dengue no oeste paulista, verificou-se que das 185 fêmeas adultas de *Aedes aegypti* capturadas, apenas 12,7% encontravam-se no peridomicílio. Ou seja, ao contrário das formas imaturas, as fêmeas adultas predominam no intradomicílio (Barata, 2001).

O cenário apresentado evidencia a necessidade de investigar o comportamento das populações deste vetor nos domicílios, a fim de esclarecer se a distribuição dos focos larvários é consequência apenas da pequena oferta de recipientes com água no intradomicílio ou se também reflete a preferência do *Aedes aegypti* em realizar oviposição no peridomicílio. As populações de *Aedes aegypti* apresentam elevada adaptabilidade ocupando, nos ambientes urbanos, variados tipos de habitat. Em estudo realizado no município de Santos, SP (Pereira, 2001), os imóveis foram avaliados quanto à presença de recipientes e ocupação por *Aedes aegypti*, A disponibilidade foi elevada e os habitats estavam localizados predominantemente no peridomicílio, ambiente que concentrou 90,8% dos recipientes positivos e 94% dos exemplares coletados.

O pico de transmissão pode não estar tão relacionado com a densidade do vetor, mas sim com o aumento da sobrevida das fêmeas adultas nas condições de temperatura e umidade da estação chuvosa, incrementando a probabilidade de fêmeas infectadas completarem o período de replicação do vírus, tornando-se infectantes (Gluber, 1989). A influência da temperatura na transmissão do dengue foi largamente investigada, pois interfere nas atividades de repasto sanguíneo das fêmeas dos mosquitos, em sua longevidade e no período de incubação extrínseco do vírus. (Brito e Forattini, 2004; Yasuno e Tonn, 1970; Focks et al., 1995). Principalmente as temperaturas mínimas registradas no dia, mais que as médias diárias, foram associadas à transmissão de dengue sazonal em Bankok (Yasuno e Tonn, 1970). Em estudo epidemiológico realizado no México, foi verificado que a temperatura média durante a estação chuvosa correspondeu ao mais forte preditor de infecção por dengue naquele país (Brito e Forattini, 2004). O modelo matemático estimou o período de incubação extrínseco do vírus a 22ºC de 16,67 dias e a 32ºC de 8,33 dias, ou seja, fêmeas infectadas submetidas a elevadas temperaturas (32ºC) teriam 2,64 vezes mais chance de completar o período de incubação extrínseco do que aquelas submetidas a baixas temperaturas (Focks et al., 1995).

Produtividade dos criadouros

Em geral são descritos como criadouros preferenciais para o *Aedes aegypti* aqueles mais frequentemente encontrados com formas imaturas do vetor, e não aqueles mais produtivos. No Brasil, vários pesquisadores têm identificado vasos de plantas, pneus, caixas d'água, floreiros em cemitérios, como criadouros preferenciais das espécies de vetores, com diferentes padrões conforme a época do ano investigada. Entretanto, todos esses estudos estão baseados na frequência da positividade larvária desses criadouros, o que estaria muito mais relacionado à oferta destes no meio ambiente, e não, ao seu papel na produção de formas imaturas e adultas de *Aedes aegypti*. Em Santos, após extensas campanhas educativas para eliminação de criadouros "convencionais", vem se registrando a predominância de focos de *Aedes aegypti* em ralos e canaletas de drenagem pluvial, em bairros residenciais com adequada estrutura urbana, em plena estação epidêmica (Pereira, 2001). Apenas 8,7 por cento dos habitat foram responsáveis por 52 por cento das pupas coletadas, sendo que, as caixas d'água, calhas, ralos, pneus e tambores apresentaram maior produtividade entre os criadouros pesquisados. O estudo concluiu que a avaliação dos habitat com base na presença da espécie pode levar à subestimação ou superestimação da importância de determinados tipos de criadouros (Pereira, 2001).

A qualificação e a biomassa de pupas indicam a contribuição dos diferentes habitats para a população de mosquitos adultos. É necessário manter permanente vigilância sobre a capacidade do vetor de se adaptar com outros tipos de recipientes, à medida que se diminui a oferta dos criadouros inicialmente preferenciais.

O problema mais sério desconsiderado pelos três indicadores frequentemente utilizados nas pesquisas de levantamento larvário (IB, IP e IR) é a produtividade dos criadouros. (São Paulo, 1997; Reiter e Gluber, 1998) As armadilhas de oviposição têm sido utilizadas em vários países e testadas no Brasil, revelando-se superiores à pesquisa larvária, particularmente em situações com índices de infestação predial menores de 5%, porém não fornecem informações sobre a distribuição e tipos de criadouros predominantes (Donalisio e Glasser, 2002).

Quanto à produtividade dos criadouros, verifica-se que esta é determinada principalmente, pelo tamanho do recipiente, oferta de nutrientes para as larvas e a densidade larvária no criadouro. Alguns funcionam como alimentadores de outros criadouros na vizinhança, contribuindo de maneira significante para a infestação local.

(Tun-Lin et al., 1995). Estes fatores modulam as chances de desenvolvimento larvário, o tamanho do vetor e consequentemente seu alcance de voo, número de ovos por fêmea, competência vetorial e a dispersão viral (Lagrotta, 2006).

Em seu estudo, Pereira (2001) verificou que as calhas, caixas d água e ralos apresentaram pupas com peso médio maior que o daquelas produzidas em outros tipos de recipientes. Além destes criadouros, o pneu e o tambor também foram identificados como recipientes de maior produtividade.

Segundo estudo sobre recipientes "chaves" no controle do *Aedes aegypti*, os criadouros com volume situado na faixa de 50 a 100mL e aqueles com volume acima de 5.000L mostraram-se pouco produtivos (San Pedro, 2009). Os primeiros em virtude de sua instabilidade no meio ambiente, enquanto os segundos devido à grande profundidade, dificultando o acesso das larvas aos seus alimentos. Ainda segundo San Pedro, embora os recipientes de pequeno volume apresentassem médias de produção de espécimes imaturos e potenciais de emergência de vetores adultos muito baixas, quando em conjunto foram responsáveis por 15% da população adulta nos quarteirões monitorados no estudo. O estudo conclui que mediante a eliminação dos macro-criadouros, os pequenos reservatórios assumem maior importância, mantendo a presença do vetor em algumas áreas.

Aspectos relativos ao controle do vetor

O mosquito *Aedes aegypti* é a principal espécie responsável pela transmissão da dengue. É um mosquito doméstico, com atividade hematofágica diurna e utiliza-se preferencialmente de depósitos artificiais de água (Tauil, 2002). O vetor desenvolveu em sua trajetória evolutiva um comportamento estritamente sinantrópico e antropofílico, sendo reconhecido entre os culicídeos como a espécie mais associada ao homem. A adaptação aos criadouros artificiais teria sido um grande passo em direção ao comportamento sinantrópico. Na atualidade, o mosquito *Aedes aegypti* é altamente dependente dos recipientes manufaturados pelo homem (Natal, 2002). A única forma de prevenir a doença é aplicar estratégias de controle do vetor as quais exigem que áreas de risco e períodos de risco sejam identificados (Galli e Chiaravalloti Neto, 2008).

O *Aedes aegypti* está entre os mosquitos que passam mais rapidamente pela fase imatura. Essa proeminente adaptação pode ser explicada, por utilizarem-se de recipientes, muitas vezes pequenos (Natal, 2002). Porém os pequenos focos parecem não ter grande importância na produtividade da forma alada e, consequentemente, na

transmissão da doença. Assim, podem existir localidades com grande número de focos de pequeno porte, que tendem a ter baixa produtividade para as formas aladas do vetor. Por outro lado, um único foco de grande porte pode apresentar grande produtividade, além de contribuir para a geração de pequenos focos do mosquito (Medronho, 2006).

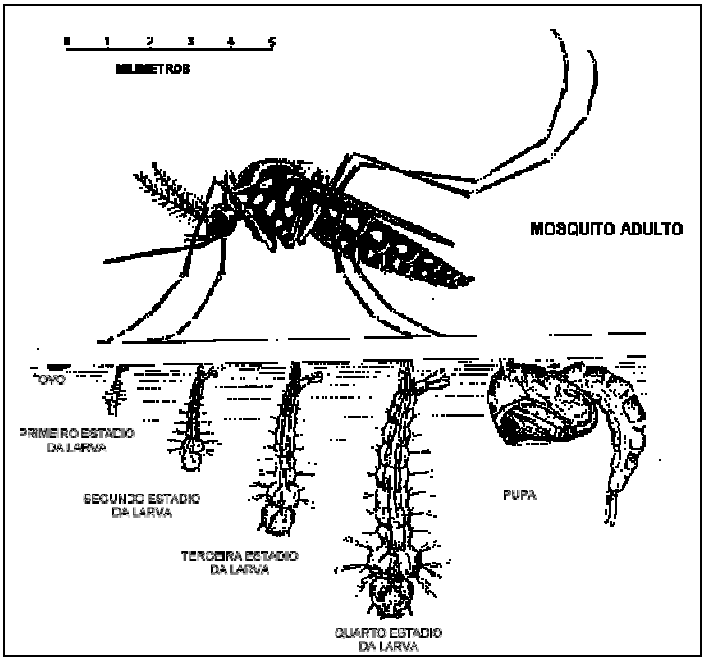


Figura 2: Formas imaturas e adulta do *Aedes aegypti*.

Fonte: http://www.cecom.unicamp.br/dengue/mosquito.html

Espaço urbano e dengue

Nos centros urbanos, o modelo de reprodução social, pautado no estimulante consumo de produtos industrializados descartáveis exerce grande influência na produção de ambientes favoráveis à proliferação do vetor e disseminação do vírus da dengue. Esse fator aliado à não disponibilidade de serviços de saneamento ambiental em quantidade e qualidade adequadas (quanto ao acesso e frequência no abastecimento de água e coleta de lixo) tornam-se propícios à dinâmica de transmissão da doença. A precariedade na oferta desses serviços, principalmente quanto ao abastecimento de água, pode levar à adoção de práticas de estocagem em recipientes, que por sua vez podem figurar como potenciais locais de reprodução do vetor.

Estudos realizados no Brasil e em diferentes países das Américas (Reiter et al, 2003) relacionando ocorrência de dengue e condições sócio-ambientais (Pontes, 1992; Medronho, 1995; Caiaffa et al., 2005; Costa e Natal, 1998; Siqueira et al., 2004) têm

buscado identificar fatores envolvidos na produção/reprodução da doença, principalmente quanto a questões referentes ao acesso/frequência no abastecimento de água, coleta de lixo urbano e disponibilidade de potenciais criadouros do mosquito transmissor. Tais estudos ao se preocuparem em analisar as variáveis particulares relacionadas à reprodução da doença deixam de considerar o problema em seu nível de maior complexidade. Nesse contexto, a recuperação dos processos históricos responsáveis pela atual configuração sócio-espacial das regiões ou localidades estudadas constitui importante ferramenta para uma melhor compreensão dos determinantes particulares envolvidos na disseminação, não só da dengue como de outras doenças.

Os vínculos entre desenvolvimento, condições sócio-ambientais e de saúde são muito estreitos. A forma como a sociedade utiliza o espaço e modifica a paisagem interfere na produção das doenças (Donalisio, 1999; Silva, 1997; Pignatti, 1996).

Atualmente, a literatura científica tem recuperado o papel do espaço na produção de doenças, interpretado em sua totalidade, para a análise das necessidades e das desigualdades sociais. O espaço é reconhecido, portanto não como um cenário estático e desprovido de historicidade e sim local socialmente delimitado, dinâmico que influencia diretamente os riscos de adoecer e morrer. Analisar a distribuição das doenças reconhecendo estas implicações possibilita um conhecimento mais adequado do contexto da transmissão, além de contribuir para a organização dos serviços de atenção à saúde (Bonfim, 2008; Donalisio, 1999).

A utilização de espaço como categoria de análise para compreensão da ocorrência e distribuição de doenças nas coletividades tem sido crescente na epidemiologia. O primeiro registro ocorreu em aproximadamente 480 a.C. quando Hipócrates escreveu seu trabalho Ares, Águas e Lugares (Czeresnia e Ribeiro, 2000; Costa, 1999; Silva, 1997). Outro estudo clássico é o de John Snow, considerado o fundador da epidemiologia moderna. Em 1854, durante a epidemia de cólera que assolava Londres, Snow demonstrou por meio de cuidadoso estudo epidemiológico sobre a distribuição espacial das mortes por cólera, que o veículo de transmissão da doença era a água distribuída por bombas públicas instaladas na localidade de Broad Street.

A localização dos casos de eventos de saúde/doença vem sendo objeto de interesse crescente da epidemiologia. Vidal de La Blache inovava ao afirmar que o objeto da geografia é a relação entre o homem e a natureza, vendo o homem na

condição de um ser ativo nessa relação, que modifica e também é modificado pelo ambiente (Bonfim, 2008).

Em 1939, Pavlovsky desenvolveu a teoria dos focos naturais das doenças transmissíveis, cujo grande mérito foi o de estabelecer o conceito de que o espaço era o cenário no qual circulava o agente infeccioso; este cenário era classificado como natural, ou intocado pela ação humana; ou antropúrgico, alterado pela ação do homem (Silva, 1997). Especificamente no Brasil o trabalho de Pavlovsky teve grande influência na geografia médica de Samuel Pessoa, que se inspirou na sua obra para desenvolver estudos sobre as endemias prevalentes no país, incorporando a essa teoria os determinantes sociais das doenças. Para Pessoa (1978) o ambiente pode ser definido como o conjunto de causas que atuam sobre o homem e não apenas como meio físico. A propagação das doenças estaria ligada a inúmeros fatores (sociais, políticos, econômicos, entre outros) e não somente as condições geográficas. O espaço, na sua conceituação clássica em epidemiologia, é apenas o substrato que exerce sua influência por meio de fenômenos naturais como o clima, tendo um papel estático, imutável (Sabroza et al., 1995). Com a crescente urbanização mundial, o interesse pela teoria dos focos naturais diminuiu, uma vez que a natureza intocada pela ação humana tornou-se praticamente inexistente.

Em 1943 surgiu a principal vertente da geografia médica com a publicação da obra de Max Sorre, *Les Fondements de la Géographie Humaine*, na qual é proposto o complexo patogênico como um conceito de integração entre a geografia e as ciências biológicas. Com este conceito, Sorre foi além da abordagem de Pavlovsky ao trabalhar a importância da ação humana na formação e dinâmica dos complexos patogênicos. Ao se tratar de seres humanos, o conceito de meio ambiente deve enriquecer-se e incluir também o ambiente produzido pelo homem (Czeresnia e Ribeiro, 2000). Sorre e Pavlovsky forneceram uma importante base conceitual que fundamentou o desenvolvimento de trabalhos posteriores que buscaram uma perspectiva interdisciplinar. Samuel Pessoa se inspirou nessas contribuições; em suas palavras:

> Os fatores que intervêm na incidência e propagação das doenças infecciosas e parasitárias de uma região são numerosos e complexos. Atribuí-los somente às condições geográficas e climáticas é tão errôneo como incriminar somente a presença do germe. [...] deve-se considerar não só a geografia física, o clima e os demais fenômenos meteorológicos, que caracterizam geograficamente a região, mas ainda as geografias humana, social, política e econômica. E os fatores que mais intervêm na variação e propagação de doenças são justamente os humanos (Pessoa, 1978, p. 153).

O processo de ocupação do espaço em todas as fases do desenvolvimento humano reflete-se no seu futuro, sendo parte inerente aos determinantes das condições de vida. Para explicar a organização atual do espaço é necessário reconhecer sua inter-relação com o tempo. Uma vez que o meio em algum momento já foi alterado pela ação humana e, portanto já não era natural, caberia recorrer a alguma forma de compreensão do comportamento humano. Quando se discutem doenças determinadas e geradas pela sociedade e se busca a compreensão da epidemiologia de doenças ligadas ao meio, como a leptospirose e a dengue, o espaço deve necessariamente entrar como categoria de análise.

As teorias que ajudam a entender a ocupação do espaço humano podem ser buscadas na geografia crítica, principalmente nas idéias de Milton Santos. O espaço é interpretado como uma totalidade que resulta da ação do homem organizado sobre a paisagem. Nas palavras de Milton Santos:

> A essência do espaço é social. Nesse caso, o espaço não pode ser apenas formado pelas coisas, os objetos geográficos, naturais e artificiais, cujo conjunto nos dá a Natureza. O espaço é tudo isso, mais a sociedade: cada fração da natureza abriga uma fração da sociedade atual (Santos, 1985).

A obra do geógrafo Milton Santos constitui uma das mais importantes referências para o estudo das relações entre espaço e o processo saúde-doença. A paisagem, antes vista meramente sob o prisma natural, recebe também o significado do espaço social, ou seja, do espaço produzido pelo homem. Entende-se que essa paisagem é mutável, acompanha as modificações ocorridas na sociedade. O mesmo pode ser dito em relação ao espaço, isto é, à medida que a sociedade passa por mudanças econômicas,

sociais, políticas e outras, o espaço se transforma, visando a atender às novas necessidades sociais demandadas. O espaço, compreendido então como socialmente organizado pela sociedade humana, adquire características locais próprias impressas por essa organização que expressam a diferenciação de acesso aos resultados da produção coletiva (Santos, 1979). A ocupação do espaço reflete as posições ocupadas pelos indivíduos na sociedade, sendo conseqüência de uma construção histórica e social, e, por isso, capazes de refletir as desigualdades existentes (Czeresnia e Ribeiro, 2000).

George e Dollfus (geógrafos franceses) abordam a geografia de uma maneira que pode ser facilmente transposta para a epidemiologia. Para estes pesquisadores, ambas são disciplinas científicas cujo objeto é o centro de uma rede de relações ampla e complexa que não pode ser adequadamente compreendida através de uma visão metodológica estreita (Silva, 1997). O processo de organização do espaço se dá em meio às relações humanas e aos fatos históricos. Quando se faz a transposição da análise geográfica para a epidemiológica, o objeto deixa de ser a interação homem-meio para ser o processo saúde-doença.

Segundo Dollfus (1972), o espaço geográfico é:

> [...] um espaço mutável e diferenciado cuja aparência visível é a paisagem. É um espaço recortado, subdividido, mas sempre em função do ponto de vista segundo o qual o consideramos. Espaço fracionado, cujos elementos se apresentam desigualmente solidários uns aos outros [...]. Por conseguinte, surge o espaço geográfico como o esteio de um sistema de relações, algumas determinadas a partir do meio físico (arquitetura dos volumes rochosos, clima, vegetação), outras provenientes das sociedades humanas responsáveis pela organização do espaço em função da densidade demográfica, da organização social e econômica, do nível das técnicas; numa palavra: de toda essa tessitura pejada de densidade histórica a que damos o nome de civilização (Dollfus, 1972).

Tomando o coletivo como um campo estruturado de práticas sociais revestidas de historicidade, deve-se apreendê-lo como totalidade, tornando-o ponto de partida para a compreensão e estruturação de práticas sanitárias (Donnangelo, 1976).

O determinante maior do processo de organização do espaço é a necessidade econômica, que vai reorganizar o espaço conforme as necessidades das atividades que

nele se desenvolvem. Esta organização é fortemente e rapidamente alterada pelo contínuo crescimento da população.

No contexto atual as cidades não conseguem oferecer condições satisfatórias de habitação e de saneamento básico a uma fração importante dos seus habitantes: muitos vivem em favelas, invasões, mocambos ou cortiços, onde, quando existem, o abastecimento de água e a coleta de dejetos, são irregulares (Tauil, 2002). A necessidade de armazenar água para consumo em tonéis é um fator que favorece a proliferação do mosquito vetor.

Os casos de dengue que ocorrem hoje no Brasil e no mundo, não são, de maneira nenhuma, inesperados, mas nos obrigam a refletir melhor sobre o seu real significado. Para Silva (2002), a dengue:

> [...] pode ser considerada um subproduto da urbanização, desordenada e exagerada, verificada nos países em desenvolvimento. Poucas são as metrópoles do Terceiro Mundo livres de dengue, assim como poucas estão livres da criminalidade, do tráfico de drogas, da corrupção, da poluição, do trânsito e de outras tantas mazelas de difícil controle. O *Aedes aegypti* adaptou-se à vida urbana, provavelmente há milênios. Se no início do século 20 se valia de pouco mais de latas e latões, para criar, e de trens, navios e carroções, para se disseminar, hoje se vale de um sem-número de embalagens descartáveis, sejam de plástico, vidro, papel ou alumínio e conta com inúmeras opções para a sua disseminação, como caminhões, carros e ônibus. A sociedade de consumo dos dias atuais parece resposta às preces do *Aedes aegypti* (Silva, 2002).

O modelo de desenvolvimento econômico adotado ao longo da história do país tem provocado forte concentração de renda, com exclusão expressiva de vários segmentos sociais. Esse padrão de desenvolvimento que estimula o consumo desenfreado vem favorecendo a degradação ambiental por meio da exploração predatória dos recursos naturais e da geração de resíduos. A degradação ambiental e a disposição inadequada de resíduos estão entre os determinantes mais importantes de uma série de doenças reemergentes, entre elas a dengue (Pignatti, 1996).

O privilegiamento de embalagens descartáveis, pelo processo industrial moderno, contribui para a multiplicação dos mosquitos quando estas embalagens, de plástico, alumínio, vidro ou isopor, não são adequadamente recolhidas após sua

utilização. O fantástico aumento da produção de veículos automotores contribui igualmente para a multiplicação do vetor, na medida em que aumenta o número de pneus usados dispostos inadequadamente no meio ambiente, comportando-se como recipientes prioritários para a postura de ovos pelos mosquitos (Tauil, 2002).

Esse contexto social e econômico aliado à não disponibilidade de serviços de saneamento ambiental em quantidade e qualidade adequadas, como acesso e frequência do abastecimento de água e coleta de lixo tornam-se propícios à proliferação de vetores e à transmissão da doença. (Tauil, 2002) A precariedade na oferta de abastecimento de água pode levar à adoção de práticas de estocagem em recipientes, que por sua vez podem figurar como potenciais locais de reprodução do vetor.

A localidade onde ocorre a transmissão sofre influência de fatores econômicos, culturais, sociais, históricos em constante transformação, onde a organização do espaço e as condições de vida e saúde desempenham papel relevante na transmissão das doenças. Assim, a segregação sócio-espacial no interior das cidades resulta em formas diferenciadas de receptividade e vulnerabilidade à dengue, vivenciadas pelos diferentes grupos populacionais. Estão aí envolvidos os projetos individuais e sociais da população sob risco, suas concepções sobre a doença e sobre as formas de preveni-la, sua disposição e condições concretas de adesão a campanhas e mudanças de comportamentos, fato que certamente contribui para o controle da doença. (Pignatti, 1996).

Para Chiaravalloti Neto (1997) as campanhas educativas centradas na divulgação de informações pelos meios de comunicação de massa e na divulgação dirigida a escolares e grupos da comunidade, entre outros, têm atingido grande parte da população, proporcionando conhecimento sobre a dengue, seus vetores e as medidas de controle, mas sem grandes conseqüências em termos de mudanças de comportamento que garantam a diminuição dos níveis de infestação dos vetores. As abordagens tradicionais adotadas pelos órgãos de saúde não têm produzido os efeitos esperados, devendo-se buscar novas estratégias, como as campanhas educativas baseadas na organização e conhecimentos das comunidades, interferência sobre as fontes produtoras de recipientes descartáveis e adoção de políticas públicas que privilegiem o saneamento ambiental.

Nesse contexto, a recuperação dos processos históricos responsáveis pela atual configuração sócio-espacial das regiões ou localidades estudadas constitui importante ferramenta para uma melhor compreensão dos determinantes particulares envolvidos na

disseminação, não só da dengue como de outras doenças. Tal abordagem incorporada às práticas de vigilância epidemiológica de base territorial, poderá futuramente constituir um importante instrumento para melhoria de políticas de controle da doença adaptadas à realidade local.

Geoprocessamento em saúde

Por toda a complexidade que envolve o controle do vetor, a detecção precoce e a investigação de surtos de doença febril, sem confirmação diagnóstica, em área infestada pelo *Aedes aegypti*, seguida de medidas de controle localizadas, havendo a confirmação de dengue, é a forma mais eficaz de prevenir epidemias de grandes dimensões. A utilização dos sistemas de informações geográficas pode se constituir em um poderoso recurso para o apoio às ações de prevenção e controle da dengue.

Na epidemiologia, até a década de 1980, um debate estabeleceu-se sobre a determinação social do processo saúde-doença, o qual já vinha ocorrendo na geografia desde a década de 1950. Já no final da década de 1980, iniciaram-se no campo da saúde, os estudos que utilizam os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para localização e distribuição espacial da ocorrência de doenças. A partir da década de 1990 o espaço componente clássico das análises epidemiológicas de situação de saúde é contemplado por um renovado interesse, que pode ser creditado, em grande parte, ao avanço dos recursos computacionais e das técnicas de geoprocessamento, que possibilitaram a rápida manipulação de mapas.

Para Barcellos se a doença é considerada uma manifestação do indivíduo, as condições de vida são manifestações do lugar. O geoprocessamento é a ferramenta que permite a realização das análises espaciais. É importante distinguir os conceitos de Geoprocessamento e de Sistema de Informação Geográfica (SIG), sem tratá-los como sinônimos. Geoprocessamento consiste em um sistema abrangente que reúne diversas tecnologias de tratamento, manipulação e armazenamento de dados geográficos, por meio de programas computacionais. O SIG é uma das tecnologias que compõem o arcabouço tecnológico do geoprocessamento.

Técnicas de geoprocessamento e análise espacial de dados epidemiológicos têm sido utilizadas de forma crescente em estudos na área da saúde, contribuindo para a identificação de aglomerados de casos, locais de risco, caminhos de transmissão de

doenças que facilitam a compreensão da distribuição espacial dos riscos de adoecer e morrer na comunidade.

A avaliação da distribuição espacial da doença possibilita a geração de hipóteses explicativas sobre a sua ocorrência na área geográfica, e auxilia a avaliação dos esforços para combatê-la. Algumas explicações para a distribuição desigual das doenças e, especificamente da dengue têm sido dadas a partir da avaliação dos determinantes sociais (Araújo, 2008; Costa e Natal, 1998; Teixeira e Medronho, 2008).

O SIG não cria dados, mas relaciona os mesmos utilizando um sistema de referências que descreve relações espaciais. Costa e Natal (1998) observaram desigualdade na distribuição da doença na cidade, de forma inversa aos padrões econômicos e sociais, isto é os locais mais pobres foram mais atingidos. A avaliação espacial das doenças permite traçar estratégias de prevenção, a identificação de grupos mais vulneráveis e contribuindo para o planejamento de políticas públicas e a avaliação das mesmas.

Particularmente as doenças transmitidas por vetores, como a dengue, têm sido investigadas com esta tecnologia, embora grande parte destes estudos utilize dados secundários e abordagem ecológica, isto é a ocorrência da doença e seus determinantes são analisados em áreas delimitadas, polígonos por meio de técnicas de geoprocessamento. São poucos os trabalhos que enfocam a distribuição de pontos, identificados no espaço urbano no país. Os estudos de espacialização da dengue no Brasil, especialmente aqueles que avaliam os seus vetores, subutilizam as ferramentas do geoprocessamento (Araújo, 2008). Podem se constituir em poderoso recurso para o apoio às ações de prevenção e controle da dengue, além de diagnóstico precoce de epidemias em áreas específicas da cidade, facilitando medidas oportunas e intersetoriais de controle.

Situação Epidemiológica de Campinas

Em 2007, Campinas viveu a maior epidemia de dengue de sua história, como pode ser observado nas figuras abaixo. Por se tratar do maior município de uma região metropolitana, a grande circulação de pessoas facilita a entrada do vírus e a infestação elevada pelo mosquito vetor favorece a instalação da epidemia.

