

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PARASITOLOGIA

Análise espacial e temporal da distribuição de casos de dengue e do monitoramento de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em duas regiões de Belo Horizonte (MG): influências das variáveis climáticas e das intervenções para controle do vetor

Diogo Portella Ornelas de Melo

Belo Horizonte, Minas Gerais
2009

Diogo Portella Ornelas de Melo

Análise espacial e temporal da distribuição de casos de dengue e do monitoramento de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) em duas regiões de Belo Horizonte (MG): influências das variáveis climáticas e das intervenções para controle do vetor.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Parasitologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Parasitologia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Parasitologia.

Área de concentração: Entomologia

Orientador: Dr. Álvaro Eduardo Eiras (UFMG)

Belo Horizonte, Minas Gerais
2009

Agradecimentos

A Deus, por me capacitar na busca por novos horizontes e me conceder paciência nos momentos difíceis.

À minha família, pelo amor que propiciou o ambiente de meu desenvolvimento.

Ao Dr. Álvaro Eduardo Eiras pela orientação e por incentivar e auxiliar o desenvolvimento do trabalho.

Ao colegiado e corpo docente do Programa de Pós-graduação em Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais pela contribuição na formação.

Aos colegas do LABEQ.

À Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, mais especificamente, aos funcionários que possibilitaram a execução do trabalho:

Dra Celeste de Souza Rodrigues (GVSI); Silvana Tecles Brandão (GECOZ); Luiz Otávio Alves de Carvalho (GERCZO-N); Rodrigo Fabiano do Carmo Said (GERCZO-O); Kátia Magalhães Almeida Silva e Marina Rocha Braz (GEREPI-N); Kátia Bicalho dos Santos e Rita de Cássia Santiago Lana (GEREPI-O).

Ao Laboratório de Entomologia da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte pela contribuição com os dados faltantes, especificamente aos biólogos José Carlos e Ivan Sonoda.

Aos agentes de campo das Gerências Regionais de Controle de Zoonoses Norte e Oeste que em 6 anos e ½ realizaram mais de 4.000.000 de vistorias, porta a porta, e aos digitadores que registram essas informações.

Aos queridos amigos da Norte.

À Ecovec Ltda., pelo fornecimento dos dados necessários e por possibilitar o ambiente para discussões.

Ao Luciano Rios Scherrer, pelo apoio estatístico.

À minha amada Thessa, que suportou as ausências, e que nas presenças (pra mim sempre tão breves...) foi meu alívio. Suas palavras me deram forças: "Tá acabando!"

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO.....	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i> (Linnaeus, 1762) e <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i> (Skuse, 1894).....	1
1.1.2 Nutrição	3
1.1.3 Oviposição.....	4
1.1.4 Dispersão de <i>A. aegypti</i>	6
1.1.4 Importância médica.....	8
1.2 Dengue.....	10
1.2.1 Fatores climáticos influenciando ocorrência de dengue	12
1.3 Controle da dengue.....	13
1.4 Controle da dengue no Brasil.....	16
1.4.1 Vigilância da ocorrência de casos de dengue.....	17
1.4.2 Vigilância entomológica	18
A. Vistorias dos imóveis	18
B. Tratamento focal.....	18
C.Tratamento perifocal.....	20
D. Bloqueio de transmissão	20
1.4.3 Monitoramento do <i>A. aegypti</i>	21
A. Levantamento de índice de infestação	21
B. Armadilha de oviposição - Ovitampa	22
1.5 Avaliação das medidas de controle da dengue	24
1.6 Monitoramento Inteligente da Dengue (MI-Dengue)	25
1.7 Modelos preditivos de surtos de doenças causadas por patógenos transmitidos por vetores.	27
1.8 Análise espaço-temporal de eventos em saúde.....	29
1.8.1 Métodos de detecção de conglomerados espaço-temporais.....	30
A. Varredura circular para detecção de conglomerados espaciais	30