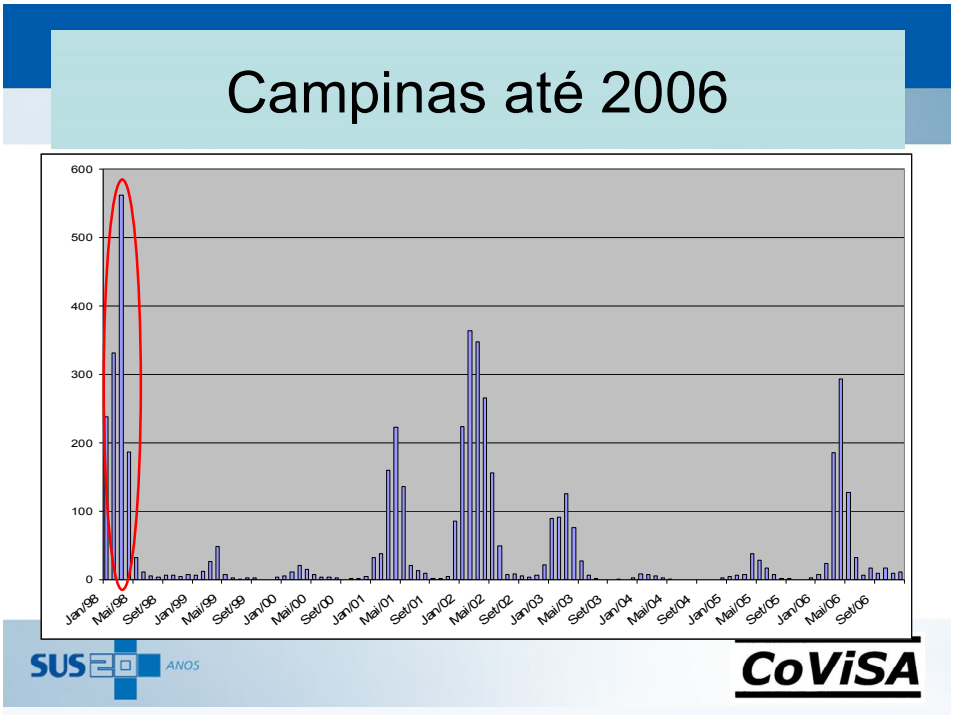


Figura 3: Casos de dengue por mês – Campinas, 1998 – 2006

Fonte: SMS/Campinas

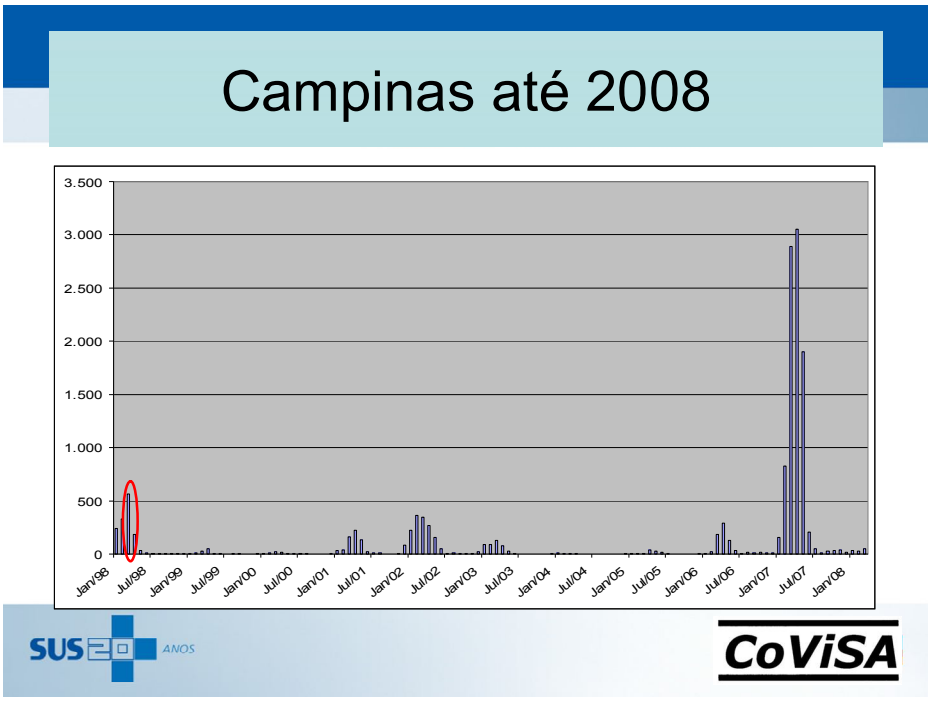


Figura 4: Casos de dengue por mês - Campinas, 1998 – 2008

Fonte: SMS/Campinas

A interferência de municípios vizinhos e de outros mais distantes pode ser claramente percebida quando são observados os números do estado de São Paulo, que em 2006 e 2007 registrou 50.021 e 92.345 casos autóctones de dengue respectivamente, conforme demonstram os dados on-line, do Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo- CVE/SES-SP (São Paulo, 2010).

Campinas registrou seus primeiros casos autóctones de dengue em 1996 em um bairro da cidade. Desde então, houve ampliação das áreas de transmissão e aumento de casos notificados. Ocorreram três grandes epidemias: 1997/98, 2001/02 e 2007, como pode ser observado nas figuras 2 e 3, sendo que no ano de 2007 a gravidade dos casos e a incidência foram maiores que as registradas anteriormente. Casos graves e casos de dengue hemorrágico foram identificados, e apesar da ocorrência de poucos óbitos relativamente ao número de casos confirmados, foi demonstrado o potencial da severidade deste agravo.

A história da dengue em Campinas mostrou que áreas com potencial de explosão do número de casos são aquelas em que a infraestrutura urbana não é adequada. Nestas áreas há pessoas sobrevivendo de coleta e venda de materiais recicláveis, que propicia exposição de potenciais criadouros às chuvas, uma vez que os resíduos são armazenados na residência do munícipe, sem as devidas adequações para proteção contra o acúmulo de água. O abastecimento irregular de água, que não garante um fluxo permanente no domicílio, gera, em algumas áreas, a necessidade da utilização de reservatórios de água improvisados, como tambores e baldes que, se não tratados adequadamente (limpeza semanal e larvicida biológico), constituem importantes produtores do mosquito vetor da doença. A coleta intermitente de lixo e o descarte clandestino de resíduos em locais impróprios são outros problemas observados.

Campinas é hoje uma cidade de população predominantemente urbana com cerca de 98% dos cidadãos vivendo na área urbana. Como pólo industrial, tecnológico e científico é uma cidade que atrai migrantes de diferentes partes do país com consequente proliferação de loteamentos e construções irregulares sem acesso a obras de saneamento ambiental. Desta forma, é uma cidade com grandes heterogeneidades com áreas muito ricas e outras que se constituem grandes bolsões de pobreza com os problemas ambientais inerentes a estes locais. Sendo a dengue um subproduto da

urbanização desordenada (Silva, 2002) e exagerada, é um grande desafio o controle desta doença num grande centro urbano como Campinas.

A velocidade da invasão de pessoas aos grandes centros urbanos não condiz com a capacidade dos municípios de propiciar condições adequadas de infraestrutura a estes locais. Desta forma, cabe aos Programas Municipais de Controle da Dengue realizarem intervenções ambientais que diminuam a infestação vetorial e desta forma minimizem a transmissão da doença.

O município de Campinas tentando dar conta desta realidade e tendo áreas com diversos problemas ambientais cuja resolução definitiva demandaria ações ambientais caras e de longo prazo adotou intervenções ambientais direcionadas aos criadouros predominantes em áreas de risco.

As epidemias em Campinas e as formas de controle

A primeira epidemia registrada em Campinas, de 1997/1998, foi restrita à região leste da cidade, no bairro São Quirino, com concentração dos casos na favela Moscou.

Na epidemia ocorrida no verão de 2001/2002, houve uma concentração de casos em um bairro denominado Campo Belo, localizado no extremo Sul do município. A característica principal deste bairro eram as precárias condições de infraestrutura com abastecimento de água sendo feito por caminhões-pipa diretamente em grandes reservatórios de latão mantidos no chão e em algumas caixas d'água mantidas no chão ou acima da casa. Nenhum destes reservatórios possuía vedação já que havia necessidade de estarem abertos para facilitar que as mangueiras dos caminhões-pipa dispusessem a água nos mesmos. Desta forma, havia necessidade de intervenção direta sobre estes criadouros. Esta área era uma invasão e desta maneira não havia concordância da Prefeitura em oferecer água canalizada para a mesma já que havia um projeto de desapropriação da área para ampliação do aeroporto de Viracopos.

Com o aumento progressivo do número de casos e consequente sobrecarga dos serviços de saúde, a Secretaria Municipal de Saúde tomou a decisão de comprar caixas d'água com tampa para entregar à população que em troca entregaria os latões em que armazenava água. Acreditava-se que desta forma haveria controle da epidemia. No entanto, a realidade mostrou que a população não aceitou entregar seus reservatórios de água tanto pelo valor monetário como sucata como pelo temor da falta d'água, já que os 1000 litros disponibilizados a cada dias pela empresa de água não eram suficientes para famílias mais numerosas em todas as suas necessidades.

Outro problema era que pelo fechar e abrir constante destas caixas, as tampas rapidamente se quebraram mantendo as mesmas como criadouros. Assim, após amplo trabalho educativo junto à população, foi adotada a medida de colocação do larvicida biológico *Bacilus thuringiensis* var israelensis em sua formulação WDG (sigla em inglês para grânulos dispersíveis em água), própria para água potável, semanalmente em todos os reservatórios existentes nesta área. Houve a responsabilização do agente comunitário de saúde por esta ação. Além disto, iniciou-se o uso de telas milimétricas em todas as caixas d'água sem tampa a fim de manter vedação adequada e impedir o acesso do mosquito aos reservatórios. A partir de então, houve sensível diminuição do número de casos com manutenção do controle nos anos subsequentes.

Hoje, com a pressão do Setor Saúde e da população local já há abastecimento pela rede pública nesta região. A região teve melhorias em infraestrutura já que não será mais desapropriada para ampliação do aeroporto. A experiência do Campo Belo passou a ser adotada em regiões semelhantes no restante do município com bastante sucesso.

Outra frente de trabalho adotada pela SMS a partir desta epidemia foi a telagem de caixas d'água. O controle deste criadouro mostrou sua grande importância na manutenção de altos índices vetoriais em todo o município. Isto fez com que fosse adotado o trabalho com escadas para todos os ajudantes de controle ambiental que possuem trabalho rotineiro de telagem de caixas d'água, inclusive em áreas urbanizadas em que as mesmas ficam nos forros das casas.

O hábito de consumo da nossa sociedade atual contribui para o acesso aumentado a recursos descartáveis por parte de população, que vê nas embalagens descartadas fontes de renda e armazenam estes materiais na própria residência, gerando inúmeros criadouros que aumentam o poder de proliferação e infestação do *Aedes aegypti*. Este problema ambiental tem se mostrado cada vez mais relevante principalmente em bairros carentes. A natureza desta atividade informal hoje se constitui um grande problema social para os municípios.

A característica deste trabalho é recolher o material nas áreas mais centrais da cidade e armazenar os mesmos nos quintais de suas casas sem qualquer cuidado no armazenamento. Entre tais materiais há criadouros e sua eliminação é muito difícil, pois em arrastões realizados pelas equipes de saúde, não há permissão para retirada destes materiais pelos moradores já que se constituem no meio de subsistência das famílias.

Com a constatação da necessidade de organizar este material de forma a deixar de se constituir em criadouro para o mosquito da dengue, iniciou-se o uso de *bags* que

são grandes sacos de ráfia que amarrados permitem melhorar o armazenamento e segregação destes materiais, uma vez que os mantêm protegidos da chuva. Este trabalho gerou um projeto para todo o município de cadastramento de catadores de áreas de risco e palestras para os mesmos mostrando os riscos a que estavam expostos. Através das informações e orientações disponibilizadas pelas equipes de saúde aos catadores foi observada a melhoria na organização da coleta, armazenamento e segregação dos recicláveis, com a consequente redução de criadouros do *Aedes aegypti*.

O estudo de Ferreira (2004) demonstrou que a presença de criadouros (borracharias, cemitérios, ferros-velho, terreno baldio e caixas d'água descobertas) foi um fator de risco para a doença. A dissertação de Medronho (1993) identificou risco de ocorrência de dengue nas regiões onde havia maior percentual de população favelada, maior densidade demográfica, menor cobertura de água encanada, de instalação sanitária própria e de iluminação elétrica.

Bairros com indicadores entomológicos baixos podem apresentar dentro de suas extensões territoriais, pequenos conglomerados urbanos com alta produtividade de formas imaturas, em função da grande concentração da oferta de criadouros potenciais nestes, produzindo formas adultas capazes de dispersão por áreas maiores ou de transmitir a doença à população desses bairros (Lagrotta, 2006).

A relação entre a oferta de serviços de saneamento, em particular de abastecimento de água, tem sido identificada como fator de favorecimento da ocorrência da dengue e da febre amarela urbana, desde a época das Brigadas Sanitárias de combate ao *Aedes aegypti* no período de 1903 a 1938 (Lagrotta, 2006).

O que se observou em Campinas a partir da década de 1990 pode ser observado nos países da América Latina a partir da década de 1950. O aumento do número de epidemias de dengue e da gravidade dos casos está intimamente ligado ao aumento da proliferação e disseminação do mosquito *Aedes aegypti*. Os países em desenvolvimento passaram por um explosivo crescimento demográfico que foi acompanhado por intenso fluxo migratório rural-urbano, produzindo rapidamente centros urbanos que não conseguiam se dotar da infraestrutura necessária para acompanhar as necessidades da população que se estabelecia. O armazenamento de água em reservatórios provisórios e precários se constitui em criadouros preferenciais para o inseto vetor. Associada a esta situação, o sistema produtivo industrial e o modo de consumo contemporâneo produzem uma infinidade de recipientes descartáveis, entre plásticos, latas, pneus que, quando

descartados ou armazenados de maneira inadequada, contribuem para a proliferação do mosquito transmissor da dengue (Tauil, 2002).

Em 2007, com a epidemia em curso em Campinas, as ações de controle eram desencadeadas com esforços conjuntos da Secretaria Municipal de Saúde (SMS) e da Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN). À época, a SMS contava com uma equipe de cerca de 60 pessoas trabalhando no controle da dengue. O Centro de Controle de Zoonoses cumpria calendário de visitas mensais os pontos de alto risco. O rápido espalhamento da epidemia por todo o município e a necessidade de se trabalhar em diferentes frentes com uma equipe reduzida mostrou a importância de se investir em recursos para fortalecer o Programa de Controle da Dengue no município.

As ações de controle desencadeadas frente aos primeiros casos se constituíam basicamente de controle mecânico (remoção e inviabilização de criadouros), busca ativa de novos doentes e orientação à população. Nas áreas com abastecimento de água precário, onde a população tem o hábito de armazenar água em tambores, era feito o controle biológico com regularidade usando-se o larvicida biológico Bti (*Bacillus thurigiensis* variedade israelensis). Com a intensificação da transmissão e expansão das áreas, as ações de comunicação e educação foram reforçadas. Houve certa demora pela decisão de lançar mão de controle químico, como preconizado pelo Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Quando esta decisão foi tomada (tardiamente), os recursos próprios da SMS eram insuficientes para a extensão já alcançada pela epidemia e foi necessário contratar serviço terceirizado, o que atrasou ainda mais a ação de controle químico.

OBJETIVOS

Geral

Estudar a distribuição espacial do risco de dengue no espaço urbano de Campinas no ano de 2007.

Específicos

1. Estudar a distribuição espacial dos casos de dengue confirmados por critério laboratorial e clínico-epidemiológico na epidemia de 2007.

2. Avaliar indicador de proximidade dos casos de dengue e do risco da doença a locais considerados como pontos de risco pelo Programa Municipal de Controle da doença.

3. Analisar o risco de dengue no município controlado pelo indicador de proximidade a pontos de risco.

4. Apresentar as incidências de dengue por Unidade de Saúde de residência do doente.

MÉTODO

Este é um estudo caso-controle espacial sobre a distribuição da totalidade dos casos de dengue (N = 25.657) notificados pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica em moradores do município de Campinas, SP, com primeiros sintomas entre 01 e 31 de janeiro de 2007. Foram analisados os casos confirmados por critério laboratorial e clínico-epidemilógico (N = 11.519).

Local do Estudo

O estudo foi realizado no município de Campinas, localizado na região sudoeste do Estado de São Paulo, distante cerca de 100 km da Capital, numa extensão territorial de 796,4 km^2. Segundo o Censo do IBGE, possuía 969.396 habitantes no ano de 2000, sendo 98,3% residente na área urbana da cidade. Projeções da Secretaria Municipal de Saúde apontam para o ano de 2007, 1.073.020 habitantes.

Campinas é sede de região metropolitana composta de outros 19 municípios. Considerada importante centro industrial, tecnológico e científico, concentra centros de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, além de universidades. É uma cidade que atrai migrantes de diferentes partes do país com consequente proliferação de loteamentos e construções irregulares sem acesso a obras de saneamento ambiental e sem infraestrutura adequada. Desta forma, é uma cidade com grande heterogeneidade, com áreas muito ricas e outras que se constituem bolsões de pobreza com os problemas ambientais inerentes a estes locais. Sendo o dengue um subproduto da urbanização desordenada e exagerada, o seu controle é um grande desafio em um centro urbano como Campinas.

O município é cortado por rodovias de importância estadual, como a rodovia Anhanguera, rodovia dos Bandeirantes, a rodovia Dom Pedro I e a rodovia Santos Dumond, que promove acesso ao Aeroporto de Viracopos, também situado neste município.

O Sistema de Saúde em Campinas

O Sistema Único de Saúde de Campinas consiste num conjunto de responsabilidades com a saúde, uma complexa rede de serviços de saúde e instâncias de gestão e controle social. Surgiu com a Constituição de 1988 e é regulamentado pela Lei 8080/90 e outras, que definem princípios e diretrizes que devem norteá-lo e recursos para sua viabilização. Essas leis federais se desdobram e replicam no nível municipal.

O município de Campinas é gestor pleno do sistema de saúde, modalidade de gestão em que todas as decisões quanto ao gerenciamento de recursos e serviços, próprios, conveniados e contratados se dão no âmbito do Município.

A complexidade do sistema de saúde em Campinas levou à distritalização, que é o processo progressivo de descentralização do planejamento e gestão da saúde para áreas com cerca de 200.000 habitantes, que iniciou-se com a atenção básica, sendo seguido pelos serviços secundários próprios e posteriormente pelos serviços conveniados/contratados. Esse processo exigiu envolvimento e qualificação progressivos das equipes distritais e representou grande passo na consolidação da gestão plena do sistema no município (Kemp, 2005).

A rede de serviços próprios está composta de 61 Centros de Saúde, 3 Policlínicas, 18 Centros de Referência, 4 Pronto-Atendimentos, 1 Serviço de Atendimento Médico de Urgência, 1 Laboratório de Patologia Clínica, 1 Serviço de Atendimento Domiciliar. Conta também com dois Hospitais Municipais e dois Universitários, além de 27 hospitais da rede privada, conveniada e contratada.

Em razão da complexidade do Sistema de Saúde, desde 1993, o município está dividido em Distritos de Saúde, atualmente cinco: Norte, Sul, Leste, Sudoeste e Noroeste. Cada Distrito de Saúde, responsável por uma área de abrangência, conta com um Coordenador Distrital, uma equipe de "apoiadores institucionais" com a função de apoiar as equipes locais e os seguimentos dos usuários na mudança do modelo e do processo de trabalho e com uma equipe de Vigilância à Saúde (VISA).

Os Coordenadores Distritais, juntamente com outros coordenadores e Diretores dos Departamentos da Secretaria compõem o Colegiado Gestor da Secretaria.

Cada Centro de Saúde é responsável por uma área de abrangência, determinada por limites geográficos e pelo acesso da população. Estas unidades possuem território e população bem definidos. Gerenciam informações dos nascimentos, óbitos, doenças de notificação compulsória, perfil de atendimento ambulatorial. Constroem mapas de

recursos, barreiras. A partir dessas informações e de protocolos assistenciais pactuados no SUS Campinas planejam e programam ações de saúde, contando com suporte e retaguarda de equipes técnicas distritais e centrais da Secretaria Municipal de Saúde.

As equipes de controle ambiental estão inseridas nas Vigilâncias em Saúde (VISAs) distritais e são compostas por coordenador de programa, supervisor-geral, supervisores de campo e ajudantes de controle ambiental.

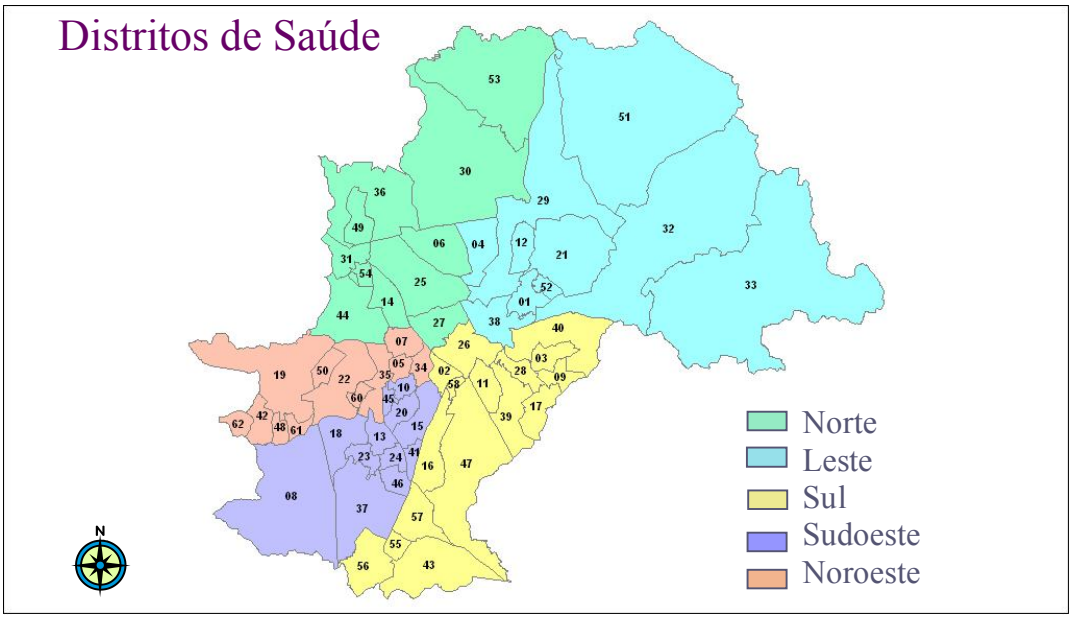


Figura 5: Mapa das Unidades de Saúde, Campinas, 2007.

Fonte: SMS/Campinas

Tabela 1: Centros de Saúde por Distrito

Norte	Leste	Sul	Sudoeste	Noroeste
6 - Santa Mônica	1 - Conceição	2 - Vila Rica	8 - União dos Bairros	5 - Perseu
14 - Boa Vista	4 - Costa e Silva	3 - Orosimbo Maia (Ernesto Sierra)	10 - Santa Lúcia	7 - Integração
25 - Eulina	12 - São Quirino	9 - Esmeraldina	13 - Aeroporto	19 - Valença
27 - Aurélia	21 - 31 de março	11 - Figueira	15 - Campos Elíseos (Tancredão)	22 - Florence
30 - Barão Geraldo	29 - Taquaral	16 - São José	18 - Vista Alegre	34 - Pedro Aquino (Balão)
31 - Anchieta	32 - Sousas	17 - São Vicente	20 - Capivari	35 - Ipaussurama
36 - São Marcos	33 - Joaquim Egídio	26 - Faria Lima	23 - Dic I	42 - Floresta
44 - Sta. Bárbara	38 - Centro	28 - Santa Odila	24 - Dic III	48 - Itajaí
49 - Cássio Raposo do Amaral	51 - Carlos Gomes	39 - Vila Ipê	37 - São Cristóvão	50 - Rossin
53 - Village	52 - Boa Esperança	40 - Paranapanema	41 - Itatinga	60 - Satélite Iris
54 - Rosália		43 - São Domingos	45 - V. União / CAIC	61 - Lisa
		47 - Carvalho de Moura	46 - Santo Antônio	62 - Campina Grande
		55 - Campo Belo		
		56 - Fernanda		
		57 - Nova América		
		58 - Oziel		

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Campinas

Casos e Variáveis de estudo

Os casos de dengue incluídos neste estudo foram confirmados por critério laboratorial ou clínico-epidemilógico, notificados pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica e serem moradores no município, de todas as faixas etárias.

Dos 11.519 casos confirmados, 7.069 **(61,4%)** tiveram critério laboratorial, 4.432 **(38,5)** critério clínico-epidemiológico e 18 **(0,1%)** não apresentavam critério definido. Foram descartados 14.138 casos presentes no banco original, porém provenientes de outros municípios, não confirmados ou duplicados no banco, 5.366 por critério laboratorial, 4.897 por critério clínico-epidemiológico e 3.875 em branco

As variáveis que foram coletadas das fichas de notificação epidemiológica do Sistema de Informações de Agravos de Notificação - SINAN e incluídas na análise espacial foram: endereço, idade e sexo. Os endereços dos pontos de alto risco para reprodução dos vetores (N = 507) foram disponibilizados na base de dados Sistema de

Informação *Aedes aegypti* (SISAED) do Centro de Controle de Zoonoses da Secretaria Municipal de Campinas.

Para analisar a distribuição etária e por sexo dos casos entre maiores e menores de 14 anos e compará-la com a distribuição da população geral foi realizado o teste de Fisher. Estes cálculos foram feitos no software R.

Controles

Os controles foram obtidos por meio de sorteio aleatório em planilha eletrônica utilizando-se de simulação da população por setor censitário. Sendo conhecido o número de habitantes por setor censitário pelo censo IBGE 2000, foi construída uma planilha com as informações do número de habitantes em cada setor censitário e estes foram associadas à base municipal de ruas. Desta maneira, cada segmento de rua se encontra associado a um setor, o que permite ter conhecimento sobre dados populacionais. Os controles foram sorteados sobre o arruamento municipal, de maneira proporcional à distribuição da população segundo os dados censitários.

Pontos de Risco

Pontos de risco, também conhecidos por pontos estratégicos, são locais vulneráveis à proliferação do vetor, devido ao acúmulo de materiais que servem de criadouros, como borracharias, ferros-velhos, rodoviárias, ferroviárias, logradouros públicos, cemitérios, locais com fins de lazer ou religiosos, piscinas de uso público, dentre outros. Tais pontos são cadastrados pelas equipes de controle da dengue (Agentes Comunitários de Saúde, Ajudantes e/ou Supervisores de Controle Ambiental) em formulário padronizado pela SUCEN (Superintendência de Controle de Endemias) e alimentam o sistema SISAED. São classificados em baixo, médio e alto risco conforme a pontuação atingida pelos itens avaliados pelo formulário. Em Campinas, todos os pontos de alto risco são trabalhados quinzenalmente pelo Centro de Controle de Zoonoses.

Todos os pontos de alto risco foram geocodificados utilizando-se o ArcMap com 100% de sucesso na localização dos mesmos. A partir da geolocalização foi gerada uma tabela com as coordenadas geográficas de cada ponto.

Para todos os casos confirmados e controles do banco de dados foi criado um *índice de proximidade aos pontos de risco* (IPPR). Para cálculo deste índice utilizou-se a seguinte fórmula:

$$IPPR_i = \sum_{j=1:507} \{ \log [dist(P_i, PR_j)] \}^{-1}$$

Onde P é o vetor de coordenadas dos casos e controles e PR é o vetor de coordenadas dos pontos de risco.

Geoprocessamento dos casos

Para a localização geográfica dos casos foi utilizada a base cartográfica digitalizada do município de Campinas confeccionada pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento de Campinas, SP em 2000, com o *software* Auto-Cad**.** Esta base é atualizada periodicamente pela Secretaria Municipal de Planejamento e Secretaria Municipal de Saúde, sendo a última atualização realizada em 2006. Por meio do *software* MAP-INFO foram incluídos novos bairros, locais de invasão, instalações urbanas e conjuntos habitacionais, além de atualização de dados de interesse da área da saúde. Para a elaboração desta base cartográfica foram utilizados os seguintes parâmetros: Elipsóide Internacional de *Hayford*, Projeção Universal Transversa de *Mercator, Datum* Horizontal: Córrego Alegre (MG), *Datum* Vertical Marégrafo de Imbituba (SC) e Meridiano Central 45º W.

A localização dos casos e dos pontos de alto risco na base cartográfica foi feita por meio dos endereços de moradia pelo método de geocodificação do *software* ArcMap 9.2, após correção e padronização dos dados à base de arruamento do município. Primeiro foi feito um acerto automatizado dos endereços em planilha eletrônica (MS-EXCEL) para padronização de tipos de logradouro, títulos e posicionamento correto do número do imóvel em relação ao logradouro. Em seguida foi realizado acerto manual dos nomes dos logradouros conforme a base cartográfica de ruas do município. Esta etapa foi bastante trabalhosa uma vez que a comparação se deu linha a linha entre a base do SINAN e a base municipal de endereços e os acertos foram feitos para que o geoprocessamento fosse possível com um mínimo de perdas. A geocodificação dos endereços foi feita no *software* ArcGis – módulo Arc Map – e foram obtidos as seguintes *status* de endereços:

- M (matching, encontrados)
- T (tied, empatados)
- U (unmatching, não localizados)

Algumas ruas localizadas eram numéricas (ex. Rua Um, Rua Quatro, etc), portanto não era possível considerar que haviam sido localizadas adequadamente pela grande quantidade de repetições desses nomes em diferentes áreas da cidade. Os casos em ruas numéricas que tinham o bairro informado, juntamente com os endereços não localizados no ArcGis, foram para uma próxima etapa de localização manual utilizando-se o *software* Google Earth. Se encontrados, os endereços recebiam uma chave de identificação para que fosse feita a ligação entre os dados do SINAN e as coordenadas geográficas do Google Earth. Nesta etapa foi obtido um outro *status* de endereço, o *status googled*:

- 0 - não localizados
- 1 - localizados

Ao final de todas as tentativas de localização todos os endereços foram classificados como:

- 0 - localizados pelo processo de geocoding (M e T do ArcGis, exceto ruas numéricas)
- 1 - localizados no Google Earth
- 3 - endereços de outro município que estavam como município de residência = Campinas
- 4 - ruas numéricas
- 9 - não localizados (sem endereço, ruas numéricas sem bairro, não encontrados nem na base cartográfica nem no Google Earth)

A tabela a seguir resume as duas etapas de localização descritas:

Tabela 2: Status de localização dos logradouros

Status	*Googled*	*Rua numérica ?*	Quantidade
U	1	-	2.331
T	1	-	887
T	0	Não	1.635
M	1	Sim	139
M	0	Não	14.793
	Total de pontos localizados		19.785

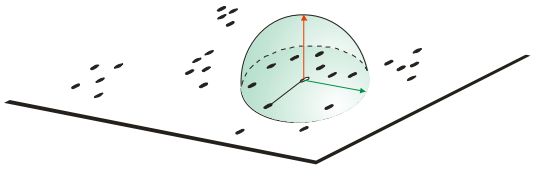
Uma vez geocodificados, os casos localizados na base tiveram as suas coordenadas geográficas anexadas em UTM SAD69.