B. Varredura circular para detecção de conglomerados espaço temporais	33
2. JUSTIFICATIVA	36
3. OBJETIVOS	39
Objetivo Geral	39
Objetivos específicos	39
4. METODOLOGIA.....	40
4.1 Caracterização das áreas de estudo.....	40
4.2 Obtenção dos dados	42
4.2.1 Dados da vigilância epidemiológica	42
A. Vigilância da ocorrência de casos	42
B. Vigilância entomológica e controle do <i>Aedes aegypti</i>	43
<input type="checkbox"/> Pesquisa larvária.....	44
<input type="checkbox"/> Armadilha de oviposição - ovitrampa	45
<input type="checkbox"/> Armadilha de captura de adulto – MosquiTRAP	47
4.2.2 Medidas de controle do <i>Aedes aegypti</i> executadas nas áreas de estudo – Tratamento focal.....	48
4.2.3 Dados meteorológicos:	49
4.2.4 Dados demográficos	50
4.3 Preparação do banco de dados	53
Estrutura do banco de dados:	53
4.4 Semivariograma do monitoramento do vetor.....	54
4.5 Varredura para detecção de conglomerados espaço temporais	55
4.5.1 Casos de dengue.....	55
4.5.2 Monitoramento do vetor	56
4.5.3 Verificação da sobreposição entre os conglomerados.....	57
4.6 Avaliação das variáveis influenciando a ocorrência de casos de dengue e o monitoramento do vetor	59
4.6.1 Associação espacial entre as variáveis	59
4.6.2 Associação temporal das variáveis associadas espacialmente.....	61
4.6.3 Modelos Lineares Generalizados	62
A. Avaliação das variáveis influenciando a distância entre os casos de dengue 62	
<input type="checkbox"/> Modelo de Regressão Gama	62
B. Avaliação das variáveis influenciando o registro do vetor.....	65

□ Modelo de Regressão de Poisson	65
□ Modelo de Regressão Binomial	67
5 RESULTADOS	69
5.1 Obtenção dos dados	69
5.1.1 Casos de dengue.....	69
5.1.2 Variáveis climáticas e meteorológicas	76
5.1.3 Medidas de controle.....	78
5.1.4 Monitoramento do vetor	80
A. Pesquisa Larvária	80
B. Armadilha de oviposição – Ovitampa	84
C. Armadilha de mosquitos adultos – MosquiTRAP	86
5.2 Semivariograma	89
5.3 Detecção de conglomerados espaciais e temporais.	91
5.3.1 Conglomerados de casos	91
A. Distrito Sanitário Norte	91
B. Distrito Sanitário Oeste	94
5.3.2 Conglomerados de ovos coletados pelas ovitrampas.....	97
A. Distrito Sanitário Norte	97
B. Distrito Sanitário Oeste	97
5.3.3 Conglomerados de <i>Aedes aegypti</i> coletados pelas armadilhas MosquiTRAP	102
5.3.4 Conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> e <i>Aedes albopictus</i> coletadas durante as atividades de pesquisa larvária	105
5.3.5 Sobreposições dos conglomerados detectados pela varredura circular espaço-temporal	110
A. Conglomerados de casos X conglomerados do monitoramento do vetor....	110
□ Casos de dengue e ovitrampas.....	110
□ Casos de dengue e MosquiTRAP	111
□ Casos de dengue e pesquisa larvária	111
Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos do monitoramento do vetor.	122

B. Sobreposições entre os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor	124
□ Ovitampa X Pesquisa Larvária.....	124
□ Pesquisa larvária X MosquiTRAP	129
□ Ovitampa X MosquiTRAP	129
□ Pesquisa larvária: conglomerados de imóveis com presença de larvas de <i>Aedes aegypti</i> X conglomerados de imóveis com presença de larvas de <i>Aedes albopictus</i>	129
Avaliação das sobreposições entre os conglomerados obtidos pelos diferentes métodos utilizados no monitoramento do vetor.	136
5.4 Modelos lineares generalizados	138
5.4.1 Distância entre os casos de dengue	138
5.4.2 Monitoramento do vetor	148
A. Modelo de Regressão de Poisson.....	148
□ MosquiTRAP – capturas de adultos de <i>Aedes aegypti</i>	148
□ Ovitampas – ovos coletados	152
B. Modelo de Regressão Binomial	156
□ Positividade das ovitampas.....	156
□ Positividade das armadilhas MosquiTRAP	159
6 DISCUSSÃO	161
7 CONCLUSÃO.....	173
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	175