As ruas numéricas merecem um comentário especial: a princípio elas não foram consideradas localizadas, mesmo que o ArcMap as tivesse considerado, isto porque há muita repetição do nome destas ruas em diferentes bairros do município. Procedeu-se a busca de todas, portanto, no Google Earth. Foram encontradas 1.266 logradouros que continham o bairro nas informações. Os logradouros que não tinham a informação do bairro foram considerados não localizados (perdas, N = 2.983).

Estimador de intensidade

Para analisar o padrão de distribuição de casos e pontos de risco no mapa da cidade foi utilizado o estimador de intensidade Kernel:

$$\hat{\lambda}_{\tau}(s) = \sum_{h_j<\tau} \frac{3}{\pi\tau^2}\left(1-\frac{h_j^2}{\tau^2}\right)^2$$



Modelo de Risco Espacial

Para a análise do risco de dengue na área urbana de Campinas, ajustou-se modelo aditivo generalizado, semi-paramétrico onde o espaço foi a variável de interesse na análise (Stephan, 2008).

Para a área urbana de Campinas, seja a função risco relativo de contrair dengue, uma função bivariada descrita da seguinte forma, conforme definido por Bithell (1990):

$$\theta(x) = \psi(x) / \pi(x) \qquad (1)$$

onde x é um vetor de coordenadas geográficas em Campinas, $\psi(x)$ é a função densidade de probabilidade de localização espacial dos casos confirmados de dengue e $\pi(x)$ é a função densidade de probabilidade de localização espacial da população fonte da ocorrência.

O risco relativo assim definido em uma dada localização x no espaço urbano de Campinas representa o risco de ter dengue em x**,** relativo ao risco médio de ter dengue na área urbana de Campinas.

O modelo aditivo generalizado permite incorporar covariáveis não espaciais ao modelo espacial não paramétrico (Hastie e Tibshirani, 1990):

$$\rho\,(x,u)=\text{logit}[p(x,u)]+c=\alpha+\beta(u)+g(x) \qquad (2)$$

onde $u = (u_1, u_2, ..., u_n)$ são as covariáveis não espaciais de casos e controles de interesse neste estudo, $\beta = (\beta_1, \beta_2, ..., \beta_n)$ são seus efeitos e g é uma função suave qualquer. Na equação acima, o log-risco passa a ser modelado como dependente de um componente não espacial resultante do efeito linear de covariáveis individuais β_u somado a um componente espacial não linear g(x). Se o risco for invariante no espaço, g(x) = constante e o modelo reduz-se a uma regressão logística trivial (Hosmer et al, 2000). A estimação de β e g(x) baseia-se em algoritmos iterativos usuais de modelos aditivos generalizados (Hastie e Tibshirani, 1990).

Desse modo, a distribuição espacial do logaritmo do risco relativo espacial de contrair dengue em Campinas será aqui abordada conforme o modelo semiparamétrico abaixo:

$$\rho(x,u) = \alpha + g(x) + \beta\ \text{IPPR} + \varepsilon \qquad (3)$$

onde x são as coordenadas geográficas x e y mapeadas sobre a área urbana de Campinas, g é uma função suave não linear (parte não paramétrica do modelo), IPPR é covariável não espacial e β representa seu efeito linear (parte paramétrica do modelo).

A função g pode ser estimada de várias maneiras dentro do modelo aditivo generalizado (Hastie e Tibshirani, 1990), (Ruppert et al., 2003). Optou-se por utilizar no ajuste a função Kernel.

A significância das estimativas do componente paramétrico do modelo foi verificada a partir das estatísticas *t* obtidas no ajuste do modelo GAM em função da

razão entre as estimativas obtidas e seus respectivos desvios padrão. Para testar a significância da variação espacial do risco obtido no modelo foi criada, por simulação, conforme sugerido por Kelsall e Diggle, uma distribuição de referência para a hipótese de não variação espacial do risco de dengue (hipótese nula), sendo então comparada com esta distribuição a estimativa obtida no ajuste do modelo múltiplo.

Os modelos de risco foram calculados no software estatístico R, utilizando-se o pacote EPIGAM desenvolvido no epiGeo - Laboratório de Análise Espacial de Dados Epidemiológicos do Departamento de Medicina Preventiva e Social da FCM/UNICAMP.

Para analisar a distribuição do risco dos casos de dengue no mapa do município foram elaborados mapas no software R com a utilização de 10.000 controles simulados espacialmente segundo distribuição do censo IBGE 2000 projetado sobre o arruamento da base cartográfica digital de Campinas. Primeiramente foi elaborado o modelo do risco espacial baseado na distribuição dos casos confirmados, considerando apenas a variáveis espaciais (coordenadas geográficas). Em seguida foi elaborado o modelo do risco espacial de distribuição dos casos controlado pela distância de cada caso aos pontos de alto risco (IPPR) - modelo semi-paramétrico.

Foram elaborados também mapas mensais (divisão por quadrissemanas) da distribuição espacial do risco de dengue em 2007, permitindo visualizar a evolução da epidemia e seu caminho traçado no município ao longo do ano. Os mapas foram gerados no programa R e para cálculo do risco foram considerados 3000 controles aleatórios.

Incidências

Foram calculadas as taxas de incidências por Unidade de Saúde de referência para a residência do doente para se identificar as regiões de entrada, ascensão da epidemia e esgotamento dos susceptíveis, na epidemia de 2007. A fonte de informação foi o TABNET, com os dados populacionais do IBGE estimados para o ano de 2007.

RESULTADOS

No ano de 2007 foram investigados 19785 casos suspeitos de dengue entre a população residente em Campinas. Destes, 9018 (45,6%) casos foram confirmados por critério laboratorial ou clínico-epidemiológico, e 10767 (54,4%) foram descartados, seja por critério laboratorial ou clínico-epidemiológico.

Quanto à gravidade dos casos, a classificação foi a seguinte: 8937 casos de dengue clássico (DC), 71 casos de dengue com complicações (DCC) e 11 casos de febre hemorrágica do dengue (FHD). Houve um óbito por DCC.

A média de idade observada entre os casos foi de 32 anos (mínimo 0, máximo 94 anos).

Para avaliar se esta distribuição era a esperada na população, comparamos as proporções entre os casos e a população total no ano de 2007 e observamos que havia diferenças entre as mesmas como pode ser observado nas tabelas abaixo:

Tabela 3: Comparativo entre a distribuição por sexo e faixa etária na população em geral e nos casos

	População		Casos	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
Até 14 anos	12,6%	12,2%	8,2%	7,7%
Mais de 14 anos	36,4%	38,9%	39,3%	44,8%

Fonte: TABNET Campinas

A comparação estatística entre as proporções observadas foi feita no R, utlizando-se o teste de Fisher e apontou o seguinte:

Tabela 4: Odds ratio do sexo feminino por faixa etária

	Homens	Mulheres	
		OR	IC (95%)
Até 14 anos	1	0,960	0,864-1,067
Mais de 14 anos	1	1,065	1,018-1,115

Tabela 5: Odds ratio da faixa etária até 14 anos por sexo

	Até 14 anos		Mais de 14 anos
	OR	IC (95%)	
Homens	0,604	0,558-0655	1
Mulheres	0,545	0,501-0,591	1

Tabela 6: Odds ratio da faixa etária até 14 anos na população

	OR	IC (95%)
Até 14 anos	0,573	0,541-0,607
Mais de 14 anos	1	-

Tabela 7: Odds ratio por sexo na população

	OR	IC (95%)
Homens	1	-
Mulheres	1,058	1,014-1,102

As taxas de incidência de dengue por 100 mil habitantes por unidade de saúde de residência são apresentadas nas tabelas a seguir. A tabela 8 mostra as taxas referentes às unidades agrupadas por distrito e a tabela 9, as taxas em ordem decrescente por área de cobertura das Unidades Básicas de Saúde:

Tabela 8: Taxa de Incidência de dengue (número de casos por 100.000 habitantes) por área de cobertura das Unidades Básicas de Saúde, residência dos casos de dengue, por Distrito, Campinas, 2007.

Distrito	CS	Incidência
Norte	6 - Santa Mônica	2425
	14 - Boa Vista	1264
	25 – Eulina	1026
	27 – Aurélia	774
	30 - Barão Geraldo	1791

	31 – Anchieta	2979
	36 - São Marcos	1454
	44 - Sta. Bárbara	553
	49 - Cássio Raposo do Amaral	2036
	Total distrito	**1589**
	1 – Conceição	582
	4 - Costa e Silva	815
	12 - São Quirino	1189
	21 - 31 de março	589
Leste	29 – Taquaral	628
	32 – Sousas	1197
	33 - Joaquim Egídio	245
	38 – Centro	589
	Total distrito	**729**
	2 - Vila Rica	865
	3 - Orosimbo Maia (Ernesto Sierra)	790
	9 – Esmeraldina	921
	11 – Figueira	939
	16 - São José	953
	17 - São Vicente	597
Sul	26 - Faria Lima	637
	28 - Santa Odila	1080
	39 - Vila Ipê	691
	40 – Paranapanema	649
	43 - São Domingos	955
	47 - Carvalho de Moura	2907
	Total distrito	**999**
Sudoeste	8 - União dos Bairros	142
	10 - Santa Lúcia	1437
	13 – Aeroporto	1251
	15 - Campos Elíseos (Tancredão)	646
	18 - Vista Alegre	425
	20 – Capivari	2843

	23 - Dic I	434
	24 - Dic III	1296
	37 - São Cristóvão	470
	41 – Itatinga	4859
	45 - V. União / CAIC	297
	46 - Santo Antônio	2909
	Total distrito	**1182**
Noroeste	5 – Perseu	3393
	7 – Integração	506
	19 – Valença	405
	22 – Florence	937
	34 - Pedro Aquino (Balão)	2524
	35 – Ipaussurama	1346
	42 – Floresta	602
	48 – Itajaí	375
	Total distrito	**1261**

Tabela 9: Taxa de incidência de dengue por 100 mil habitantes

CS	INCID
CS Itatinga	4859
CS Perseu	3393
CS Anchieta	2979
CS S Antonio	2909
CS C Moura	2907
CS Capivari	2843
CS P Aquino	2524
CS S Monica	2425
CS C Raposo Amaral	2036
CS B Geraldo	1791
CS S Marcos	1454
CS S Lucia	1437
CS Ipaussurama	1346
CS DIC III	1296
CS B Vista	1264
CS Aeroporto	1251
CS Sousas	1197
CS S Quirino	1189
CS S Odila	1080
CS Eulina	1026
CS S Domingos	955
CS S Jose	953
CS Figueira	939
CS Florence	937
CS Esmeraldina	921
CS V Rica	865
CS C Silva	815
CS O Maia	790
CS Aurelia	774
CS Ipe	691
CS Paranapanema	649
CS T Neves	646
CS F Lima	637
CS Taquaral	628
CS Floresta	602
CS S Vicente	597
CS Centro	589
CS 31 de Marco	589
CS Conceicao	582
CS S Barbara	553
CS Integracao	506
CS S Cristovao	470
CS Dic I	434
CS V Alegre	425
CS Valenca	405
CS Itajai	375
CS V Uniao/CAIC	297
CS J Egideo	245
CS U Bairros	142
Campinas	**1074**

Foram elaborados mapa anual (figura 6) e mapas mensais da distribuição espacial dos casos de dengue em 2007 (figura 7), permitindo visualizar a distribuição espacial e temporal da transmissão epidêmica.

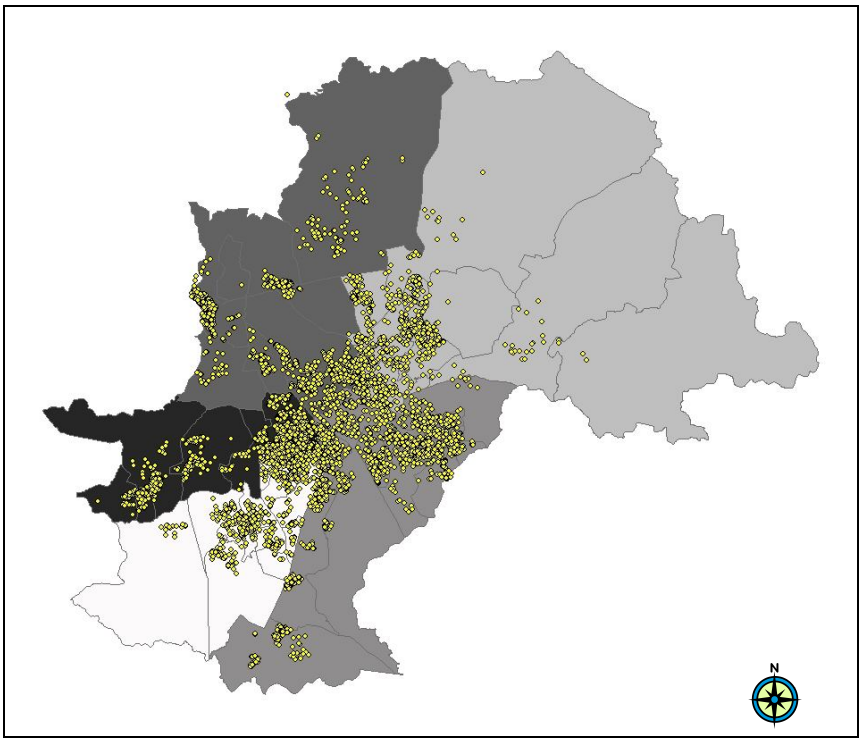


Figura 6: Distribuição espacial dos casos confirmados de dengue no município de Campinas, SP 2007.

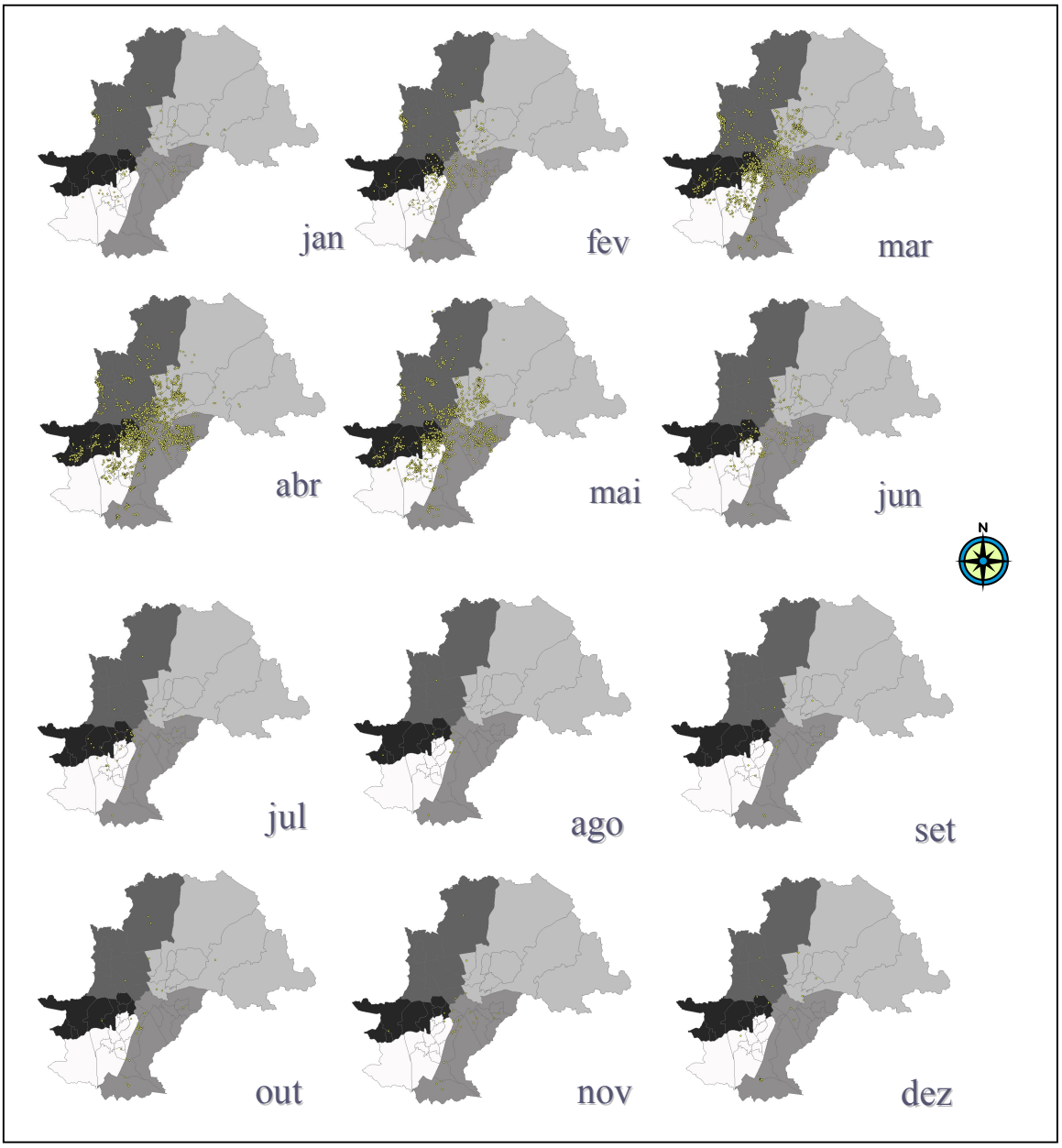


Figura 7: Distribuição espacial dos casos confirmados de dengue por mês de início dos sintomas em Campinas, SP, 2007.

Por meio do estimador Kernel foram obtidos mapas com estimativas de concentração de casos confirmados, possibilitando a identificação de regiões com maior transmissão.

Foram elaborados também mapas da distribuição espacial dos pontos de alto risco para a reprodução de vetores, disponibilizando para o sistema de vigilância

epidemiológica do município informações que contribuam para o controle da doença (figura 8).

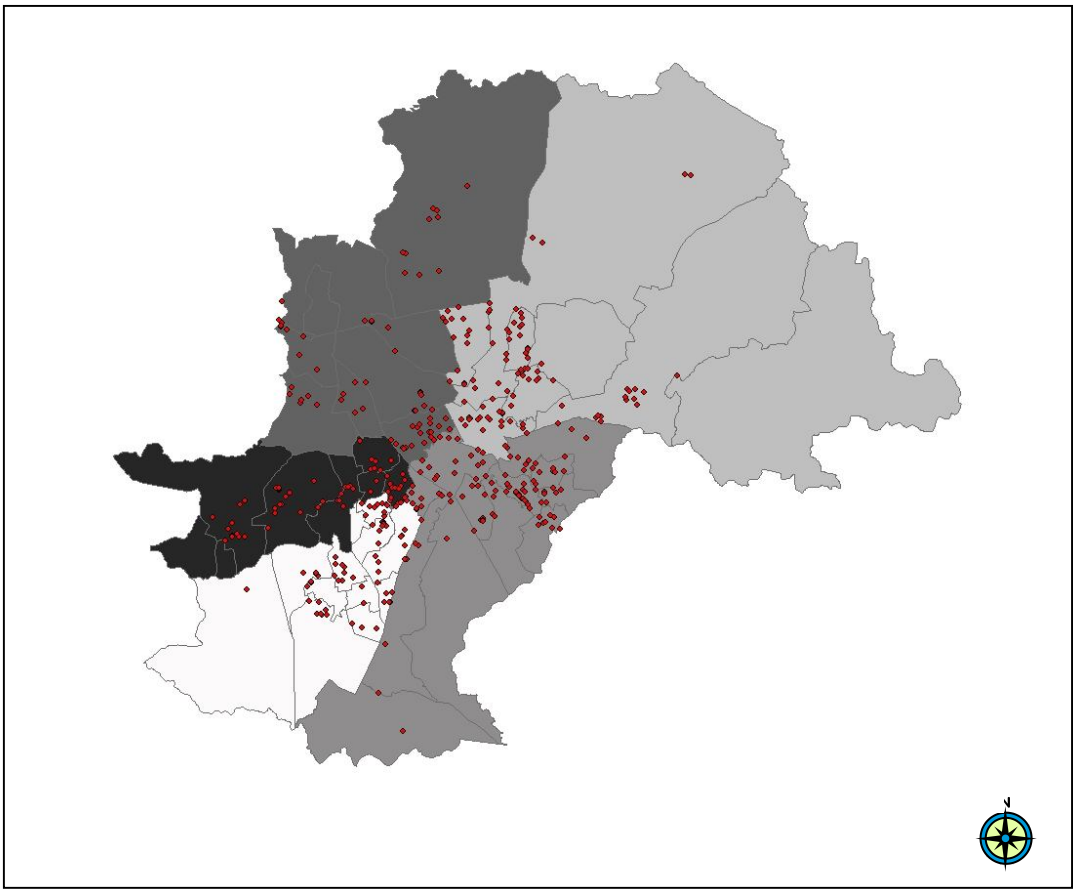


Figura 8: Distribuição espacial dos pontos de risco de reprodução de vetores em Campinas, SP, 2007

Os mapas mostram distribuição em toda a malha urbana do município com maior concentração de casos na região Norte e Sudoeste, evidenciada pelos mapas dos estimadores Kernel (figura 9 e 10).

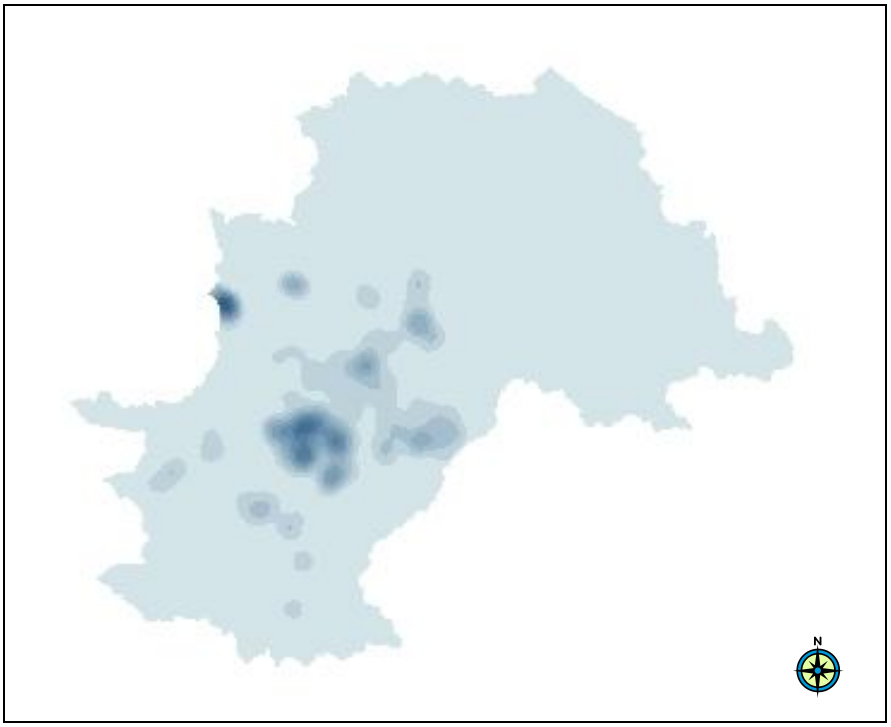


Figura 9: Distribuição das estimativas kernel dos casos de dengue confirmados em Campinas, SP, 2007.

Para cada mês foram elaborados mapas com os casos de dengue georreferenciados e mapas com as estimativas de densidade de Kernel, calculando a intensidade dos casos (figuras 7 e 10).

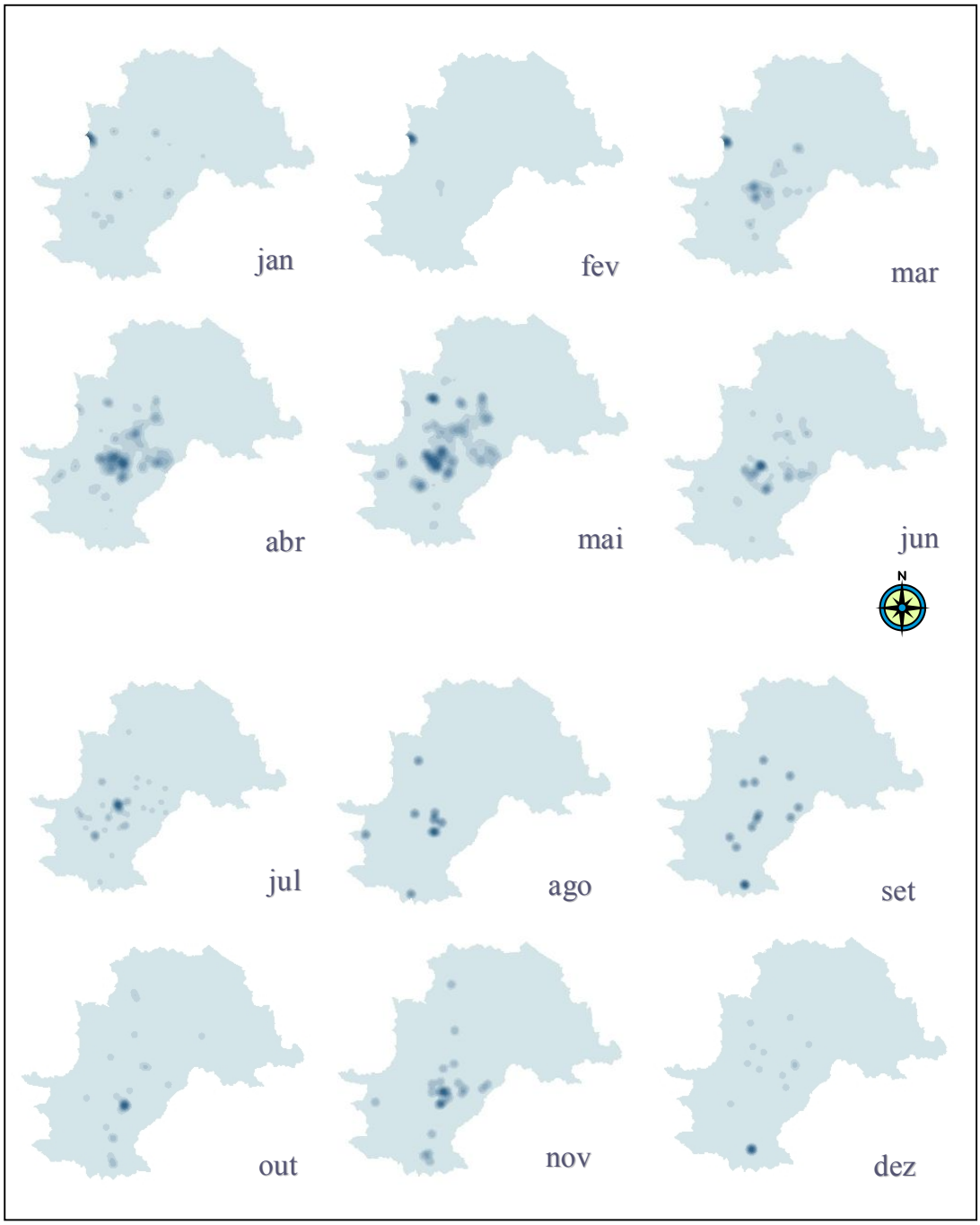


Figura 10: Estimativas de Kernel dos casos de dengue confirmados por mês de início dos sintomas em Campinas, SP, 2007.

Nota-se em janeiro, o início da transmissão na região Norte na área de cobertura do Centro de Saúde Anchieta, divisa com os municípios de Hortolândia e Sumaré. A partir de março a incidência da doença se intensificou nas regiões Sul e após, a Sudoeste, atingindo o pico da epidemia em abril e maio, quando já se nota o acometimento de todas as regiões da cidade. Neste período a transmissão na região do centro de Saúde Anchieta, porta de entrada do dengue no município diminuiu expressivamente.

Desde o final do ano de 2006 era observada a transmissão nas áreas de abrangência dos Centros de Saúde São Marcos, Anchieta (região Norte) e Carvalho de Moura (região Sul), neste último, os casos eram restritos a uma ocupação com sérios problemas de infraestrutura: a Gleba B.

Modelo espacial de risco

Os mapas das figuras 11 a 23 mostram o risco de dengue no município de Campinas, durante o ano de 2007.

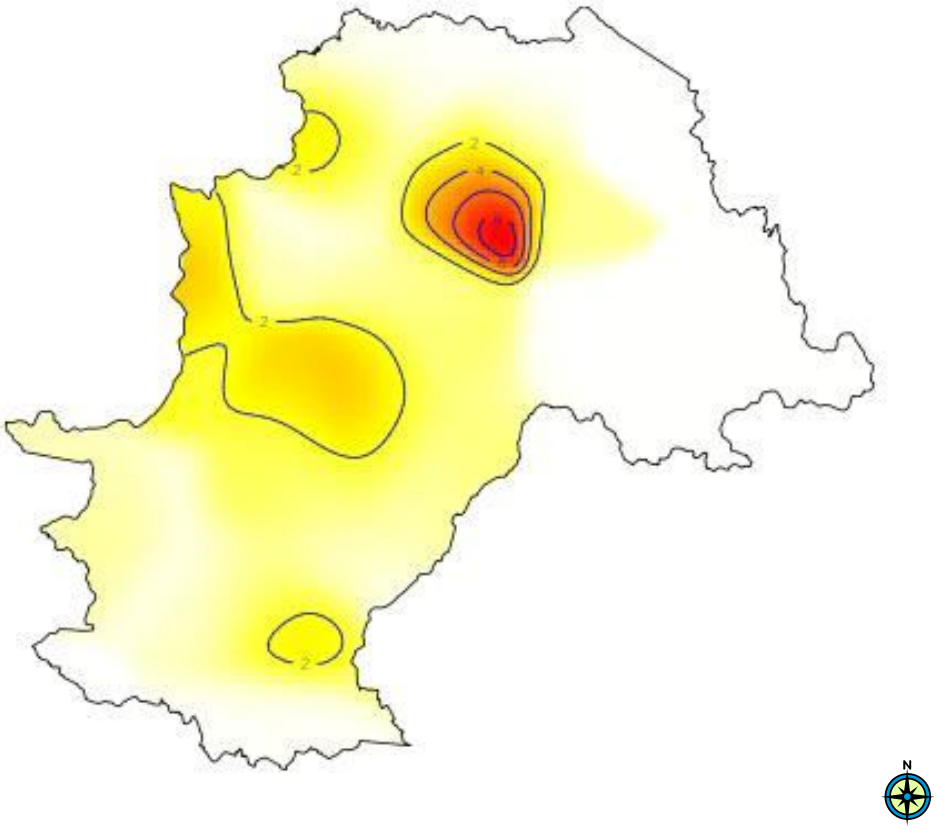


Figura 11: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 1

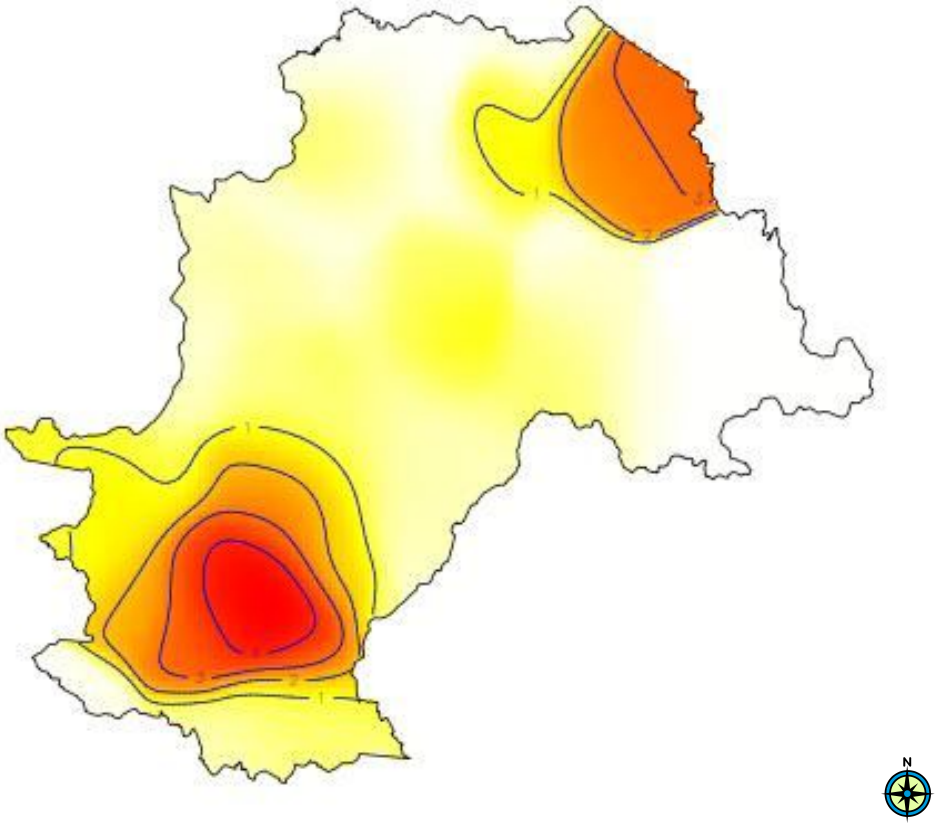


Figura 12: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 2

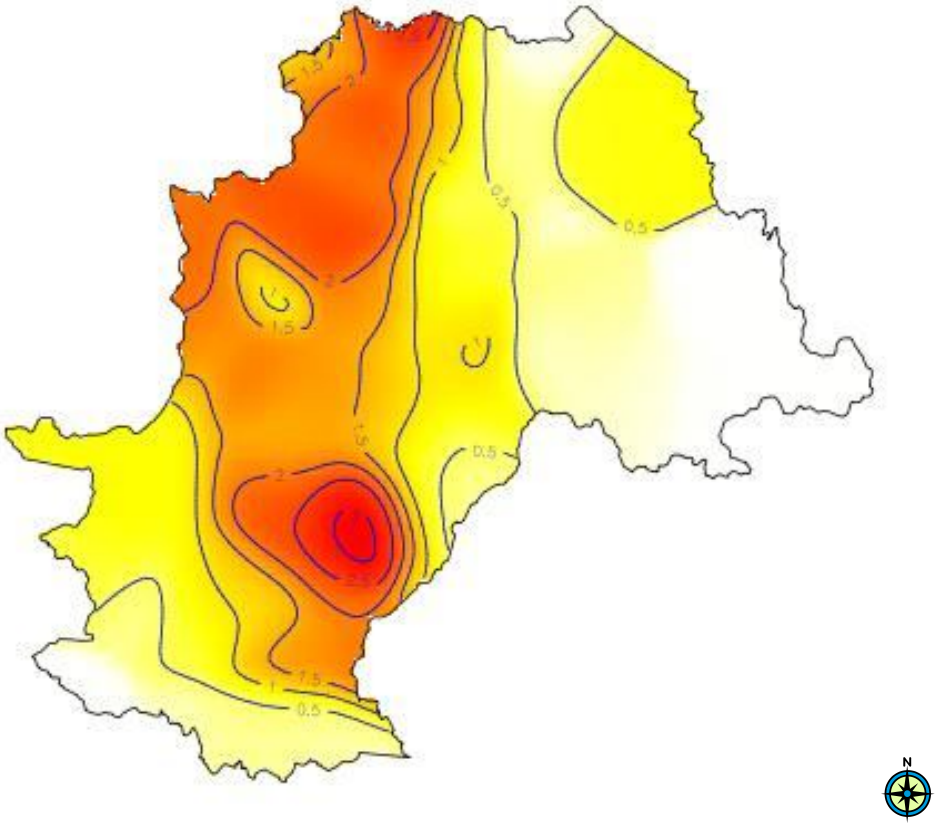


Figura 13: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 3

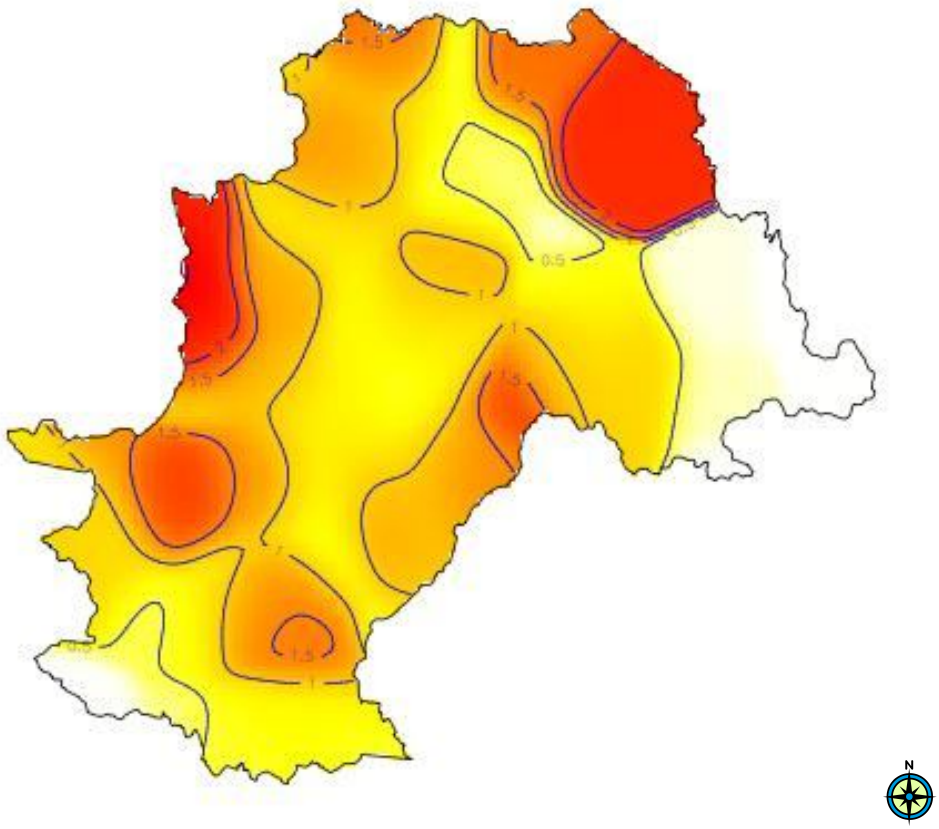


Figura 14: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 4

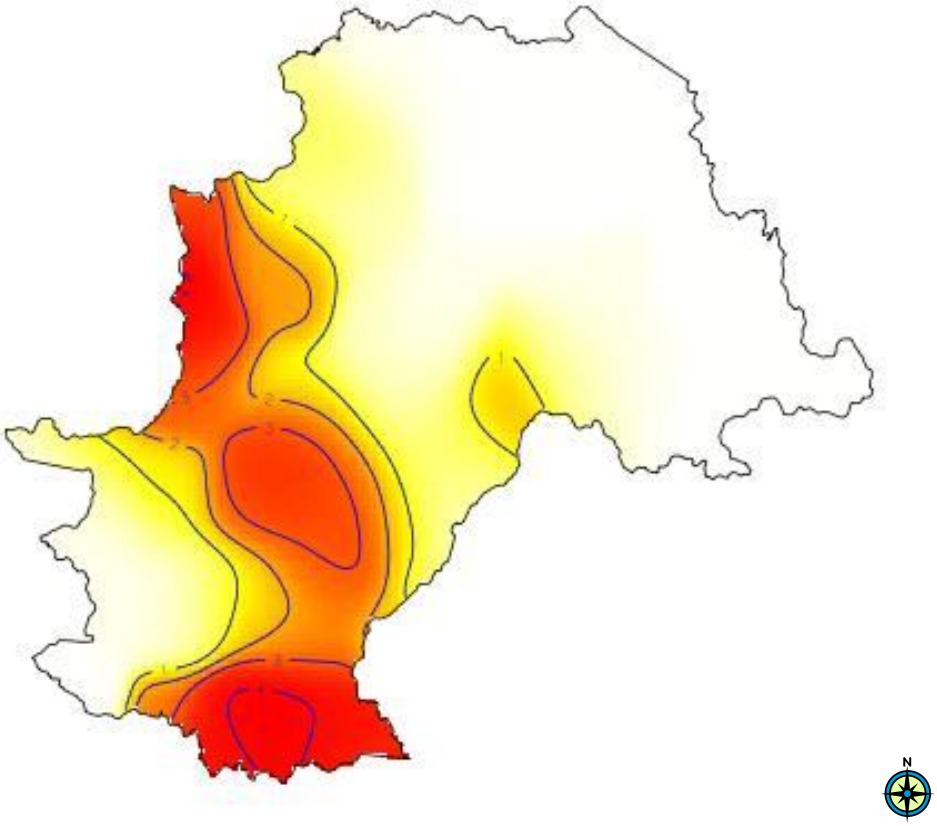


Figura 15: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 5

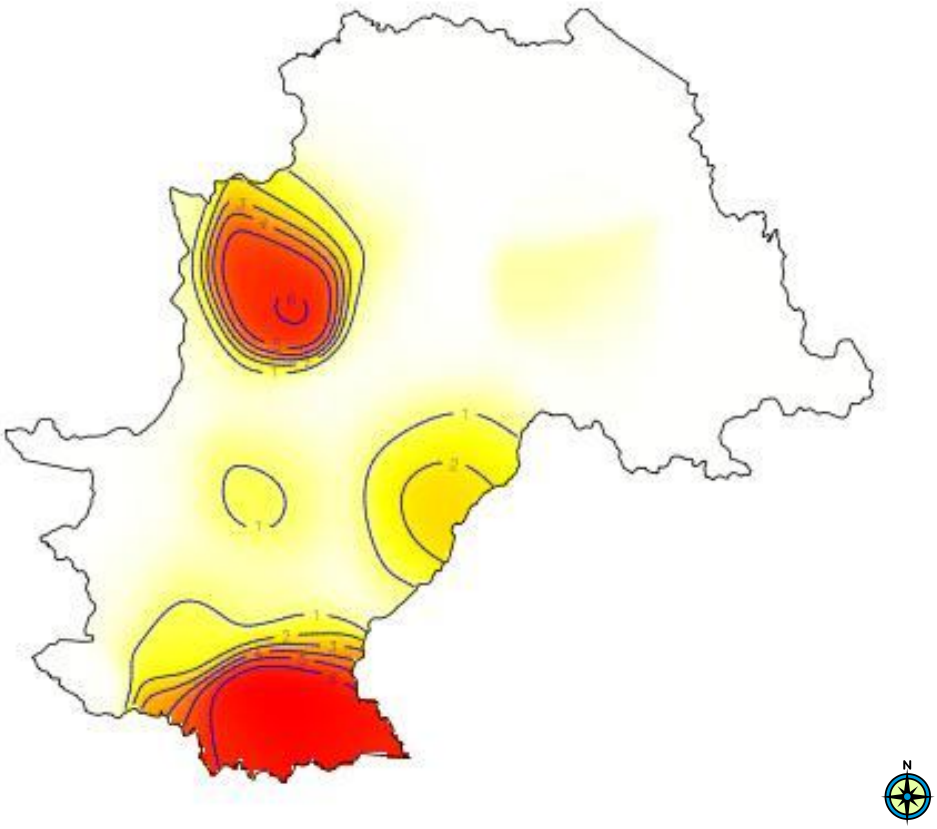


Figura 16: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 6

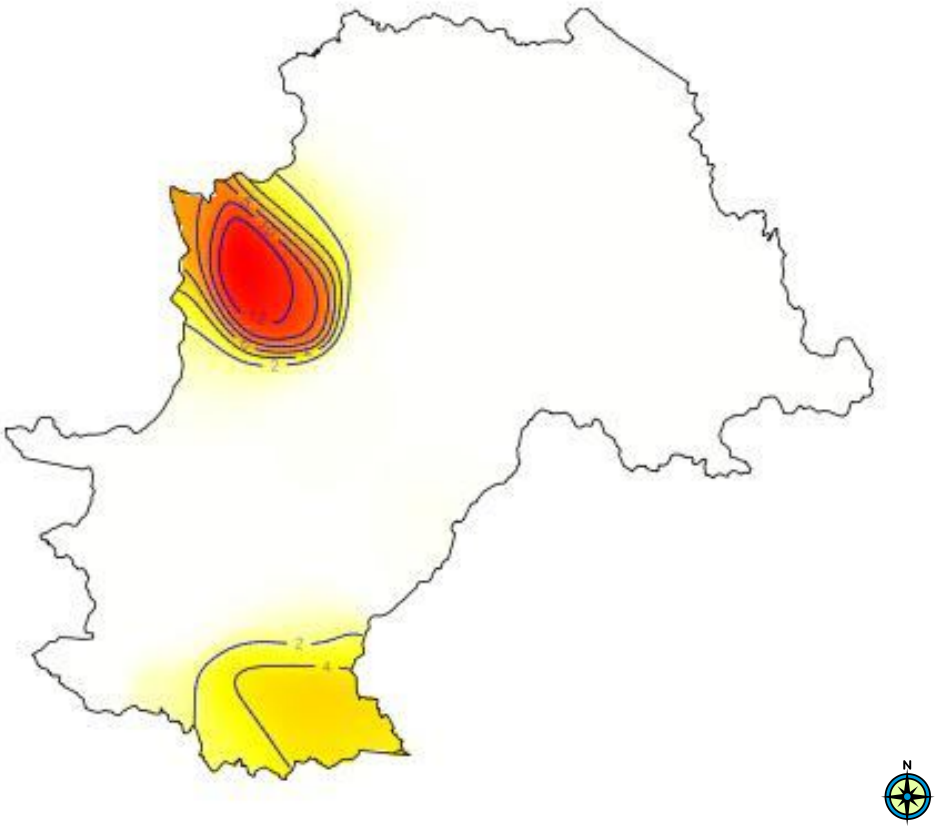


Figura 17: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 7

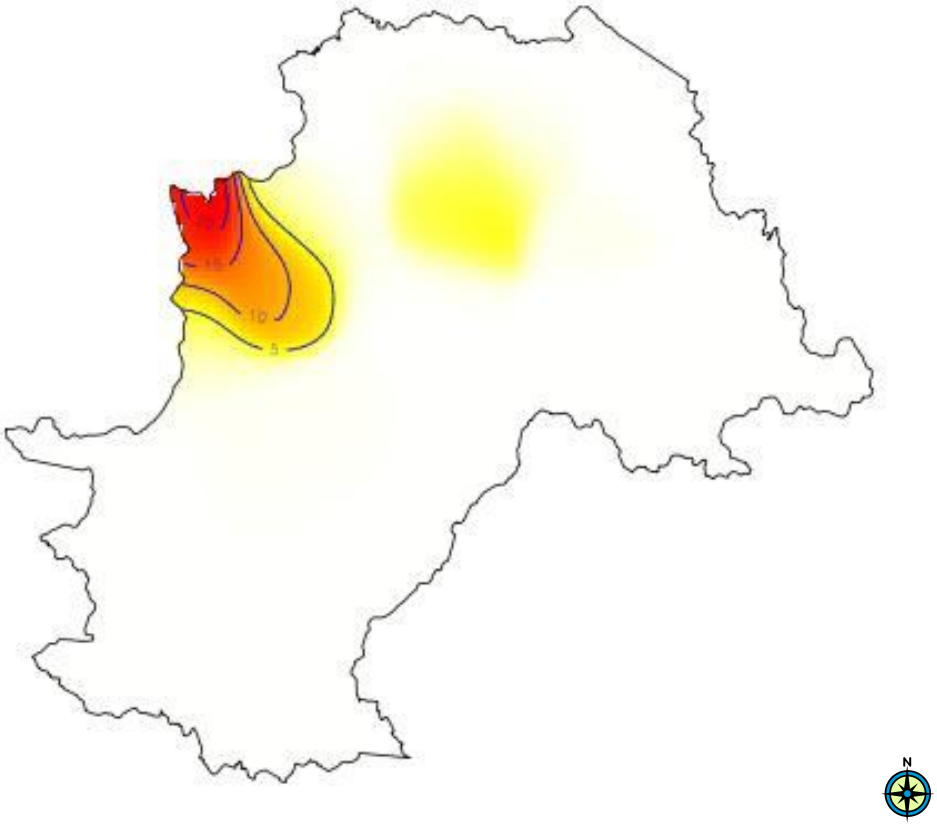


Figura 18: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 8

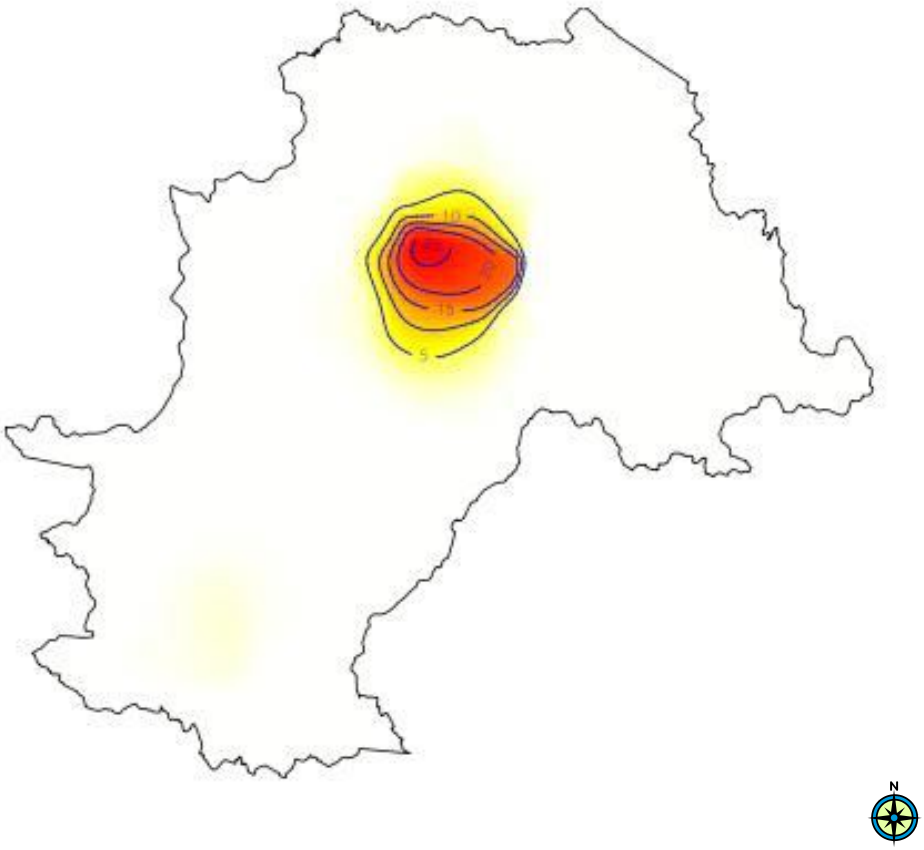


Figura 19: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 9

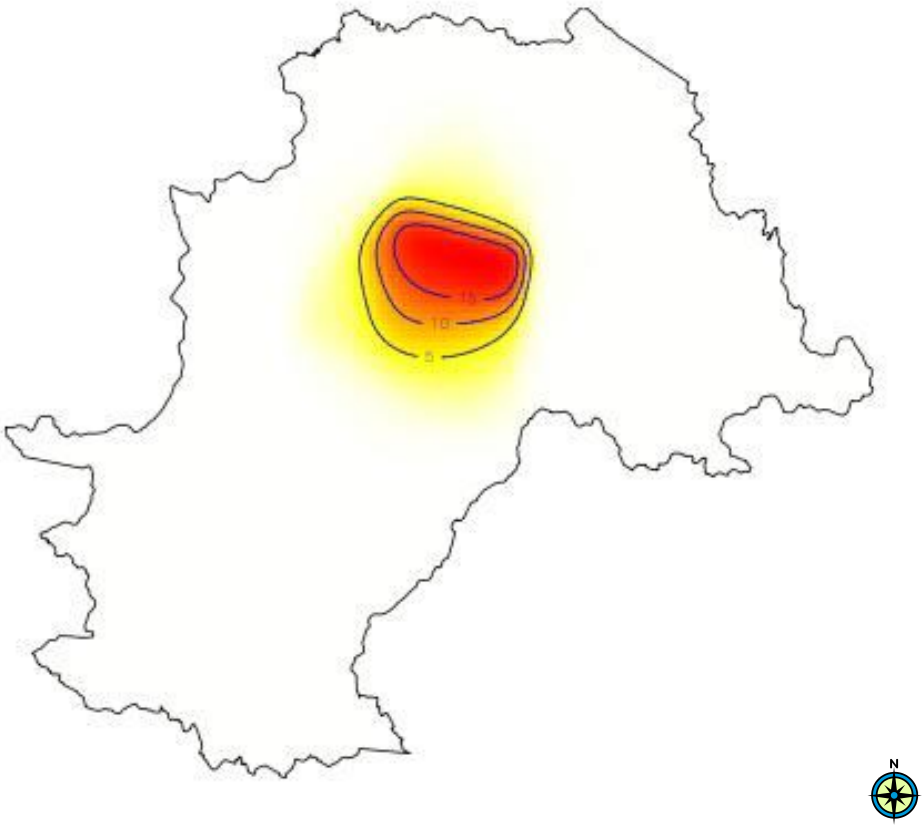


Figura 20: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 10

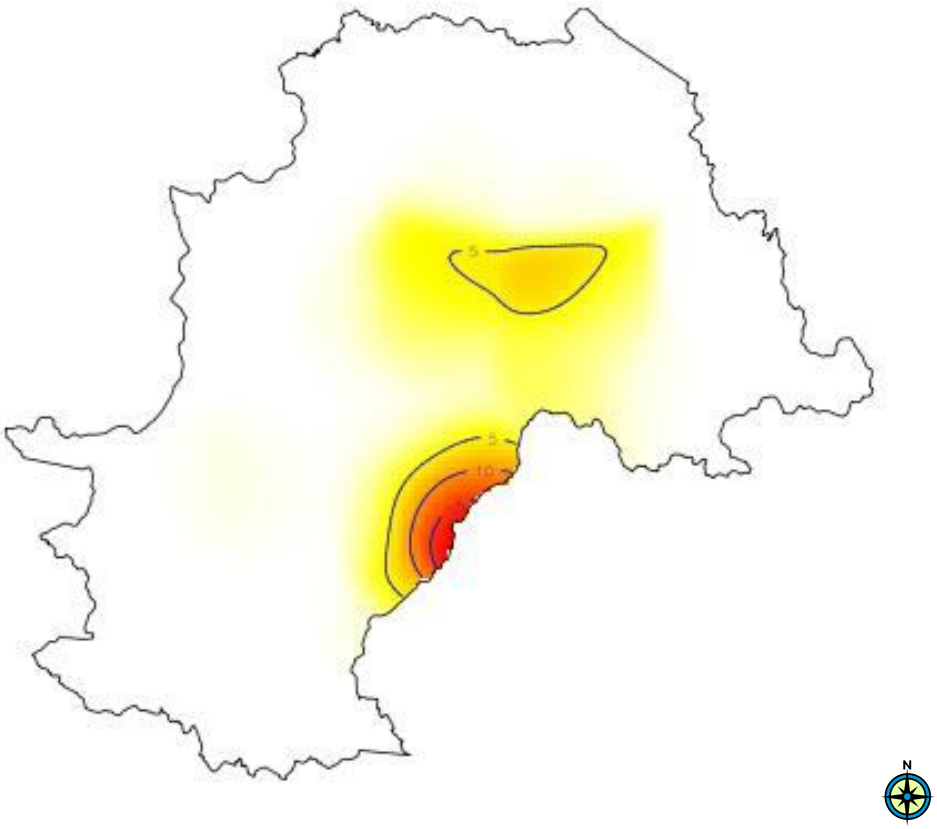


Figura 21: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 11

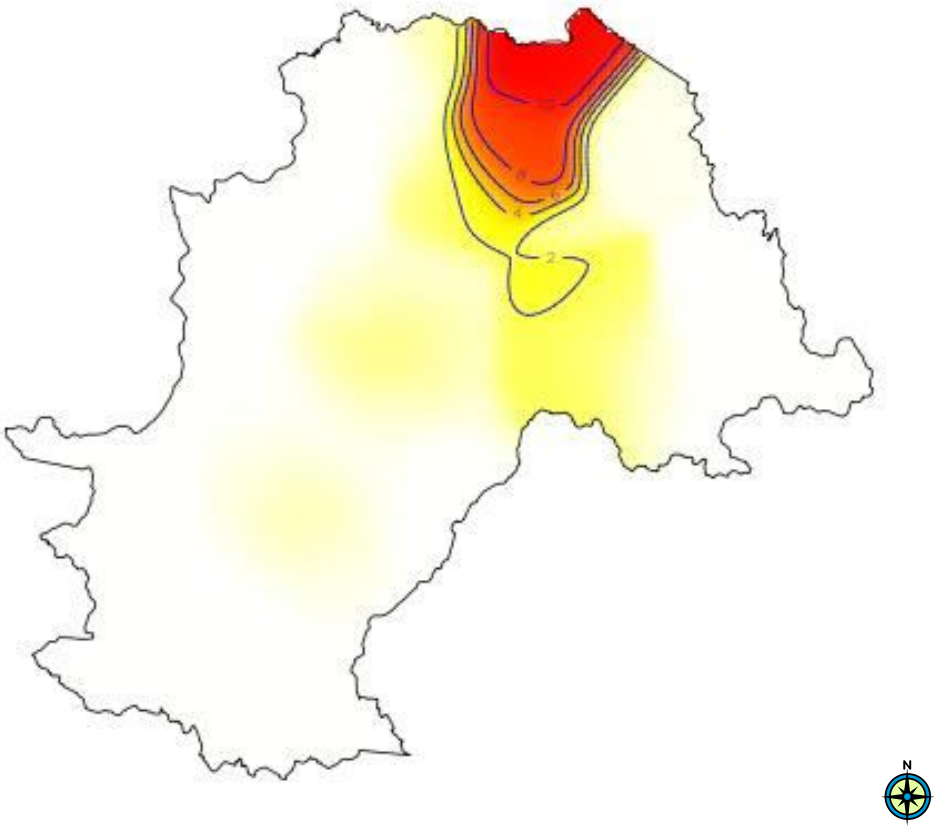


Figura 22: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 12

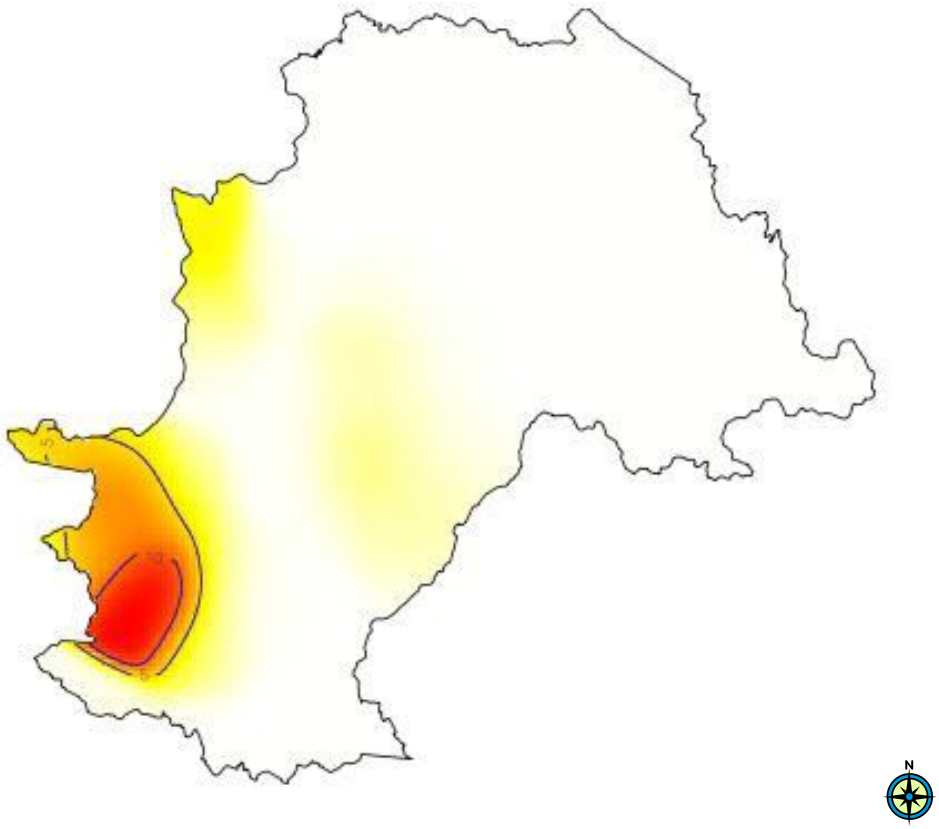


Figura 23: Modelo de risco espacial de dengue no município de Campinas, quadrissemana 13

Pode-se notar a expansão do risco de dengue no espaço urbano de Campinas da **primeira à quarta quadrissemana** (de janeiro a abril) e seu declínio a partir da **quinta quadrissemana** (final de abril, início de maio). Observa-se, porém, a manutenção da transmissão ao longo de todo o ano de 2007.