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Fêmea de <i>Aedes aegypti</i> à esquerda; à direita, fêmea de <i>Aedes albopictus</i> .	3
FIGURA 2. A) Aspecto geral de uma ovitrampa; B) Ovos aderidos em palheta.	23
FIGURA 3. Ferramentas que compõe o MI-Dengue. A) Componentes da MosquiTRAP; B) MosquiTRAP®; C) Atraedes®; D) computador de mão; E) sistema de geo-processamento.	25
FIGURA 4. Mapa elaborado por John Snow identificando os endereços onde ocorreram os óbitos por cólera, e a aglomeração demonstrada pelas barras escuras.	29
FIGURA 5. Varredura espacial de uma região. Os círculos são centrados no centróide de cada sub-área e seus raios crescem continuamente, formando zonas candidatas à composição de conglomerados.	32
FIGURA 6. Exemplos de cilindros encontrados mediante varredura espaço temporal de uma região. O centro dos cilindros é localizado no centróide de cada sub-área. Para cada centróide o raio e a altura crescem independentemente, constituindo zonas candidatas à composição de conglomerados.	34
FIGURA 7. Localização geográfica das duas áreas de estudo.	41
FIGURA 8. Locais de instalação das armadilhas de oviposição. Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2002 - 2008.	46
FIGURA 9. Locais de instalação das armadilhas de oviposição. Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2002 – 2008.	46
FIGURA 10. Locais de instalação das armadilhas MosquiTRAP. Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2007 – 2008.	47
FIGURA 11. Divisão dos distritos em setores censitários nos Distritos Sanitários Norte.(A) e Oeste (B) de Belo Horizonte, Minas Gerais.	51
FIGURA 12. Divisão das quadras dos Distritos Sanitários Norte (A) e Oeste de Belo Horizonte (MG).	52
FIGURA 13. Metodologia utilizada na seleção das quadras localizadas a 200 m do caso de dengue e a 200 m de cada armadilha instalada para agregação espacial dos dados georreferenciados.	60

- FIGURA 14.** Localização dos casos de dengue ocorridos na população residente do Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) por ano de ocorrência, de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. 71
- FIGURA 15.** Localização dos casos de dengue ocorridos na população residente do Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) por ano de ocorrência, de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. 72
- FIGURA 16.** Distribuição espacial e temporal dos casos de dengue ocorridos no Distrito Sanitário Norte no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. A) Gráfico de dispersão utilizando como eixos X e Y as coordenadas métricas e como eixo Z as datas que compuseram o intervalo de tempo avaliado; B) Limite do Distrito Sanitário Norte utilizando as coordenadas métricas nos eixos X e Y. 73
- FIGURA 17.** Distribuição espacial e temporal dos casos de dengue ocorridos no Distrito Sanitário Oeste no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. A) Gráfico de dispersão utilizando como eixos X e Y as coordenadas métricas e como eixo Z as datas que compuseram o intervalo de tempo avaliado; B) Limite do Distrito Sanitário Oeste utilizando as coordenadas métricas nos eixos X e Y. 74
- FIGURA 18.** Número de casos de dengue registrados por semana epidemiológica e ano de ocorrência (2002 a 2008) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, MG. 75
- FIGURA 19.** Distribuição dos casos de dengue registrados por semana epidemiológica de 2002 a 2008 nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, MG. 75
- FIGURA 20.** Médias dos valores das variáveis meteorológicas por semana epidemiológica de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 no município de Belo Horizonte, MG. A) Precipitação; B) Umidade relativa do ar; C) Radiação solar; D) Temperatura mínima; E) Temperatura média; F) Temperatura máxima. 77
- FIGURA 21.** Número de fêmeas de *A. aegypti* capturadas por semana epidemiológica de instalação das armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008. 87
- FIGURA 22.** Índice Médio de fêmeas de *A. aegypti* capturadas por semana epidemiológica de instalação das armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008. 88
- FIGURA 23.** Índice de Positividade da MosquiTRAP, por semana epidemiológica de instalação no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008. 88