O risco inicial se concentrou na região Norte do município, onde já se observava transmissão no ano de 2006. Ainda na **primeira quadrissemana** aparecem manchas importantes na região Leste e Sul, já evidenciando a propagação do risco de se contrair dengue no município.

Na **segunda quadrissemana** pode-se observar claramente a expansão do risco para as regiões Leste, Sul e Sudoeste.

Na **terceira quadrissemana** aparece uma faixa que vai de Norte a Sul do município, passando pelas regiões Noroeste e Sudoeste.

Na **quarta quadrissemana** o risco está disseminado por todo o município.

A partir da **quinta quadrissemana** ocorre o declínio da epidemia e, portanto, o risco espacial diminui e se concentra em manchas localizadas em áreas que continuam mantendo a transmissão.

Pontos de alto risco

O risco da proximidade com os pontos de alto risco também foram considerados no modelo, gerando as figuras apresentadas abaixo:

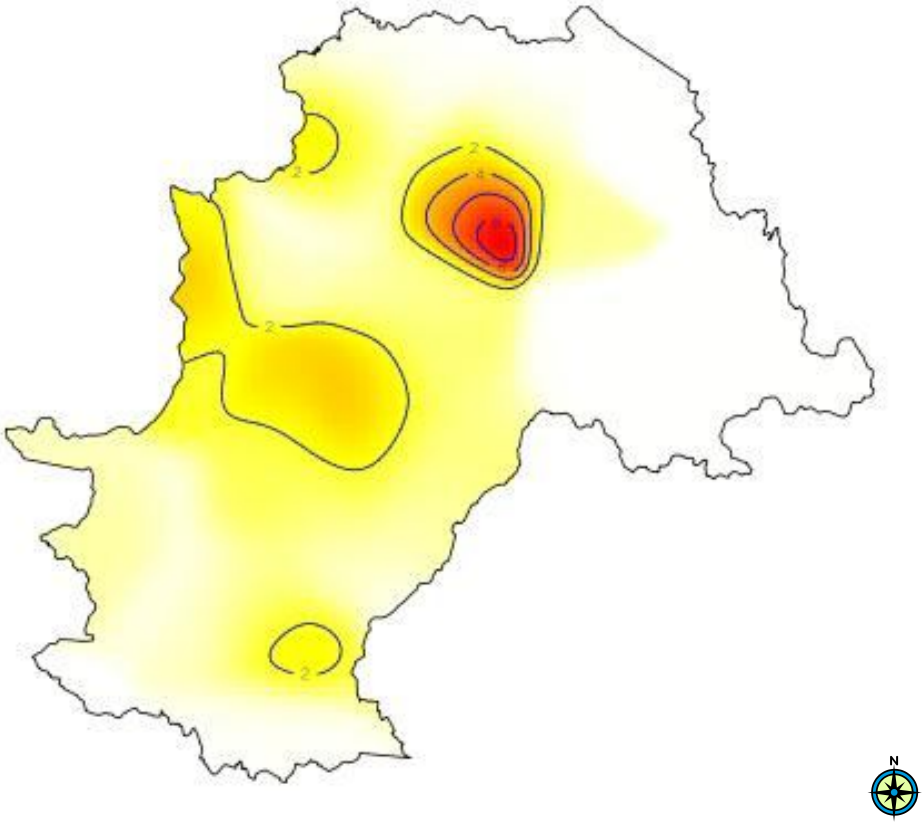


Figura 24: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 1

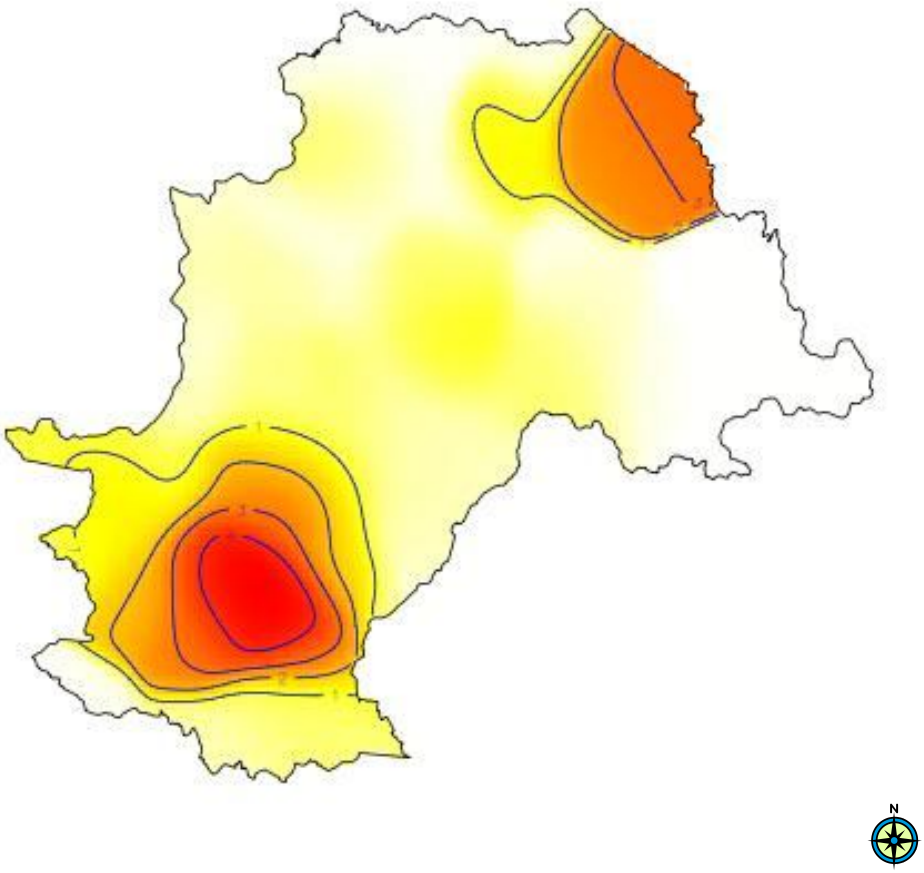


Figura 25: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 2

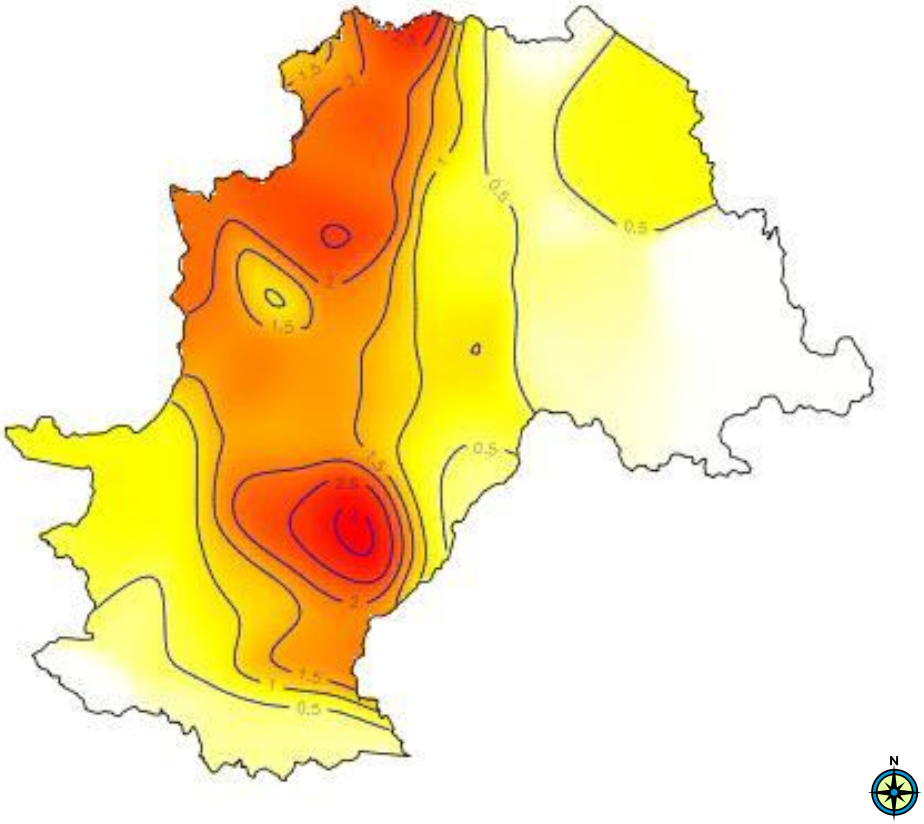


Figura 26: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 3

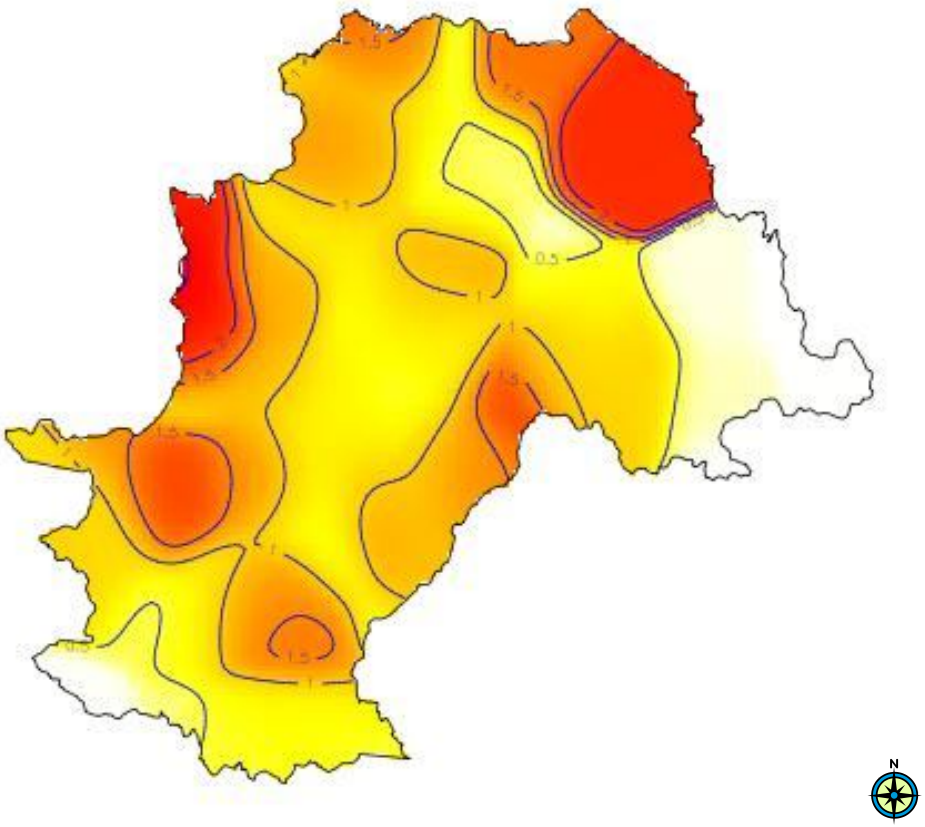


Figura 27: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 4

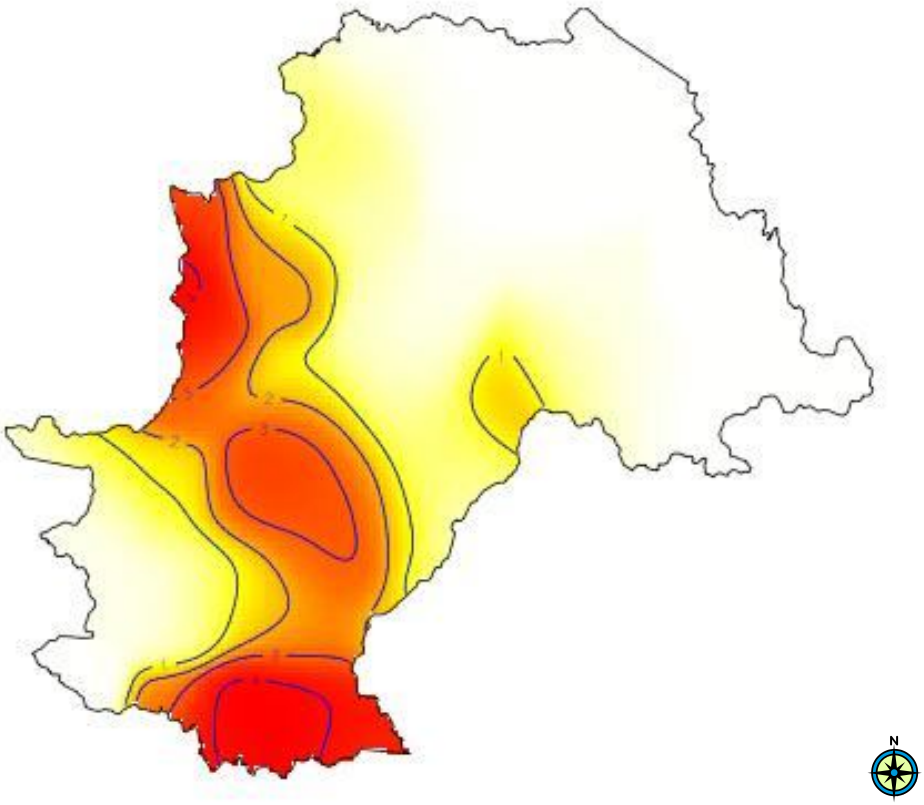


Figura 28: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 5

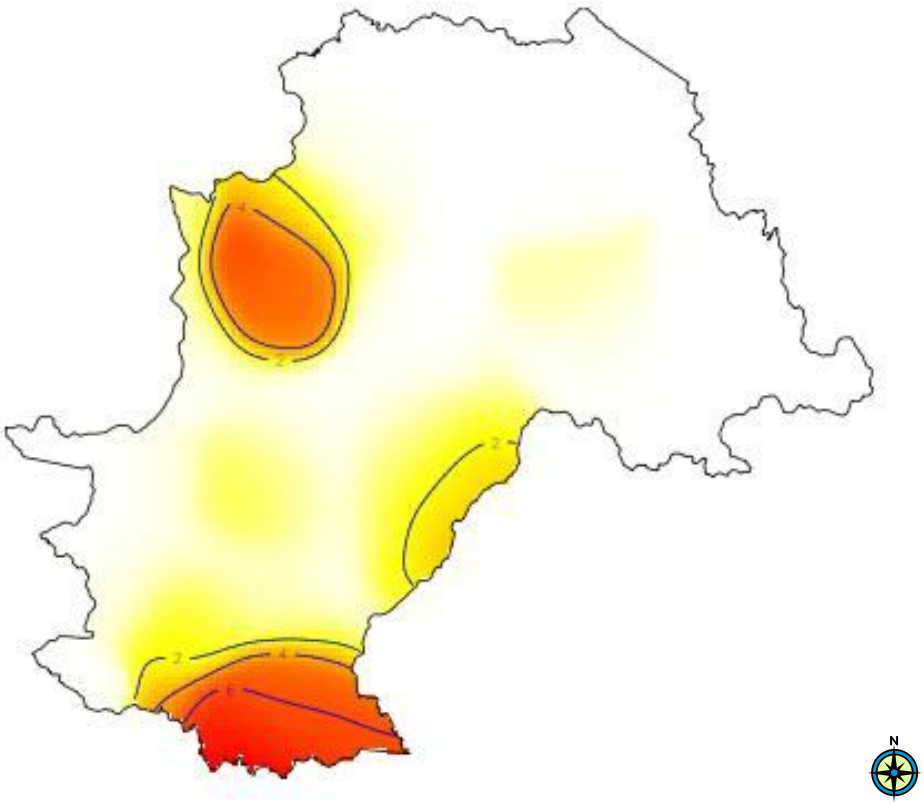


Figura 29: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 6

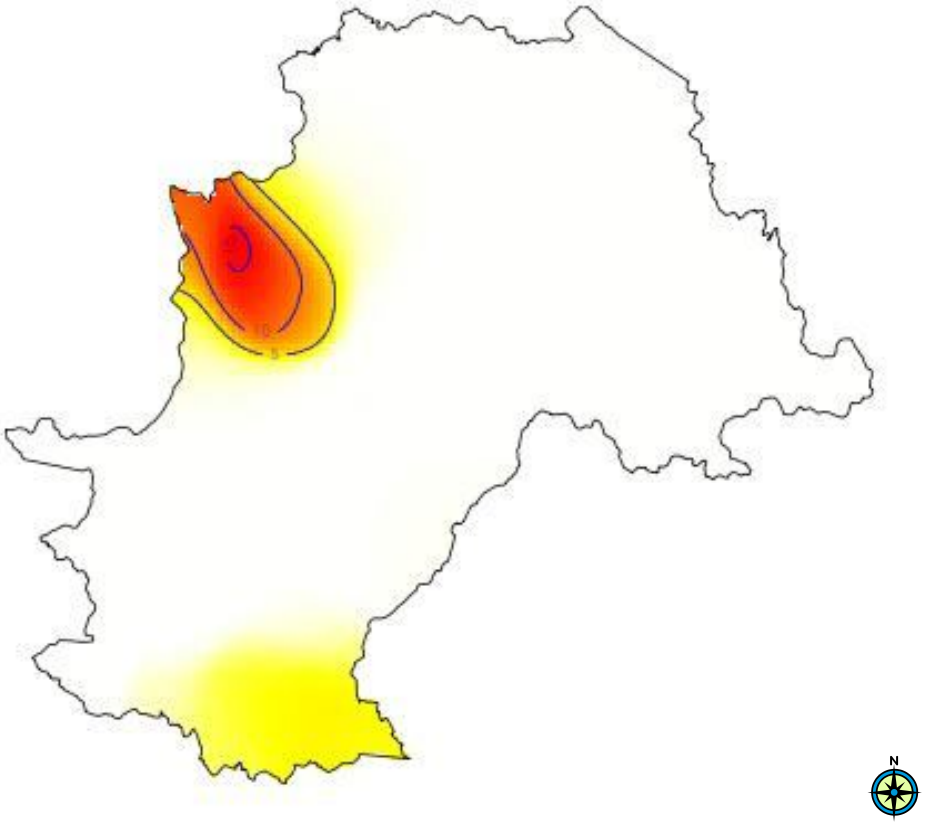


Figura 30: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 7

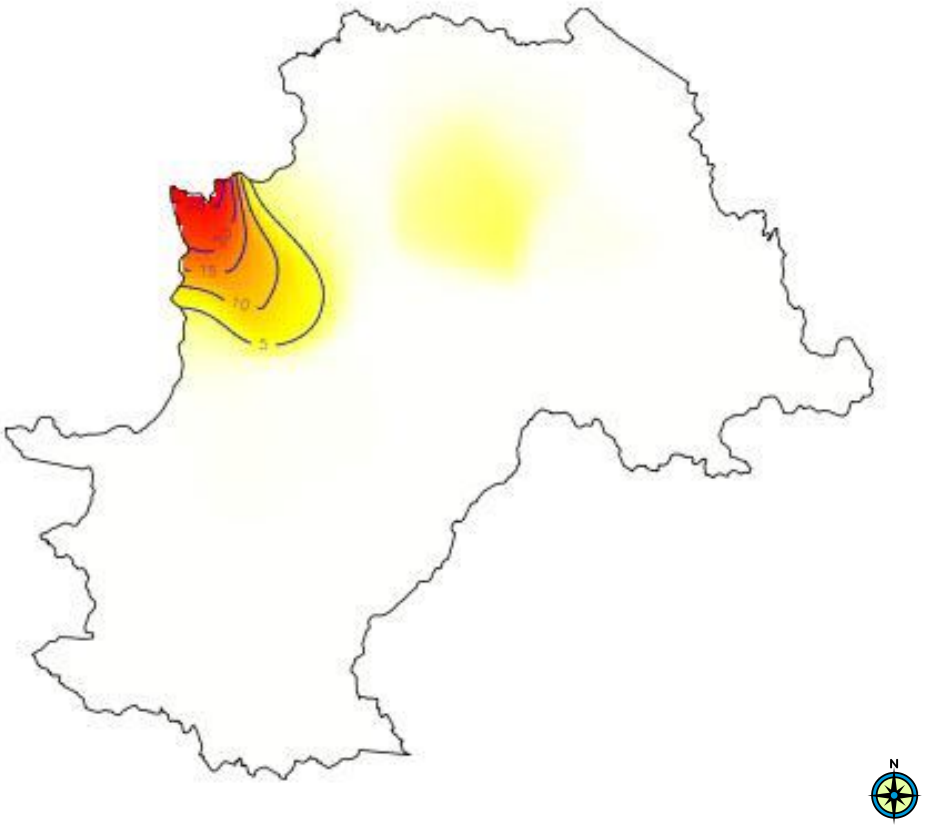


Figura 31: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 8

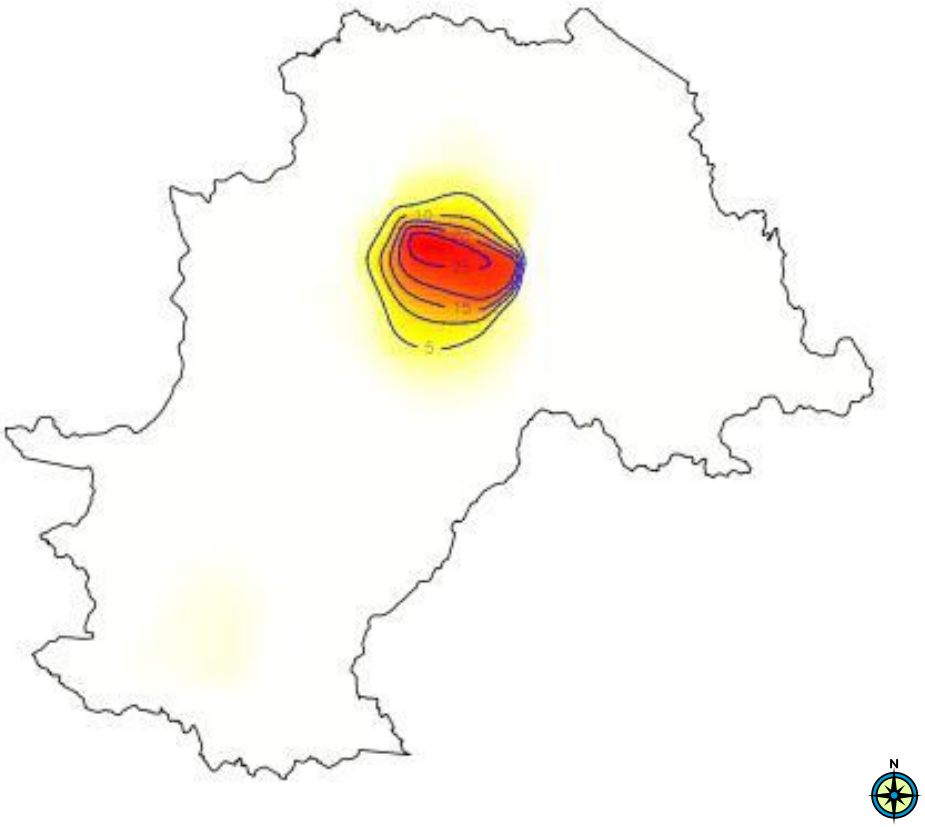


Figura 32: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 9

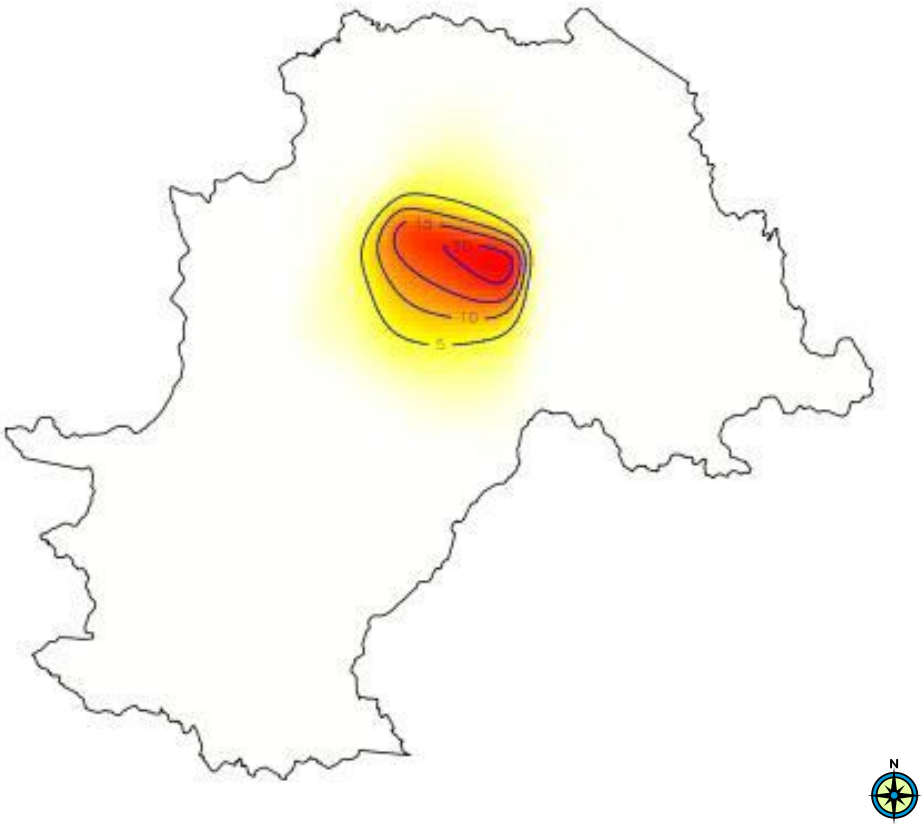


Figura 33: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 10

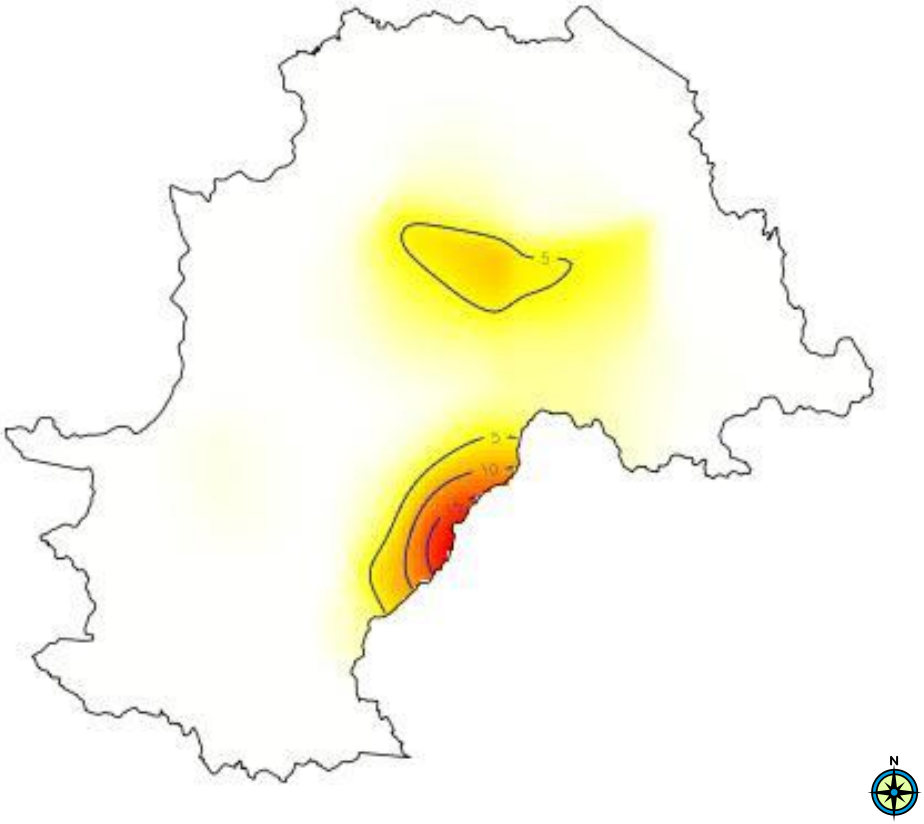


Figura 34: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 11

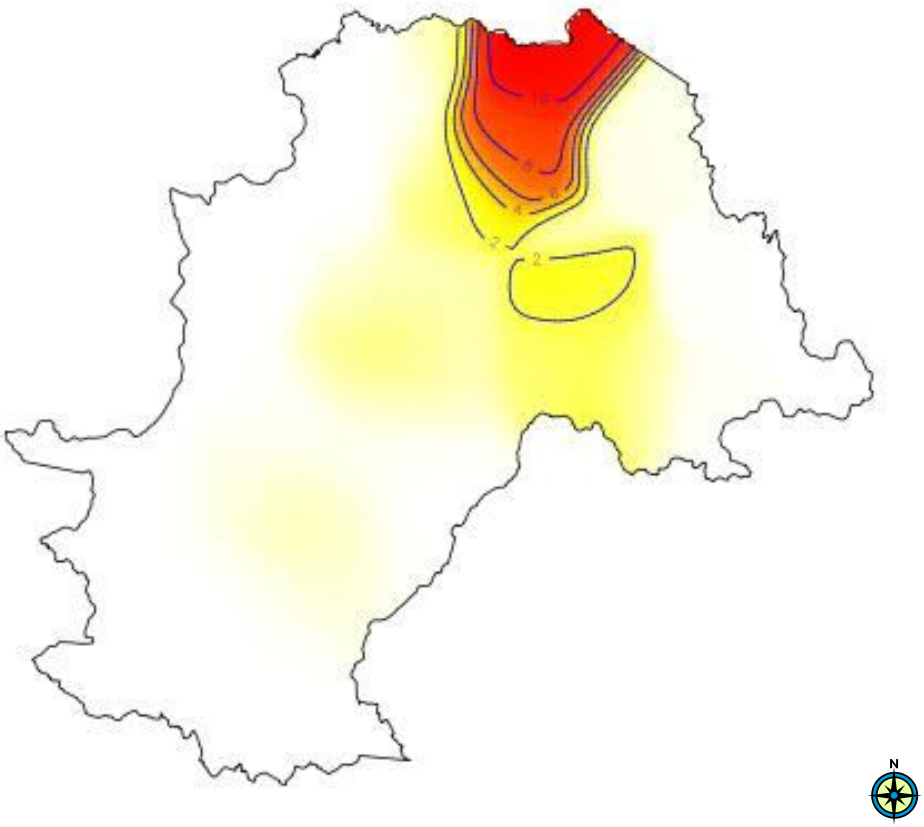


Figura 35: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 12

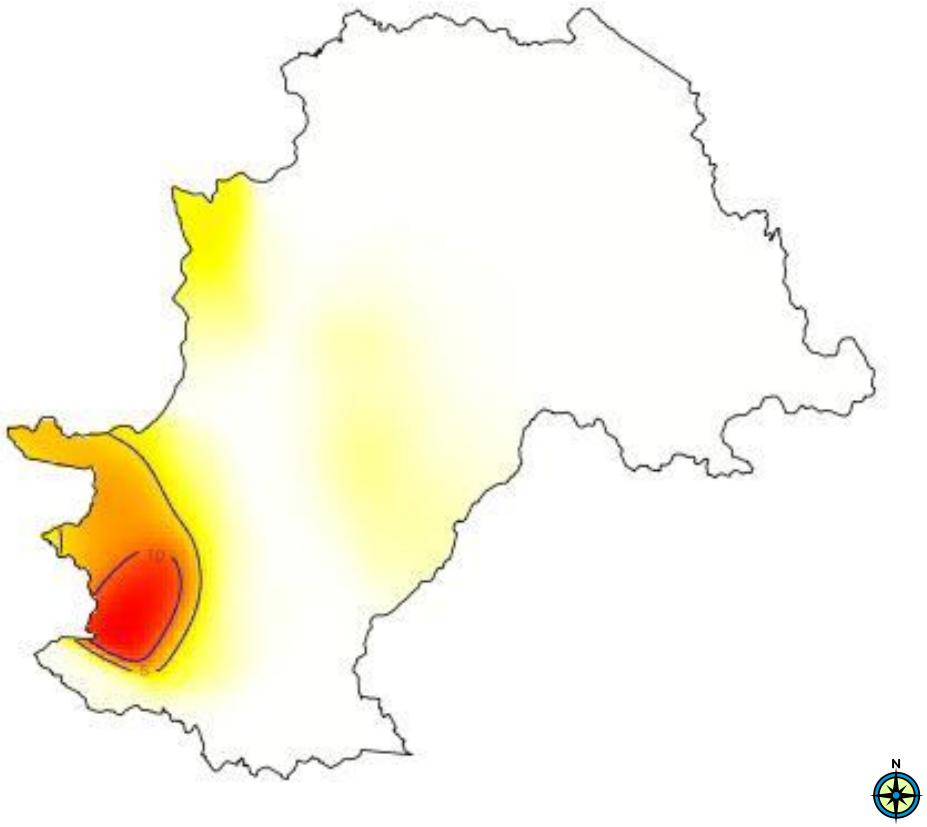


Figura 36: Modelo de risco espacial de dengue incluindo na análise a proximidade aos pontos de risco (IPPR), em Campinas, 2007, quadrissemana 13

A tabela abaixo resume os valores de risco encontrados por quadrissemana e do ano todo. Os períodos de risco estão destacados em negrito.

Tabela 10: Valores de OR do IPPR no modelo múltiplo de risco espacial de dengue em Campinas, 2007

Quadrissemana	OR	IC (95%)	P-valor
1	**1.142**	**1.041 - 1.253**	**0.0048**
2	**1.169**	**1.119 - 1.222**	**0**
3	**1.077**	**1.060 - 1.095**	**0**
4	0.965	0.950 - 0.979	0
5	0.974	0.963 - 0.985	0
6	0.395	0.386 - 0.404	0
7	0.317	0.286 - 0.350	0
8	0.210	0.185 - 0.240	0
9	0.448	0.396 - 0.506	0
10	0.408	0.363 - 0.459	0
11	0.284	0.254 - 0.317	0
12	0.331	0.310 - 0.354	0
13	0.642	0.563 - 0.733	0
Ano 2007	**1.073**	**1.067 - 1.078**	**0**

Significância do modelo

As figuras de 37 a 49 mostram a significância do modelo:

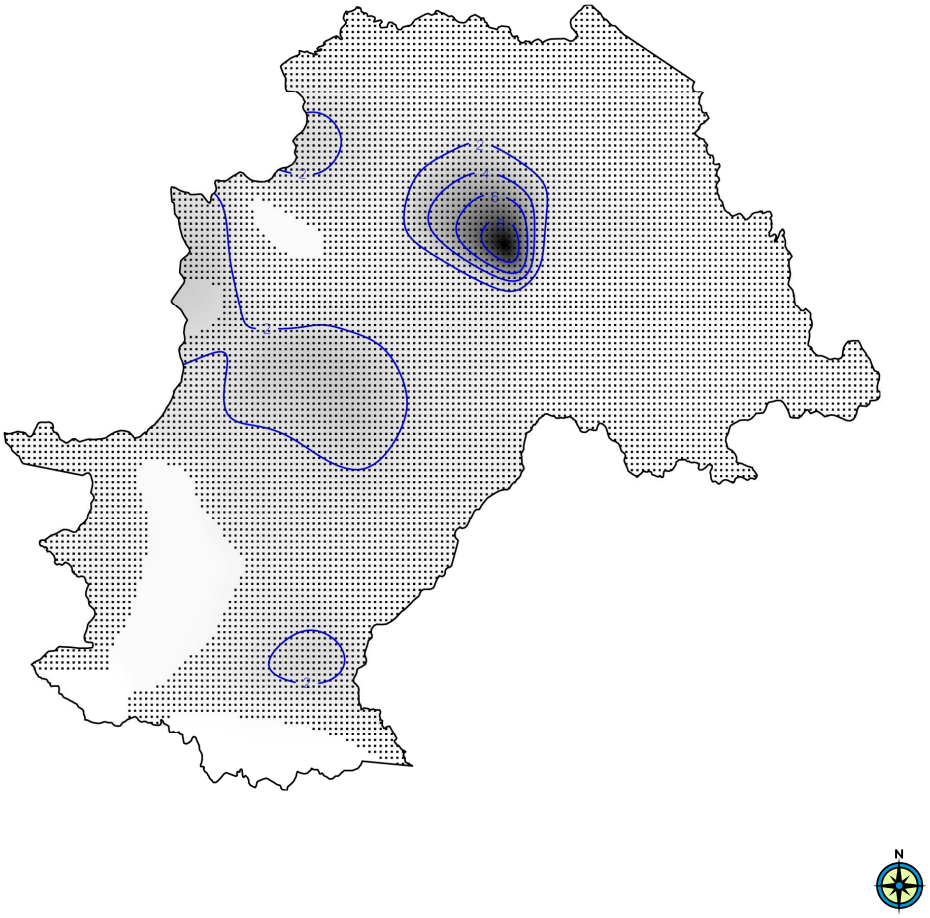


Figura 37: Siginificância do modelo – quadrissemana 1

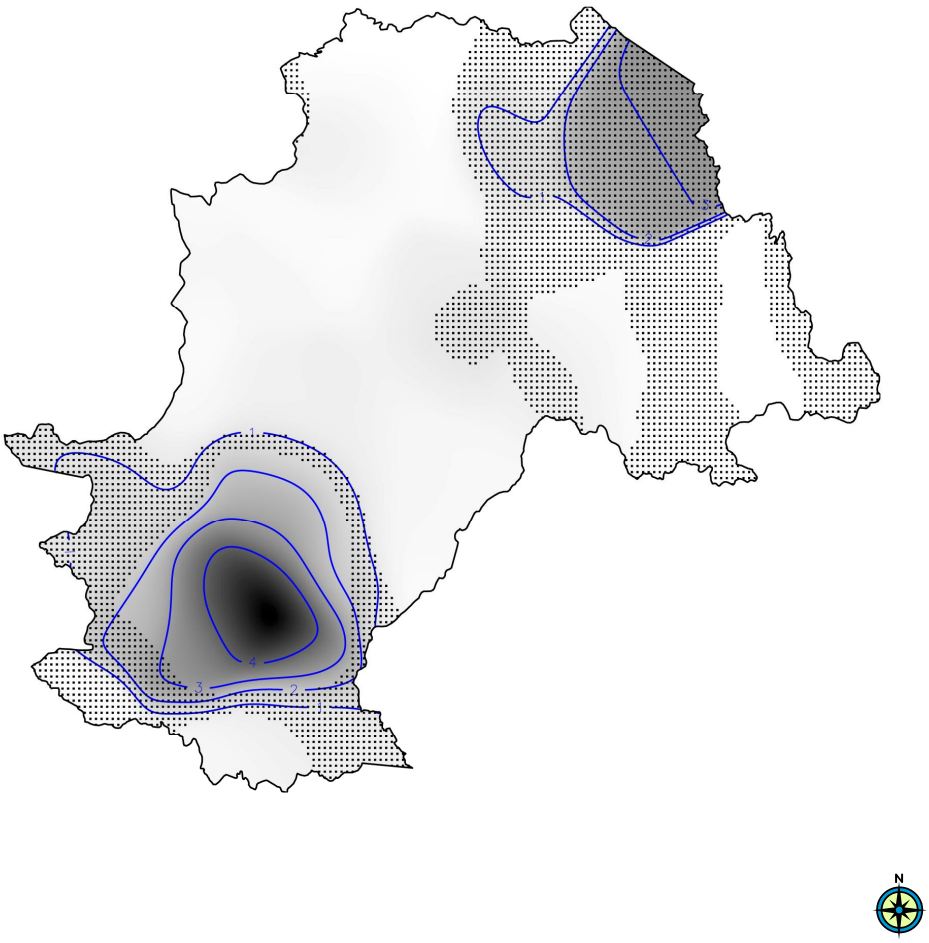


Figura 38: Siginificância do modelo – quadrissemana 2

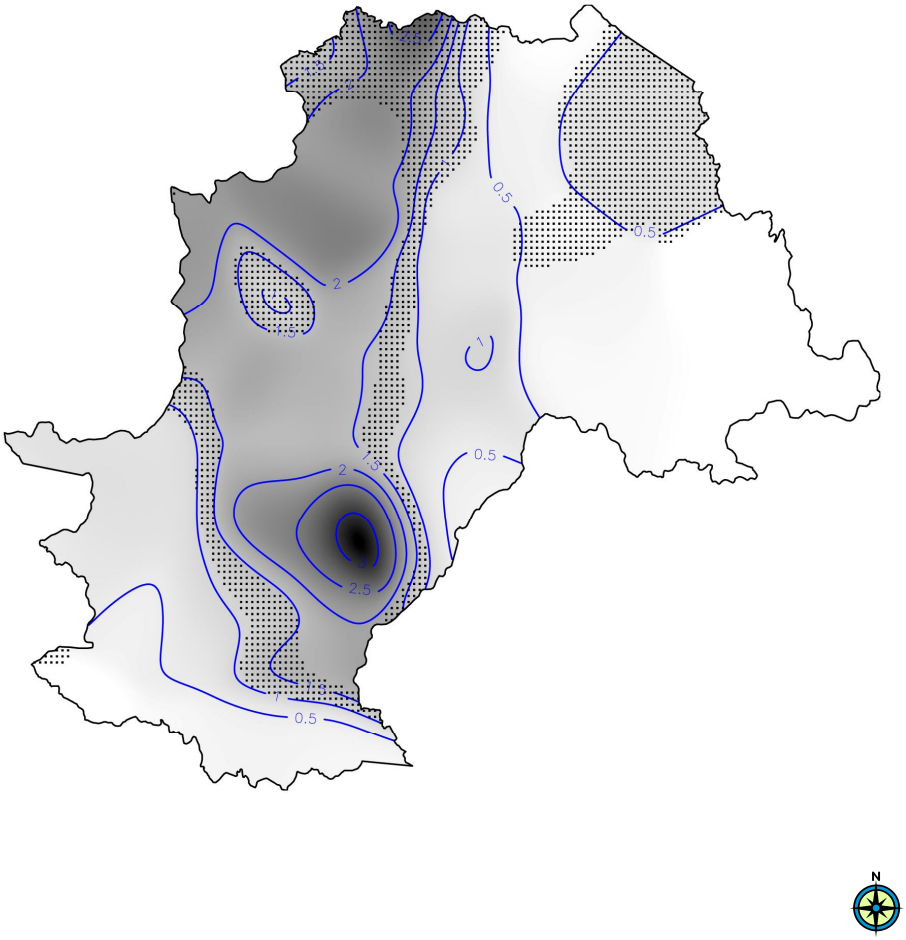


Figura 39: Siginificância do modelo – quadrissemana 3

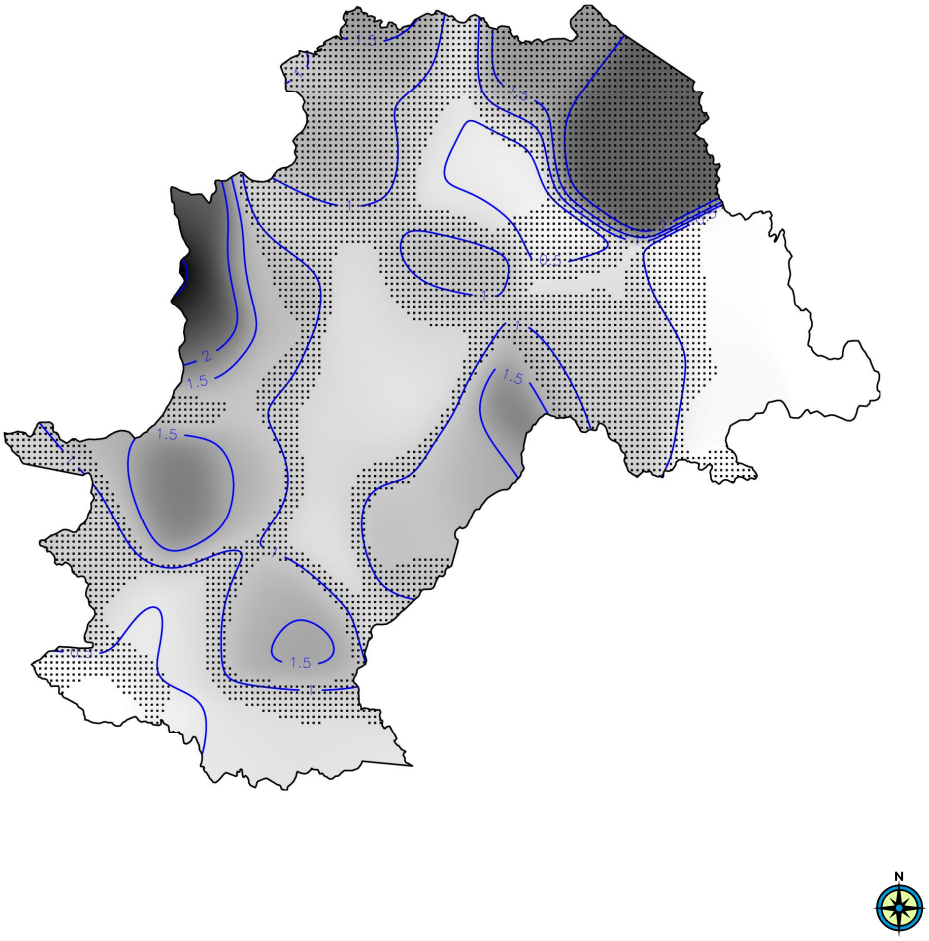


Figura 40: Siginificância do modelo – quadrissemana 4

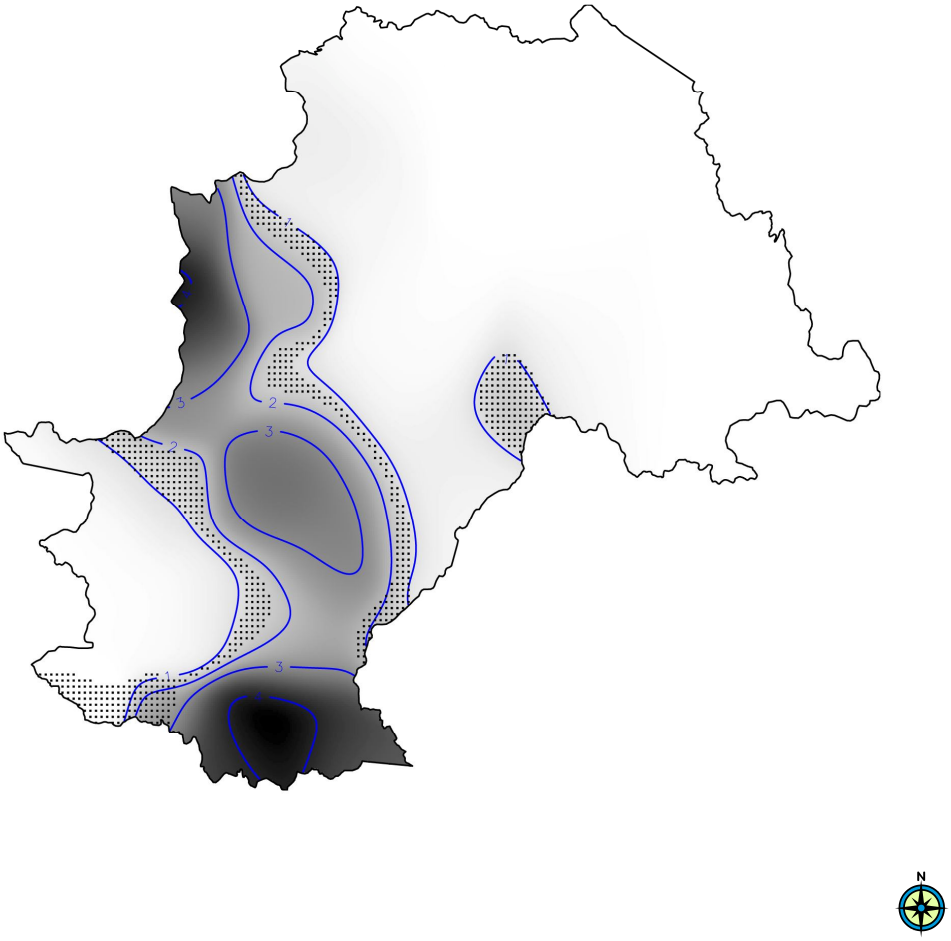


Figura 41: Siginificância do modelo – quadrissemana 5

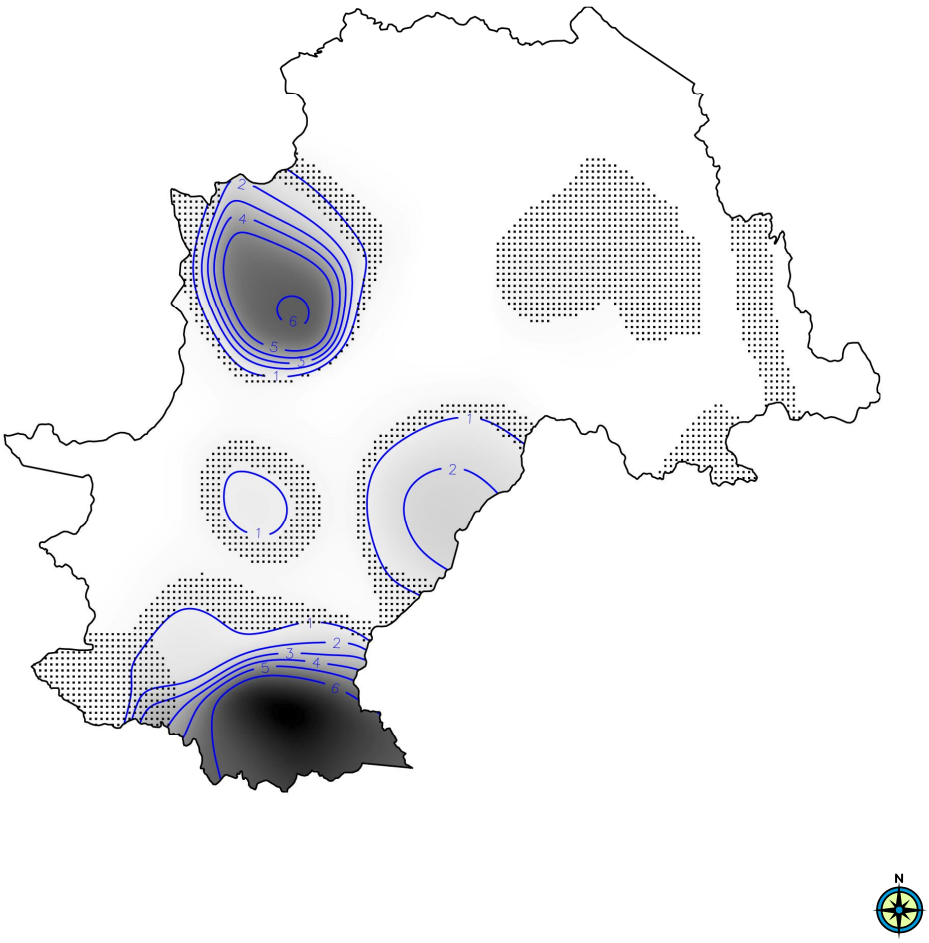


Figura 42: Siginificância do modelo – quadrissemana 6

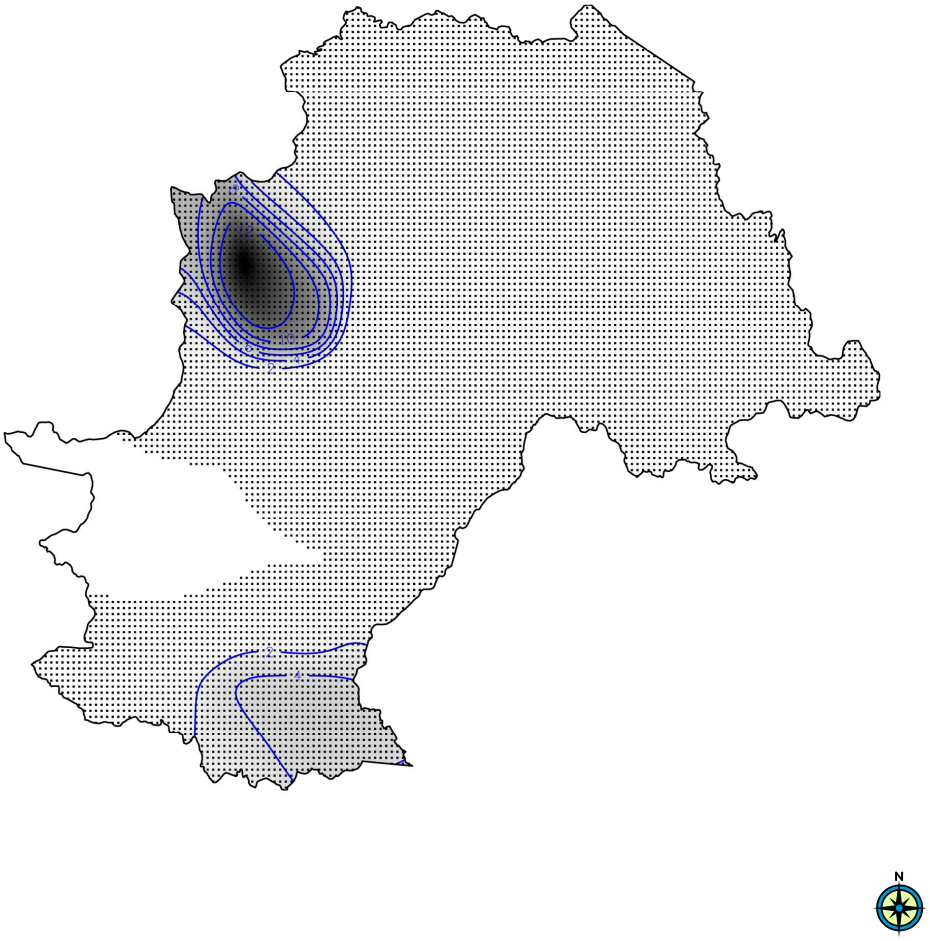


Figura 43: Siginificância do modelo – quadrissemana 7

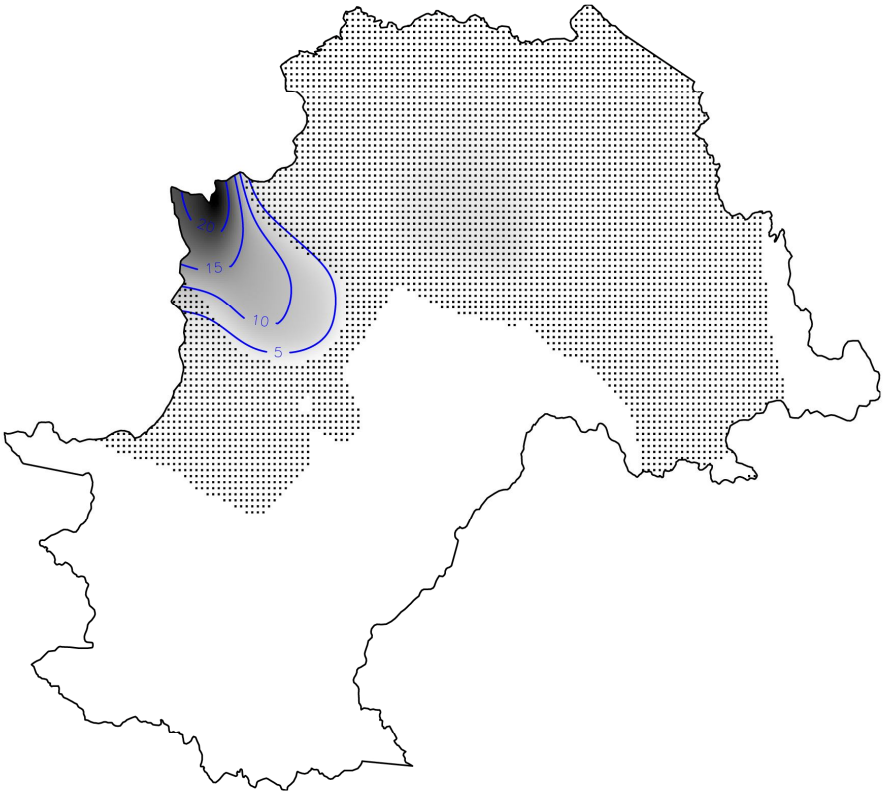


Figura 44: Siginificância do modelo – quadrissemana 8

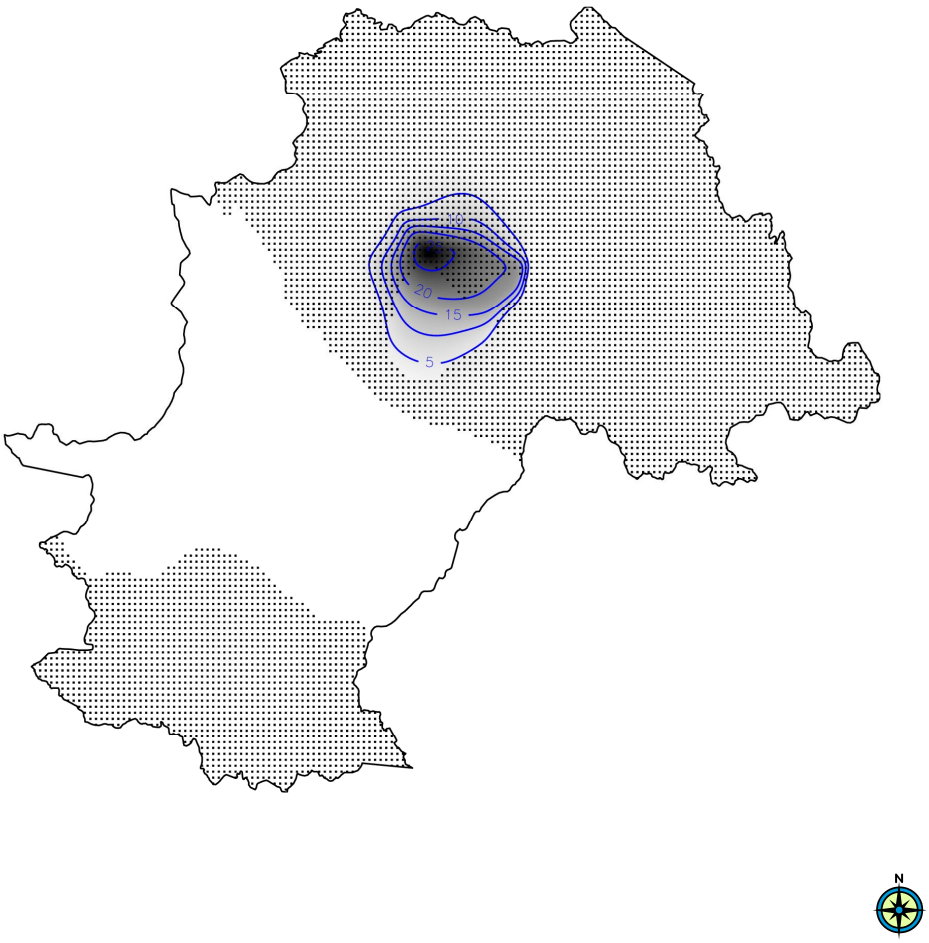


Figura 45: Siginificância do modelo – quadrissemana 9

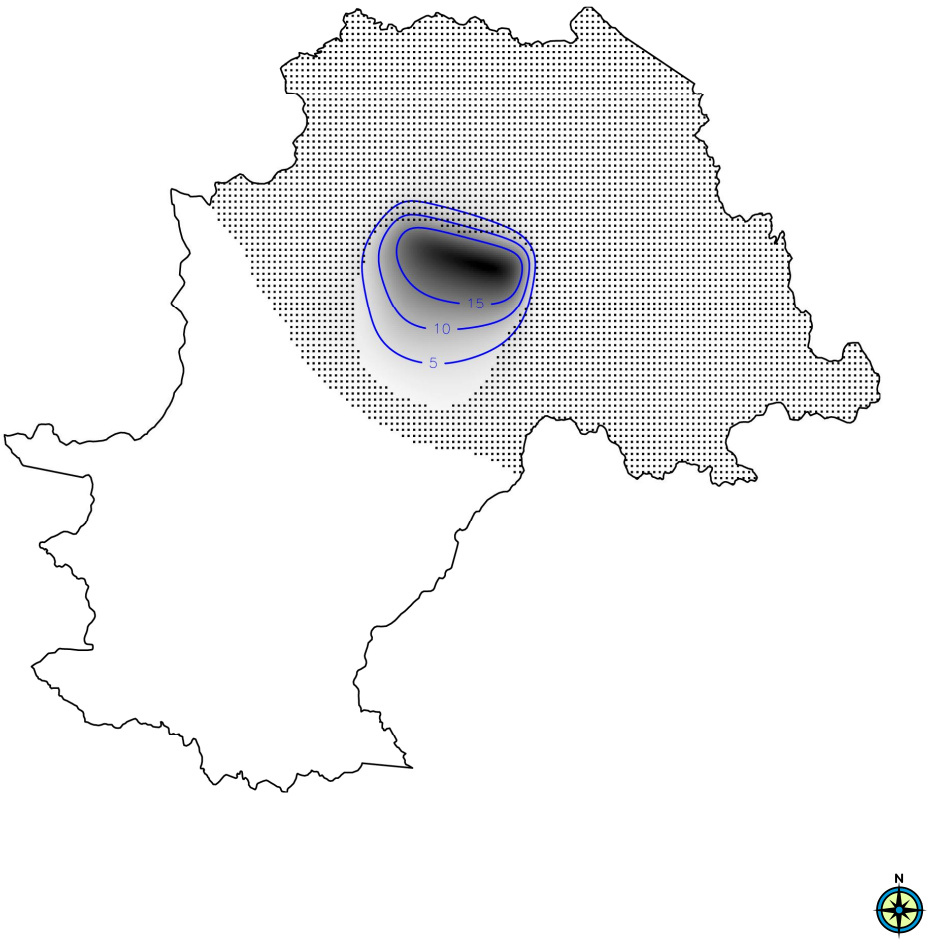


Figura 46: Siginificância do modelo – quadrissemana 10

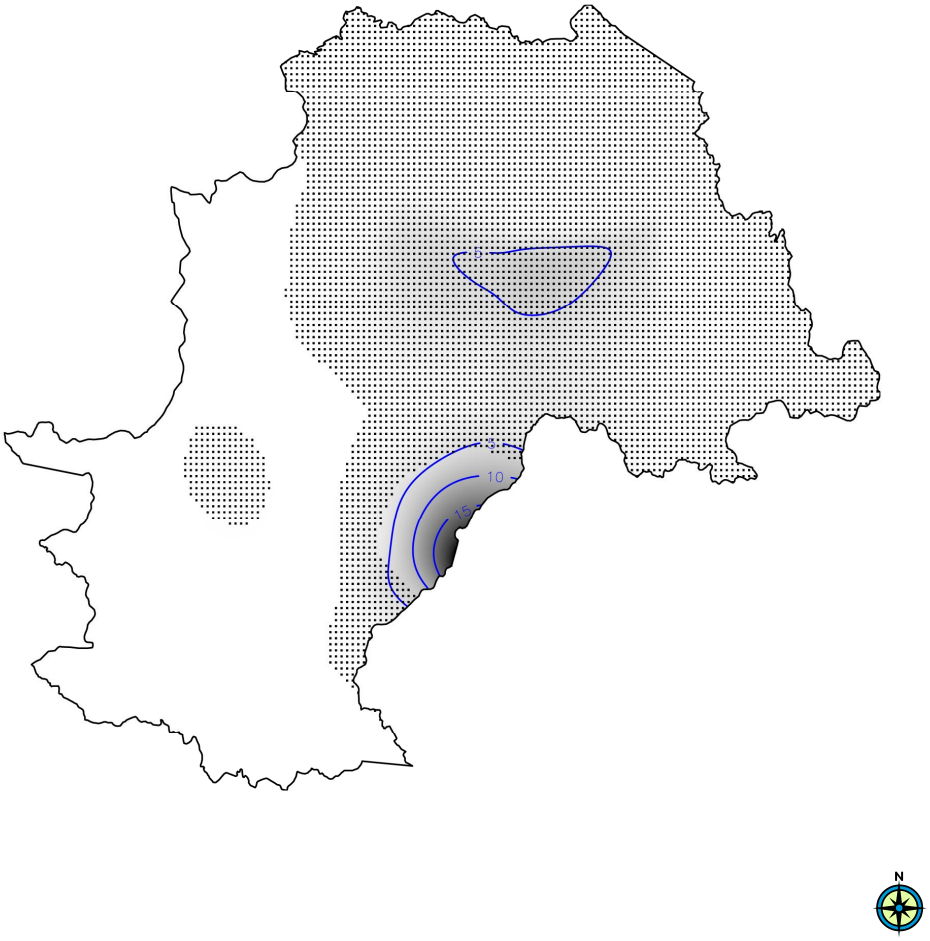


Figura 47: Siginificância do modelo – quadrissemana 11

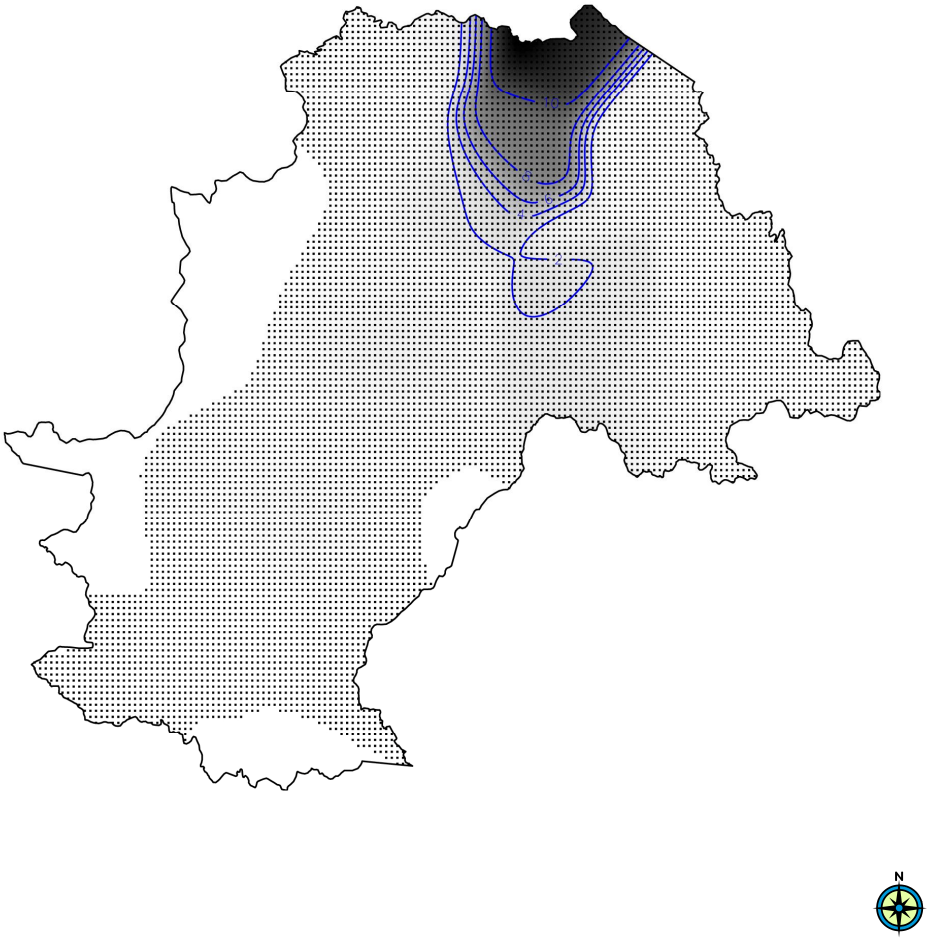


Figura 48: Siginificância do modelo – quadrissemana 12

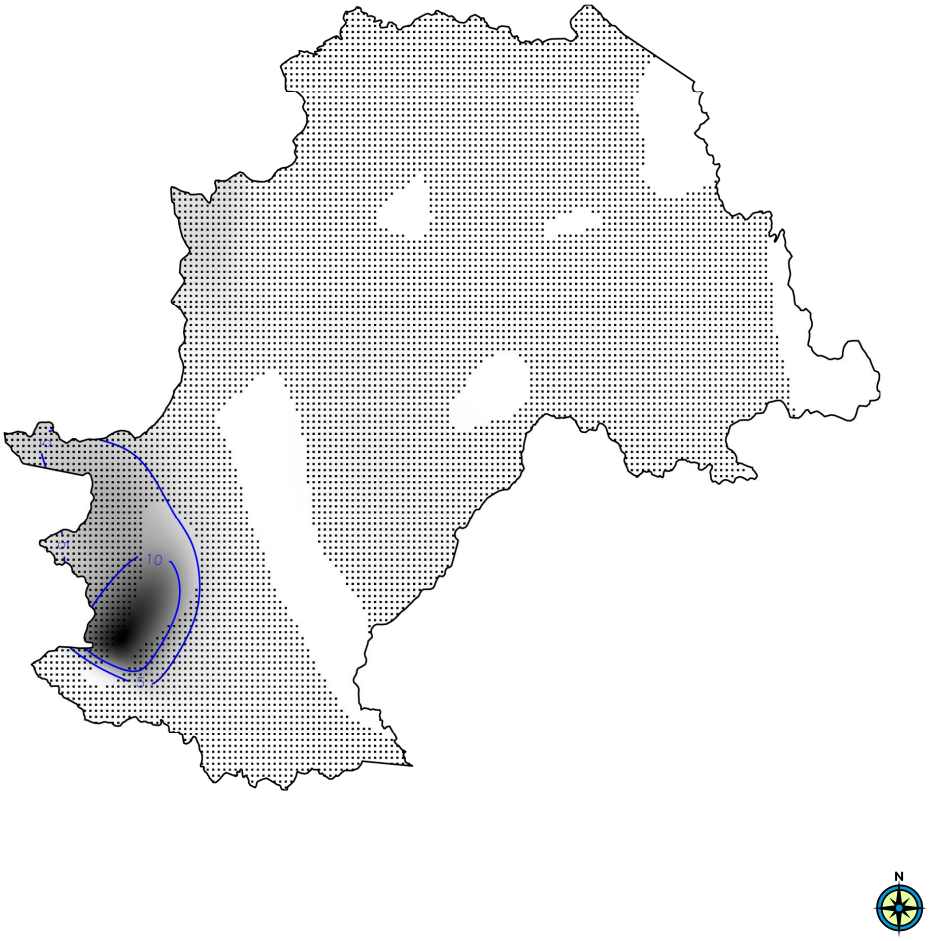


Figura 49: Siginificância do modelo – quadrissemana 13

As figuras acima demostram que o modelo foi adequado para prever o risco espacial de dengue em Campinas no ano de 2007.

DISCUSSÃO

Para explicar o padrão temporal e espacial da transmissão de dengue, algumas variáveis são essenciais, entre elas a imunidade da população aos diversos sorotipos de dengue circulantes, o esgotamento de susceptíveis, as características do ambiente – propícias ou não para a reprodução de vetores (desde condições socio-econômicas e de saneamento até climáticas) e a capacidade do sistema de saúde de interromper a transmissão a partir de medidas de controle.

A incidência de dengue no tempo e no espaço se mostrou heterogênea, refletindo a complexidade dos fatores de risco envolvidos na transmissão da doença (Van-Benthen et al., 2005)

Na primeira quadrissemana, o maior risco de ocorrência observado em locais próximos a importantes vias de acesso sugere a importância do trânsito de pessoas e das interrelações entre as regiões da cidade e da área metropolitana no aumento do risco para a dengue. Tal associação entre vias de acesso e ocorrência de dengue remete ao processo de ocupação histórica das áreas mais próximas às vias de acesso, em geral aglomerados urbanos em condições precárias de vida, abordadas por Figueiredo et al. (1990) e Oliveira (2003).

No estudo de Machado et al. (2009), apesar de não evidenciarem relação linear entre condições de vida e ocorrência da dengue apontada pela fraca correlação estatística observada, os padrões espaciais indicam a maior concentração da doença em áreas próximas às vias de acesso e onde há desigualdades nas condições de vida.

São inúmeros os fatores relacionados à ocorrência da dengue e ao seu padrão espaço-temporal que devem ser considerados na análise da doença. Destacam-se, entre estes fatores, o papel dos sorotipos de vírus circulantes, do grau de imunidade da população aos distintos sorotipos, da sensibilidade do sistema de captação e notificação de casos, da correção nos dados de endereço preenchidos na notificação, das condições ambientais/climáticas, da distribuição do vetor e das pessoas no espaço (Machado et al., 2009).

O combate à dengue parece tarefa bastante difícil, já que a sua manutenção como endemia envolve fatores sociais e de infraestrutura urbana, produzidos historicamente e relacionados à dinâmica de movimentação diária da população. Contudo, mediante a análise contextualizada da doença e do modo de vida local, são reconhecidos mais claramente fatores associados à sua ocorrência, o que permite o

direcionamento de esforços e o desenvolvimento de estratégias efetivas que gerem impacto positivo no controle da doença (Machado et al., 2009).

Na análise espacial deste estudo o risco de adquirir dengue na epidemia de 2007 em Campinas se mostrou heterogêneo na cidade. Acometeu principalmente as regiões periféricas, do Norte para o Sul, espalhando-se por todo o município, no pico da transmissão de abril a junho. Nota-se, porém manutenção da transmissão durante todo o ano particularmente nas áreas Norte e Leste isoladamente e no eixo Sul/Sudoeste/Noroeste formando um corredor contínuo.

A região Norte, onde teve início a transmissão, abrange bairros com acentuada desigualdade social, alguns com residências de alto padrão e outros que se constituem de aglomerados sub-normais com carência de infraestrutura. As áreas que se evidenciam como de risco são as mais carentes, que sofrem com problemas socio-ambientais e de falta de saneamento básico e, além disso, estão às margens de importantes rodovias e fazem divisa com outros municípios da região metropolitana.

Para Donalisio (1995) há a necessidade de se tratar as epidemias como eventos que extrapolam os limites municipais, necessitando estratégias regionais e macrorregionais para enfrentá-las. O enfrentamento da transmissão incial detectada na região Norte foi um esforço integrado entre Campinas e os municípios vizinhos (Sumaré e Hortolândia).

A região Leste apresentou transmissão durante o pico da epidemia, mas não apresentou áreas de risco relevantes, com exceção de uma área rural situada próxima à divisa com o município de Jaguariúna.

O corredor que se formou abrangendo as regiões Sul/Sudoeste/Noroeste engloba as regiões mais carentes de infraestrutura e que sofrem com os problemas ambientais provocados pela ocupação desordenada e pela alta densidade demográfica. Estas áreas, bem como as já citadas da região Norte, são as que constantemente são priorizadas pela SMS com ações preventivas e de controle da dengue e educação em saúde.

Pelo presente trabalho, pode-se notar que os primeiros casos foram registrados nas áreas de abrangência dos Centros de Saúde São Marcos e Carvalho de Moura, respectivamente regiões Norte e Sul do município. A região do São Marcos já apresentava transmissão desde o ano anterior; já a região do Carvalho de Moura registrou dois casos em dezembro de 2006 em uma área de ocupação conhecida como Gleba B.

O ano de 2007 tem início com a transmissão já instalada na região Norte e a primeira área a se destacar na região Sul foi exatamente a Gleba B. A partir daí, houve uma clara expansão da transmissão para áreas das regiões Sul/Sudoeste (na segunda quadrissemana) e Norte/Noroeste (na terceira quadrissemana). A região Leste já apareceu destacada na segunda quadrissemana, porém em uma área de baixa densidade populacional, o que pode ser interpretado como uma distorção (essa área persiste em destaque nas quadrissemanas seguintes). Na terceira quadrissemana a epidemia já se instalou no município e a transmissão autóctone foi maciça em todas as áreas da cidade. Esta situação persistiu na quadrissemana seguinte. Na quinta quadrissemana a transmissão ainda se mostrou em ampla abrangência no município, principalmente no eixo Noroeste/Sudoeste/Sul. A região que se mostrou de menor risco para dengue no município foi a região Leste, no entanto o número de casos foi elevado em todas as regiões.