- FIGURA 24.** Semivariogramas experimentais realizados através dos resultados semanais do monitoramento do vetor obtidos mediante as armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte (MG), de 1º de janeiro de 2007 a 30 de junho de 2008. A) ovitrampa, Distrito Sanitário Oeste, 12ª semana epidemiológica de 2007; B) ovitrampa, Distrito Sanitário Norte, 12ª semana epidemiológica de 2007; C) ovitrampa, Distrito Sanitário Oeste, 4ª semana epidemiológica de 2008; D) ovitrampa, Distrito Sanitário Norte, 14ª semana epidemiológica de 2008; E) MosquiTRAP, Distrito Sanitário Oeste, 14ª semana epidemiológica de 2007; F) MosquiTRAP, Distrito Sanitário Oeste, 12ª semana epidemiológica de 2008. 90
- FIGURA 25.** Localização geográfica dos conglomerados de casos de dengue detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. 93
- FIGURA 26.** Localização geográfica dos conglomerados de casos de dengue detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. 96
- FIGURA 27.** Localização geográfica dos conglomerados de ovos de *Aedes sp.* coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008. 99
- FIGURA 28.** Localização geográfica dos conglomerados de ovos de *Aedes sp.* coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008. 101
- FIGURA 29.** Localização geográfica dos conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* coletadas pelas armadilhas MosquiTRAP, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 – 2008. 104
- FIGURA 30.** Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008. 107
- FIGURA 31.** Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no

Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.	108
FIGURA 32. Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.	109
FIGURA 33. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	114
FIGURA 34. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	115
FIGURA 35. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (coletadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.	117
FIGURA 36. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	119
FIGURA 37. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	120
FIGURA 38. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	121
FIGURA 39. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	126
FIGURA 40. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> , verificadas no	

	Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	127
FIGURA 41.	Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> , verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	128
FIGURA 42.	Localização geográfica da sobreposição entre o conglomerado de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> (pesquisa larvária) e o conglomerado de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (MosquiTRAP), verificada no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.	132
FIGURA 43.	Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (coletadas pelas MosquiTRAPs), verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.	133
FIGURA 44.	Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> e os conglomerados de imóveis contendo larvas <i>Aedes albopictus</i> (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária), verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	135
FIGURA 45.	Distribuições da variável <i>MEDDISTCASOS</i> nas três aproximações utilizadas, considerando os diferentes períodos antes e após a data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, de 2002 a 2008. A) 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso; B) 22 dias antes; C) 22 dias após.	139
FIGURA 46.	Gráficos de dispersão da variável <i>MEDDISTCASO</i> e variáveis incluídas no modelo que considerou os 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, de 2002 a 2008. A) <i>MEDDISTCASOS X TEMPMIN</i> ; B) <i>MEDDISTCASOS X UMIDREL</i> ; C) <i>MEDDISTCASOS X Soma de PRECIPIT</i> ; D) <i>MEDDISTCASOS X OVOS</i> ; E) <i>MEDDISTCASOS X CONTATRATS</i> ; F) <i>MEDDISTCASOS X SOMALARVALB</i> .	146
FIGURA 47.	Gráficos de dispersão da variável <i>MEDDISTCASO</i> e variáveis incluídas nos modelos que consideraram os períodos de 22 dias anteriores e 22 dias posteriores à data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, de 2002 a 2008. A) <i>MEDDISTCASOS_A X DIRVENTO_A</i> ; B) <i>MEDDISTCASOS_A X Soma de</i>	

PRECIPIT_A; C) MEDDISTCASOS_D X UMIDREL_A; D) MEDDISTCASOS_D X DIRVENTO_D; E) MEDDISTCASOS_D X Soma de PRECIPIT_D ; F) MEDDISTCASOS_D X UMIDREL_D.