É importante destacar que apesar do grande número de pessoas acometidas a assistência se mostrou capaz de atender a demanda e praticamente todos os casos evoluíram bem (houve apenas um óbito por dengue por complicações).

A partir de junho houve uma redução significativa do número de casos e uma forte tendência de declínio da epidemia é observada. Porém não houve interrupção da transmissão, que se manteve no município até o final do ano com áreas de transmissão espalhadas pela cidade e um *cluster* aparente na região Sul, na área de abrangência do Centro de Saúde São Domingos, no mês de dezembro (décima terceira quadrissemana). Esta região é constituída por bairros carentes de infraestrutura, que sofrem com abastecimento de água precário, disponibilizado por caminhão-pipa duas vezes na semana ou poços rasos; a coleta de resíduos muitas vezes fica comprometida em função da falta de acesso às ruas para o caminhão que faz a coleta devido a buracos e erosões.

A manutenção da transmissão no município aponta para a tendência da dengue já ter se tornado uma doença endêmica principalmente em algumas regiões de Campinas. No Brasil, desde a década de 1980, a dengue tem sido endêmica e está associado com epidemias que introduziram novos sorotipos em áreas previamente não afetadas (Bastos, 2004).

Observa-se um atraso no pico da epidemia, que não ocorreu no verão e sim no outono. Isto pode ser explicado devido às elevadas temperaturas que se prolongam além do verão, nos meses de abril e maio e à manutenção de reservatórios com água o ano inteiro, independente da pluviosidade, principalmente nas áreas com abastecimento de

água precário. Nestas áreas, além da caixa d'água externa ao forro, existe o tambor no chão como criadouro e muitas moradias em construção também com caixas d'água e tambores no chão. Nas áreas urbanizadas a caixa d'água, mesmo em forro, se mantém como um importante criadouro que produz mosquitos vetores durante o ano todo, independente da pluviosidade e de difícil acesso para controle.

A queda no número de casos ocorreu no final do primeiro semestre, após uma série de medidas serem adotadas pela SMS. Uma importante medida para interrupção da transmissão, o controle químico, ocorreu com atraso, o que dificultou sua operacionalização, uma vez que grandes áreas precisaram ser cobertas. No entanto, em todas as áreas nebulizadas a transmissão foi interrompida, só necessitando de novo ciclo pela não interrupção da transmissão em duas áreas, São Marcos e Carvalho de Moura, justamente as áreas que já apresentavam transmissão desde o ano anterior.

Podemos considerar que a interrupção da transmissão tenha se dado naturalmente pelo esgotamento de pessoas susceptíveis à contaminação. Para Almeida et al. (2008) três fatores devem ser considerados na queda do número de casos de uma alça epidêmica: esgotamento de susceptíveis, intervenções do controle vetorial e condições naturais desfavoráveis, tais como a diminuição da temperatura e umidade reduzindo a população vetorial.

A circulação do sorotipo DENV-3 foi determinada a partir de isolamento de três amostras de vírus durante a epidemia de 2007. Este sorotipo já havia sido isolado no ano anterior em municípios da região e na região Norte da cidade. Apesar do pequeno número de amostras coletadas, há evidências que o DENV-3 não teve grande disseminação no passado no município. Em Campinas, houve isolamento dos sorotipos DENV-1 nos primeiros casos detectados na região em 1995, 1996 e na epidemia de 1998; DENV-2 em 1998 e DENV-3 como responsável juntamente com o DENV-1 pela epidemia de 2001/2002 (Kemp, 2005).

Diferentemente das epidemias anteriores que foram localizadas, a de 2007 se generalizou pelo município. Pode-se supor que grande parte da população estava susceptível ao sorotipo circulante.

O atraso na identificação dos primeiros casos em novas áreas contribui para o rápido espalhamento da transmissão. Quando o diagnóstico de tratar-se de uma epidemia foi realizado, o vírus da dengue já estava infectando grande número de pessoas e atingindo áreas geográficas extensas, dificultando o seu controle (Tauil, 2001).

A circulação de diferentes sorotipos aos quais a população é susceptível pode se associar à gravidade dos casos, o que tem sido observado em vários estudos (Tauil, 2001, Teixeira et al., 1999). A ocorrência das formas hemorrágicas da dengue tem sido, em parte, explicada pela presença de anticorpos devido às infecções sequenciais pregressas por diferentes sorotipos do vírus da dengue. De acordo com essa teoria, na presença de anticorpos contra um sorotipo, a resposta imunológica do indivíduo sensibilizado seria ampliada pela segunda infecção (Barreto e Teixeira, 2008). Tem-se observado que outros fatores também podem estar relacionados com as manifestações clínicas das formas hemorrágicas da dengue, tais como virulência das cepas do agente, comorbidade, genéticos, estado nutricional, entre outros. Para Gubler (1998) a gravidade da doença depende de vários fatores de risco, tais como a cepa e o sorotipo do vírus, a idade, imunidade e os antecedentes genéticos da pessoa infectada.

Desde 1846, há relatos de epidemias de dengue no Brasil, no período de 1846 a 1853, ocorridas em São Paulo e Rio de Janeiro, mas a primeira evidência de ocorrência de epidemia de dengue no Brasil é de 1982, quando foram isolados os sorotipos DENV-1 e DENV-4, em Boa Vista (RO) (Barreto e Teixeira, 2008). Essa epidemia foi rapidamente debelada, e o vírus da dengue não se expandiu para outras áreas, pois o *Aedes aegypti* ainda não estava disperso no território brasileiro, e o combate a esse vetor em poucos meses praticamente o eliminou da cidade de Boa Vista (Donalisio, 1995).

O sorotipo DENV-1 foi reintroduzido no Brasil em 1986, no Estado do Rio de Janeiro. Na década de 1990 foi introduzido o DENV-2, também no Rio de Janeiro. Nos dois primeiros anos da década de 1990, a dengue se manteve quase que inteiramente restrita a cidades dos Estados do Rio de Janeiro, do Ceará, de Alagoas e de Pernambuco. Nos anos subsequentes, a circulação viral (DENV-1 e DENV-2) se expandiu rapidamente para outras áreas do território brasileiro, acompanhando a expansão do seu mosquito vetor, o *Aedes aegypti*, e com circulação simultânea dos dois sorotipos. Em janeiro de 2001, foi confirmada a introdução no país do sorotipo DENV-3, também no Rio de Janeiro.

Tem sido observado que, após a introdução de um dado sorotipo do vírus da dengue em um determinado local, segue-se uma explosão epidêmica com altas taxas de incidência e grande número de casos (Barreto et al., 2008).

O esgotamento de susceptíveis no município de Campinas pode ter tido papel preponderante na diminuição do risco da doença nas regiões Norte e Sul. A longa duração e a alta intensidade da transmissão nestas áreas podem ser resultantes de uma

transmissão severa, mas a baixa frequência aponta para o esgotamento de suscetíveis ou para relativa efetividade das medidas de controle adotadas pela SMS. As condições sócio-ambientais e as dificuldades no combate ao vetor contribuem para que o processo endêmico-epidêmico seja modulado pelo esgotamento de suscetíveis na população sob risco ao invés do controle do vetor (Medronho, 2008).

A sucessão de epidemias, intercaladas por períodos de pequeno número de casos denominados períodos interepidêmicos, pode ser interpretada como uma situação epidemiológica de dengue endêmico, tendência já observada na cidade do Rio de Janeiro (Marzochi, 2004) e em São José do Rio Preto (Mondini et al, 2005). A situação endêmica requer, de um lado, a continuidade das ações de controle vetorial, públicas e da sociedade em geral, a serem progressivamente estimuladas na medida inversa da queda das notificações. A situação endêmico-esporádica pode ser uma meta aceitável de controle para determinadas regiões de grandes metrópoles, que se caracterizam pela urbanização desordenada, insuficiência de saneamento básico, baixa capacidade de mobilização social, dificuldade de acesso às residências pelos agentes de controle do vetor, somando-se a isso a resistência do *Aedes aegypti* aos inseticidas de maior ação residual (como o themephos).

A complexidade da dinâmica de epidemias que envolvem quatro sorotipos, as peculiaridades da resposta imune humana, a elevada competência vetorial do *Aedes aegypti* e as características ambientais dos centros urbanos não permitem prever a ocorrência de novas epidemias, que, no entanto, têm se mostrado cíclicas, acometendo grandes centros em períodos de aproximadamente 4-5 anos. Este comportamento tem sido observado em várias epidemias no Brasil e em outras partes do mundo (França et al., 2004; Bastos, 2004; Souza, 2010).

Neste estudo realizado em 2007 no município de Campinas registrou-se maior acometimento e concentração do risco na região Sul e Norte da cidade, áreas com precária urbanização. O saneamento básico, particularmente o abastecimento de água e a coleta de lixo, mostra-se insuficiente ou inadequado nestas áreas periféricas. Uma das consequências desta situação é o aumento do número de criadouros potenciais do principal mosquito vetor. Particularmente o acesso à água, saneamento básico e coleta de lixo têm sido determinantes no aumento de risco de dengue, notificado em várias ocorrências no país (Costa e Natal, 1998; Tauil, 2002).

Alguns autores abordam a relação entre variáveis relacionadas às condições de vida da população e a ocorrência da dengue; entretanto os resultados encontrados são divergentes (Costa e Natal, 1998; Marzochi, 2004; Barcellos et al., 2005; Ferreira e Chiaravalloti Neto, 2007; Mondini e Chiaravalloti Neto, 2007). A maioria destes estudos utilizou metodologia em que as variáveis relativas às condições de vida foram abordadas em um mesmo nível, não contemplando o contexto social enquanto unidade complexa, no qual fatores sócio-culturais e estruturais urbanos geram uma realidade única em cada local, favorecendo ou não a disseminação da dengue (Machado et al., 2009).

Em seu trabalho Mondini e Chiaravalloti Neto (2007) encontraram relação entre ocorrência de casos de dengue e variáveis socioeconômicas apenas em um período do estudo, não observando os mesmos resultados nos anos posteriores.

Para Tauil (2001) o aumento exorbitante da produção de veículos automotores tem gerado fatores de risco para proliferação do *Aedes aegypti*, uma vez que pneus são criadouros preferenciais dos mosquitos vetores, e na maioria das vezes o descarte ao resíduo é feito de maneira inadequada. Em Campinas este é um problema frequente, principalmente nas áreas às margens de rodovias e ao longo dos cursos d'água.

Uma dificuldade encontrada pelos agentes que desenvolvem o trabalho de campo em Campinas é a alta pendência no trabalho de visita às residências. Após qualificação da pendência, podemos atribui-la a dois motivos principais:

A maioria das pessoas trabalha fora e as casas ficam fechadas no período em que os agentes municipais desenvolvem seu trabalho de visita às residências;

Por razões de segurança as pessoas se recusam a abrir seus domicílios e permitir a entrada do agente de saúde ou de controle de vetor, quer em bairros pobres, quer em áreas ricas.

Pontos de risco

O modelo espacial de risco que leva em consideração a proximidade aos pontos de risco demonstra que realmente estes locais oferecem um risco aumentado de transmissão de dengue nas áreas sob sua influência. No ano de 2007 o aumento do risco associado à proximidade aos pontos de risco foi de 7,3% (tabela 10). Quando a avaliação é feita por quadrissemana, observa-se que a proximidade aos pontos de risco só mostra associação positiva nas três primeiras quadrissemanas epidemiológicas. A

partir da quarta quadrissemana, a proximidade aos pontos de risco passou a indicar associação negativa na área sob sua influência.

Os pontos de risco certamente têm papel importante na amplificação do mosquito vetor. Os resultados deste trabalho apontam para a importância do papel do ponto de risco como modulador do risco da doença no início da transmissão. Estes pontos parecem ter influência sobre a velocidade do espalhamento da transmissão logo que esta se instala. Conforme a epidemia se espalha pelo município estes pontos perdem a importância na influência da transmissão, uma vez que outros criadouros estão disponíveis. Estes resultados reforçam a importância do trabalho regular e sistemático nestes pontos principalmente em períodos interepidêmicos e logo que seja detectada transmissão em determinada área.

Qualidade da informação

No ano do estudo, 2007, houve alteração no sistema de informação alimentado pelo sistema de Vigilância Epidemiológica (SINANW => SINANNET), o que comprometeu a qualidade da informação registrada. O sistema permite que a digitação do endereço do doente seja feita de maneira livre o que leva a inúmeras correções anteriores ao processo de geocodificação dos endereços, atrasando, assim, a utilização das ferramentas de geocodificação automáticas.

A informação constante no SINAN diz respeito aos casos notificados, que representam apenas uma parcela do total de infecções ocorridas, o que produz viés na análise. Os casos assintomáticos e os doentes que não procuram por assistência não aparecem nas estatísticas, o que foi também observado por Galli e Chiaravalloti Neto (2008) em estudo realizado em São José do Rio Preto.

Entre as pessoas que procuram assistência médica, apenas uma parcela é registrada no sistema de vigilância, pois é frequente que o atendimento seja feito adequadamente, com suspeita de dengue e orientações corretas, mas não seja feita a notificação. Em outros casos o diagnóstico é apenas virose.

Um grupo de casos descartados merece algumas observações: entre os 14.138 casos descartados (que não foram dengue), 5.366 o foram pelo critério laboratorial, 4897 pelo critério clínico-epidemiológico e 3.875 estavam com critério em branco. Entre estes últimos podem existir casos positivos que, por não terem tido coleta de sorologia ou resposta laboratorial, tiveram o resultado encerrado burocraticamente no SINAN.

Como a distribuição espacial deste grupo é a mesma dos casos confirmados, provavelmente eles só foram descartados por não ter havido uma análise mais sensível do banco de dados no momento do encerramento. Utilizando-se a função Kernel do ArcMap, observou-se que não houve perda de informação em relação a locais de risco, uma vez que, se houve descarte de casos positivos neste grupo, eles estavam em áreas de risco já conhecidas e a perda foi aleatória.

No mês de abril, quando o município ultrapassou o limite de 300 casos por 100.000 habitantes, o processamento dos exames sorológicos foi interrompido pelo laboratório de referência. Por um acordo entre o município e o laboratório estadual, os exames já colhidos foram congelados e processados posteriormente. Enquanto isso, os casos no banco ficavam em aberto ou eram fechados pelo critério clínico-epidemiológico. Isto explica o porquê do fechamento dos 3.875 casos sem determinação do critério: foram casos que não foram avaliados oportunamente para encerramento por critério clínico-epidemiológico e que não colheram sorologia.

Outros vieses de informação que devem ser considerados neste trabalho são:

As áreas mais carentes de infraestrutura são as que não estão contempladas na base de ruas do município, dificultando a localização espacial. São, em grande parte, ocupações irregulares onde a população se instala antes da infraestrutura chegar.

Os casos foram geocodificados pelo local de residência do doente. Nem sempre este local coincide com o de infecção, pois as pessoas trabalham, estudam, namoram, enfim, têm circulação intensa no município. Em períodos interepidêmicos, com uma investigação epidemiológica adequada, é possível estabelecer com relativa segurança o local provável de infecção, no entanto, com uma epidemia generalizada no município fica difícil estabelecer se a transmissão se deu neste ou naquele local.

Apesar das dificuldades e vieses, as informações disponíveis permitiram uma avaliação consistente e orientaram tomadas de decisão importantes e adequadas. A percepção e o reconhecimento das falhas possibilitam reflexão sobre a importância do sistema de informação e da qualidade da informação nele inserida para que se invista sempre na formação dos profissionais que colhem a informação, alimentam e avaliam o sistema.

Gênero e faixa etária

A faixa etária acima de 14 anos e o sexo feminino podem ser considerados fatores de risco para contrair dengue em Campinas. O risco de infecção foi maior entre

adultos. De acordo com um levantamento feito por Flauzino em 2009, estes achados eram esperados. Torres (2005) comenta que as populações de faixas etárias mais elevadas são mais afetadas pela dengue por serem mais suscetíveis, e as mulheres, devido ao vetor ser encontrado no ambiente domiciliar.

Enquanto no Sudeste Asiático a dengue é uma doença predominantemente infantil (Barreto e Teixeira, 2008; Medronho, 2008), no Brasil, até 2006, a incidência da febre de dengue, de dengue hemorrágica e até mesmo das infecções inaparentes por esse agente era muito mais elevada em adultos (Halstead, 2006; Siqueira et al., 2005, Teixeira e Barreto, 2005). Contudo, na epidemia que explodiu no município do Rio de Janeiro em 2008, verificou-se uma súbita elevação da incidência entre menores de quinze anos, tanto de dengue clássica como de FHD (Barreto e Teixeira, 2008). Porém, esse deslocamento de faixa etária já vinha ocorrendo de forma menos visível nos internamentos por FHD ocorridos no ano de 2007, para o país como um todo (Teixeira e Barreto, 2008).

Outro importante acontecimento relacionado à FHD no Brasil é a observação de que até 2006 os casos predominavam na faixa etária de 20 a 40 anos de idade, porém em 2007 verificou-se que 53% dos casos ocorreram entre menores de quinze anos de idade (Teixeira e Barreto, 2008), mudança que se manteve no primeiro semestre de 2008 (Barreto e Teixeira, 2008).

Uso do SIG, ferramenta de análise espacial e diagnóstico epidemiológico

Os estudos epidemiológicos que incluem a localização espacial e uso de SIG, tornam-se aos poucos imprescindíveis para a análise da determinação das doenças. Esse tipo de abordagem permite o resgate do contexto socioambiental na produção e reprodução da doença além de auxiliar os serviços de saúde para o controle e a vigilância da doença (Souza-Santos, 2000).

A incorporação dos SIG pela Saúde tem história relativamente recente e ainda depende de um conjunto de bases tecnológicas e metodológicas em fase de implementação (Barcellos et al., 2008). É de responsabilidade da gestão municipal a captação dos dados e o correto preenchimento dos campos dos formulários desses sistemas de informações, inclusive daqueles reservados à localização geográfica, como nome e código de logradouro e bairro de residência.

No Brasil, o cenário atual da aplicação dos SIG em saúde é extremamente favorável e pode ser sumarizado segundo quatro eixos de desenvolvimento:

disponibilidade de bases de dados, aperfeiçoamento de programas computacionais, desenvolvimento tecnológico e capacitação de pessoal. Esses eixos são inter-relacionados e cada solução tecnológica pode ter reflexos sobre os programas e exigir um redirecionamento das iniciativas de capacitação. As soluções para a democratização desse conjunto de ferramentas são, portanto, integradas e exigem a coordenação de esforços entre a Saúde e outros setores.

Este trabalho mostra a importância do uso das técnicas de geoprocessamento e sua aplicabilidade na rotina da Vigilância em Saúde. Uma Vigilância Epidemiológica ágil é fundamental para interferências rápidas e importantes no controle da transmissão de dengue. Tais técnicas e a análise espacial podem ser incorporadas à rotina da Vigilância Epidemiológica, trazendo informações de utilidade para a identificação de áreas de risco, a compreensão dos caminhos e da lógica de transmissão de doenças no espaço urbano, bem como indicar locais estratégicos para atuação dos programas de controle.

Técnicas de geoprocessamento auxiliam na compreensão dos caminhos da transmissão, trazendo informações que, em tempo real, podem redirecionar as equipes de controle de vetores para intervir em regiões de maior risco, concentrar esforços na interrupção da transmissão em áreas de início da circulação viral bem como evitar a entrada em regiões ainda não atingidas.

O método utilizado se mostrou adequado para identificação de áreas de risco. A utilização do SIG para localização dos casos está cada vez mais acessível aos serviços, representadas principamente pelos *softwares* de uso livre, como Google Earth e TerraView. O R como software de análise estatística e gerador do modelo de risco também se mostrou adequado para uso em serviço, principalmente por também ser um software livre. As bases cartográficas digitais do município não são atualizadas na mesma medida da expansão real das áreas, o que é um problema para a localização dos logradouros.

O Google Earth foi de extrema utilidade para a localização das áreas novas e das áreas de ocupação ainda não regularizadas oficialmente no município.

As ferramentas e o método utilizado podem tranquilamente ser reproduzidos em outras situações de interesse da Vigilância Epidemiológica na rotina dos serviços de saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfrentamento da maior epidemia de dengue da história do município de Campinas no ano de 2007 pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) levou à reestruturação do Programa Municipal de Controle da Dengue de Campinas, iniciada com uma oficina realizada em outubro de 2007. A partir da oficina, o município investiu na contratação de profissionais e capacitação dos mesmos, além de rever e uniformizar condutas entre os Distritos de Saúde e o Centro de Controle de Zoonoses (CCZ) e fortalecer a coordenação do programa tanto no nível municipal como nos Distritos e CCZ.

A vigilância epidemiológica tem o importante papel de estimular os profissionais de saúde para detecção precoce de casos suspeitos, evitando, assim, epidemias de grandes dimensões. É importante que ela esteja atenta à ocorrência de novos casos e à localização espacial do risco para que as decisões sejam tomadas em tempo adequado ao controle da epidemia.

A qualidade da informação registrada na ficha de notificação e do banco de dados é fundamental para permitir o uso das ferramentas de geoprocessamento em tempo adequado. A capacitação de pessoal para preencimento adequado da ficha deve ser um trabalho permanente das equipes de vigilância.

Ainda que existam limitações neste estudo, uma doença como a dengue, com transmissão vetorial, cujo mosquito normalmente apresenta um pequeno deslocamento durante seu ciclo de vida, a localização pontual dos casos pode ser bastante esclarecedora e direcionar medidas de controle.

O risco obtido no modelo que inclui a proximidade aos pontos de alto risco reforça a importância do trabalho sistemático e periódico nestes locais, da maneira como é preconizado pelas diretrizes nacionais para o controle da dengue.

Finalmente, as ações de prevenção do dengue necessitam de envolvimento de outros setores da sociedade, particularmente na questão da melhoria das condições de urbanização e de habitação, coleta regular de lixo, abastecimento permanente de água e educação da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida MCM, Assunção RM, Proietti FA, Caiaffa WT. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1996-2002. Cad. Saúde Pública. 2008, vol.24, n.10, pp. 2385-2395. ISSN 0102-311X.

Araujo JR, Ferreira EF, Abreu MHNG. Revisão sistemática sobre estudos de espacialização da dengue no Brasil. Rev. bras. epidemiol. 2008, vol.11, n.4, pp. 696-708. ISSN 1415-790X.

Barata EAMF, et al. População de Aedes aegypti (I.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. Revista de Saúde Pública, 35(3):237-42, 2001.

Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. Rev Soc Bras Med Trop 2005; 38:246-50.

Barcellos C, et al. Georreferenciamento de dados de saúde na escala submunicipal: algumas experiências no Brasil. Epidemiol. Serv. Saúde. 2008, vol.17, n.1, pp. 59-70. ISSN 1679-4974.

Barreto FR et al. Spread pattern of the first dengue epidemics in the City of Salvador, Brazil. BMC Public Health, v.8, n.1, p.51e, 2008.

Barreto ML, Teixeira MG. Dengue no Brasil: situação epidemiológica e contribuições para uma agenda de pesquisa. Estud. av. 2008, vol.22, n.64, pp. 53-72. ISSN 0103-4014.

Bastos, MS. Perfil soroepidemiológico do dengue diagnosticado na Fundação de Medicina Tropical do Amazonas (1998-2001). [Dissertação de Mestrado]. Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ, 2004.

Bithell JF. An application of density estimation to geographical epidemiology. Statistics in Medicine 1990; 9:691-701.

Bonfim C, Medeiros Z. Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 10, n. 1, p. 53-62, dez. 2008. www.ccs.uel.br/espacoparasaude

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília : Ministério da Saúde, 2009. 160 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

Brito M, Forattini OP. Produtividade de criadouros de *Ae. albopictus* no Vale do Paraíba, SP, Brasil. Revista de Saúde Pública, 38:209-15, 2004.

Caiaffa WT, Almeida MC, Oliveira CD, Friche AA, Matos SG, Dias MA, et al. The urban environment from the health perspective: the case of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. Cad Saude Publica. 2005; 21(3):958-967.

Chiaravalloti Neto F. Conhecimentos da população sobre dengue, seus vetores e medidas de controle em São José do Rio Preto, São Paulo. Cad. Saúde Pública 1997, vol.13, n.3, pp. 447-453. ISSN 0102-311X.

Consoli RAGB, Oliveira RL. Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 1994. 228p. il.

Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. Rev Saude Publica. 1998;32(3):232-6.

Costa MCN, Teixeira MG. A concepção de espaço na investigação epidemiológica. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro; 1999. v. 15, p. 271-9.

Czeresnia D, Ribeiro AM. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. Cadernos de saúde pública Rio de Janeiro, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000. v. 16, n. 3. p. 595-617.

Diggle PJ. Statistical analysis of spatial point patterns, 2nd ed. London: Arnold, 2003.

Dollfus O. O Espaço Geográfico. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.

Donalisio, MR. O enfrentamento de epidemias: as estratégias e perspectivas do controle do dengue. Campinas, SP [Tese de Doutorado] - Universidade Estadual de Campinas, 1995.

Donalisio MR. Descentralização das ações de vigilância e controle de vetores - municipal estadual regional. Revista Saúde e Sociedade, 1995; 4(1/2):137-140.

Donalisio MR. O dengue no espaço habitado. Ed Hucitec, SP, 1999.

Donalisio MR, Glasser CM. Entomological surveillance and control of dengue fever vectors. Revista Brasileira de Epidemiologia, 5(3):259-79, 2002.

Donanngelo MCF. Saúde e Sociedade, São Paulo, Duas Cidades, 1976.

Ferreira GS. Análise espaço-temporal da distribuição dos casos de dengue na cidade do Rio de Janeiro no período de 1986 a 2002 [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2004.

Ferreira AC, Chiaravalloti Neto F. Infestação de área urbana por *Aedes aegypti* e relação com níveis socioeconômicos. Rev Saúde Pública 2007; 41:915-22.

Figueiredo LTM, Cavalcante SMB, Simões MC. Dengue serologic survey of school children in Rio de Janeiro, Brazil, 1986 and 1987. Bull Pan Am Health Organ 1990; 24:217-25.

Flauzino RF, Souza-Santos R, Oliveira RM. Dengue, geoprocessamento e indicadores socioeconômicos e ambientais: um estudo de revisão. Rev Panam Salud Publica 2009, vol.25, n.5, pp. 456-461. ISSN 1020-4989.

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, 53:489-506, 1995.

França E, Abreu D, Siqueira M. Epidemias de dengue e divulgação de informações pela imprensa. Cad. Saúde Pública. 2004, vol.20, n.5, pp. 1334-1341. ISSN 0102-311X.

Galli B, Chiaravalloti Neto F. Modelo de risco tempo-espacial para identificação de áreas de risco para ocorrência de dengue. Rev. Saúde Pública [online]. 2008, vol.42, n.4, pp. 656-663. Epub 09-Maio-2008. ISSN 0034-8910.

George P. Os Métodos da Geografia. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.

Gomes AS, Sciavico CJS, Eiras AE. Periodicidade de oviposição de fêmeas de *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) em laboratório e campo. Rev. Soc. Bras. Med. Trop. [online]. 2006, vol.39, n.4 ISSN 0037-8682.

Gubler DJ. Dengue. In: MONATH T. P. The arboviruses epidemiology and ecology, vol.2, Boca Raton, Florida, CRC Press: 223- 60, 1989.

Halstead SB. Dengue in the Americas and Southeast Asia: do they differ? Revista Panamericana Salud Publica, v.20, n.6, p.407-15, 2006.

Hastie TJ, Tibshirani RJ. Generalized additive models. London: Chapman and Hall., 1990.

Hosmer Jr, David W and Lemeshow, Stanley. Applied logistic regression. 2000. New York, John Wiley & Sons.

Ibanez-Bernal S, et al. A first record in America of Ae. Albopictus naturally infectedwith dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. Medical and Veterinary Entomology, 11:305-09, 1997.

Kelsall JE, Diggle PJ. Spatial variation in risk of disease: a nonparametric binary regression approach. Applied Statistics 1998;47:559-73.

Kemp B. Os casos que não se confirmaram como dengue durante a epidemia de dengue no município de Campinas / SP, 2002 [Tese de Doutorado] Campinas, SP Universidade Estadual de Campinas, 2005.

Lagrotta MTF. Geoprocessamento de indicadores entomológicos na identificação de áreas, imóveis e recipientes "chaves" no controle do *Aedes aegypti* [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2006.

Machado JP, Oliveira RM, Souza-Santos R. Análise espacial da ocorrência de dengue e condições de vida na cidade de Nova Iguaçu, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública 2009, vol.25, n.5, pp. 1025-1034. ISSN 0102-311X.

Marzochi KBF. Dengue endêmico: o desafio das estratégias de vigilância. Rev Soc Bras Med Trop 2004; 37:413-5.

Medronho RA. Geografia da dengue no Município do Rio de Janeiro: uma análise do geoprocessamento [dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 1993.

Medronho RA. Geoprocessamento e saúde: uma nova abordagem do espaço no processo saúde doença. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; 1995.

Medronho RA. A Dengue e o ambiente urbano. Rev Bras Epidemiol 2006; 9(2): 159-61

Medronho RA. Dengue no Brasil: desafios para o seu controle Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 24(5):948-949, mai, 2008

Mondini A, Chiaravalloti Neto F, Gallo y Sanches M, Lopes, JCC. Análise espacial da transmissão de dengue em cidade de porte médio do interior paulista. Rev. Saúde Pública. 2005, vol.39, n.3, pp. 444-451. ISSN 0034-8910.

Mondini A, Chiaravalloti-Neto F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. Rev Saúde Pública. 2007;41(6):923-30.

Natal D. Bioecologia do *Aedes aegypti*. Biológico, São Paulo, v.64, n.2, p.205-7, jul./dez., 2002.

Nobre A, et al. Instrução para pessoal de combate ao vetor – Manual de Normas Técnicas. 2ª ed. – Brasília: Ministério da Saúde – Secretaria Executiva do Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* no Brasil – PEAa. 1998, 76p. il.

Oliveira FJGO. Reestruturação produtiva e regionalização da economia no território fluminense [Tese de Doutorado] São Paulo: Universidade de São Paulo; 2003.

Pereira M, Barbosa GL. Pesquisa larvária e positividade de recipientes com *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no Estado de São Paulo. XXXI Congresso da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, São Paulo, 1995.

Pereira M. Produtividade e habitats larvários de *Aedes aegypti* em Santos, Estado de São Paulo. [Tese de Doutorado] Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Epidemiologia - São Paulo, 2001.

Pessoa SB. Ensaios Médico-Sociais. São Paulo: CEBES/Editora Hucitec; 1978.

Pignatti MG. Saúde e ambiente: as práticas sanitárias para o controle do dengue no Estado de São Paulo (1985-1995). [Dissertação de Mestrado] Campinas, 1996.

Pontes RJS. Estudo da epidemia de dengue no município de Ribeirão Preto, SP, 1991-1992 [tese de doutorado]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP; 1992.

Reiter P, Amador MA, Anderson RA, Clark GG. Dispersal of Aedes aegypti in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 52:177-79, 1995.

Reiter P, Gubler DJ. Surveillance and control of urban dengue vectors. In: Gubler DA and Kuno G. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever; New York: Cab International; 1998.

Reiter P, Lathrop S, Bunning M, Biggerstaff B, Singer D, Tiwari T, et al. Texas lifestyle limits transmission of dengue virus. Emerg Infect Dis. [periódico na internet] 2003 [Acesso em 1/12/2010]; 9(1):86-9. Disponível em: http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol9no1/02-0220.htm

Ruppert D, Wand MP, Carroll RJ. Semiparametric regression. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

Sabroza PC, Kawa H, Campos WSQ. Doenças transmissíveis, ainda um desafio. In: Os Muitos Brasis. Saúde e População na Década de 80 (M. C. S. Minayo, org.), São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec/Abrasco; 1995. p. 177-244.

San Pedro A, Souza-Santos R, Sabroza PC, Oliveira RM. Condições particulares de produção e reprodução da dengue em nível local: estudo de Itaipu, Região Oceânica de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública. 2009, vol.25, n.9, pp. 1937-1946. ISSN 0102-311X.

Santos M. O espaço dividido: os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos. Rio de Janeiro; Livraria Francisco Alves Editora; 1979.

Santos M. Espaço e Método. São Paulo. Nobel; 1985.

São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. Centro de Vigilância Epidemiológica – CVE, Dados Estatísticos – Lista de Tabelas e Mapas. Disponível em < http://www.cve.saude.sp.gov.br/htm/zoo/dengue_dados.html >. Acesso em 04 dezembro de 2010.

Silva LJ. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. Cadernos de Saúde Pública; 1997. v. 13 p. 585-93.

Silva LJ. A dengue e suas raízes. Jornal do Cremesp - Edição 175 - Março de 2002 – Opinião.

Siqueira JB, Martelle CM, Maciel IJ, Oliveira RM, Ribeiro MG, Amorim FP, et al. Household survey of dengue infection in Central Brazil: spatial point pattern analysis and risk factors assessment. Am J Trop Med Hyg. 2004; 71 (5):646-51.

Siqueira JB et al. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981–2002. Emerging Infectious Diseases, v.11, n.1, p.48-53, 2005.

Snow J. Mode of communication of cholera, 2.ed., London, John Churchill, 1855. Segunda edição em língua portuguesa. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 1990.

Souza, LS. Distribuição intra-urbana dos casos de dengue no município de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, 2007-2008. [Dissertação de Mestrado] Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

Souza-Santos R, Carvalho MS. Análise da distribuição espacial de larvas de *Aedes aegypti* na Ilha do Governador, Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública. 2000;16(1):31–42.

Stephan C. Distribuição espacial do risco de acidente de trabalho entre trabalhadores precarizados de Piracicaba. [Tese de Doutorado] Campinas, SP Universidade Estadual de Campinas, 2008.

Superintendência de Controle de Endemias. Manual de Vigilância Entomológica de *Aedes aegypti*. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo, Governo do Estado de São Paulo; 1997.

Tauil, PL. Urbanização e ecologia do dengue. Cad. Saúde Pública 2001, vol.17, supl., pp. S99-S102. ISSN 0102-311X.

Tauil PL. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 18(3):867-71, mai-jun, 2002.

Teixeira MG, Barreto ML, Guerra Z. Epidemiologia e medidas de prevenção do dengue. Inf. epidemiol. SUS. 1999;8(4):5-33.

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.

Teixeira MG, Barreto ML. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences? Cadernos de Saúde Pública, v.21, n.5, p.1307-15, Sept.-Oct. 2005.

Teixeira, MG, Barreto, ML. Recent Shift in Age Pattern of dengue Hemorrhagic Fever, Brazil. Emerging Infectious Diseases, v.14, n.10, p.1663, 2008.

Teixeira TRA, Medronho RA. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Cad. Saúde Pública. 2008, vol.24, n.9, pp. 2160-2170. ISSN 0102-311X.

Torres EM. Dengue. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz; 2005.

Tun-Lin W, Kay BH, Barnes, A. Understanding productivity, a key to Ae. aegypti surveillance. American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 53:595-601, 1995.

Van-Benthen BH, Vanwambeke SO, Khantikul N, Burghoorn-Maas C, Panart K, Oskam L, et al. Spatial patterns of and risk factors for seropositivity for dengue infection. Am J Trop Med Hyg. 2005;72(2):201-8.

Yasuno M, Tonn RJ. A study of bitting habits if *Aedes aegypti* in Bangkok Thailand. Bull. World Health Organ., 43:319-25, 1970.