147

FIGURA 48. Distribuição dos valores obtidos para o monitoramento mediante as armadilhas MosquiTRAP, considerando o conglomerado de mosquitos nº 2 do D.S. Oeste. A) freqüência dos valores observados; B) Distribuição de Poisson dos valores obtidos pelo modelo ajustado considerando os parâmetros vigentes no período de ocorrência do conglomerado nº 2.

151

FIGURA 49. Distribuição de Poisson para o valor da média de ovos obtido pelo modelo ajustado, utilizando os valores das observados das variáveis no período de vigência do conglomerado 1 do Distrito Sanitário Norte (A) e conglomerado 4 do Distrito Sanitário Oeste (B) de Belo Horizonte, Minas Gerais.

155

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1. Parâmetros coletados, calculados e transmitidos via satélite pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCD).....	49
TABELA 2. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão Gama para a variável <i>Média da distância entre os casos (MEDDISTCASOS)</i>	64
TABELA 3. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão de Poisson para as variáveis Número de insetos coletados nas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP) e Número de ovos coletados nas ovitrampas (OVOS)	66
TABELA 4. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão Binomial para as positivities das armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP instaladas nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais.	68
TABELA 5. Número de casos de dengue ocorridos de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 no Distrito Sanitário Norte e no Distrito Sanitário Oeste e a incidência anual da doença por 100.000 habitantes.....	70
TABELA 6. Valores diários registrados para as variáveis climáticas e meteorológicas registradas de 2002 a 2008 no município de Belo Horizonte.....	76
TABELA 7. Registros das vistorias realizadas para o controle larvário do <i>Aedes aegypti</i> nos imóveis localizados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.....	79
TABELA 8. Registros das vistorias realizadas para o controle larvário do <i>Aedes aegypti</i> nos imóveis localizados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.....	79

TABELA 9. Número de atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 por ano e por categoria.	82
TABELA 10. Número de atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 por ano e por categoria.	82
TABELA 11. Resultados anuais do monitoramento do vetor através das atividades de pesquisas larvárias realizadas no D.S. Norte	83
TABELA 12. Resultados anuais do monitoramento do vetor através das atividades de pesquisas larvárias realizadas no D.S. Oeste.....	83
TABELA 13. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de ovitrampas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) 2002 a 2008.....	85
TABELA 14. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de ovitrampas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) 2002 a 2008.....	85
TABELA 15. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) de fevereiro de 2007 a abril de 2008	87
TABELA 16. Conglomerados de casos de dengue detectados pela varredura circular (distribuição de Poisson espaço-temporal). Distrito Sanitário Norte, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.	92
TABELA 17. Conglomerados de casos de dengue detectados pela varredura circular (distribuição de Poisson espaço-temporal). Distrito Sanitário Oeste, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.	95

TABELA 18. Conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.	98
TABELA 19. Conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.	100
TABELA 20. Conglomerados de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> . coletadas pelas armadilhas MosquiTRAP, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 – 2008.	103
TABELA 21. Conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	106
TABELA 22. Conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	106
TABELA 23. Conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	106
TABELA 24. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de ovos de <i>Aedes</i>	

<i>sp.</i> (coletados pelas ovitrampas), detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.....	113
TABELA 25. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.....	116
TABELA 26. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária) detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	118
TABELA 27. Sobreposição espaço-temporal entre conglomerado de casos de dengue e conglomerado de imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.....	118
TABELA 28. Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor (ovitrampa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	123
TABELA 29. Sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de imóveis contendo larvas de <i>Aedes aegypti</i> (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 - 2008.	125
TABELA 30. Sobreposições entre o conglomerado de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de	

imóveis contendo larvas de <i>Aedes albopictus</i> (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste e Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.....	125
TABELA 31. Sobreposição entre o conglomerado de larvas de <i>Aedes aegypti</i> (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) e o conglomerado de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.....	131
TABELA 32. Sobreposições entre os conglomerados de ovos de <i>Aedes sp.</i> (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de fêmeas de <i>Aedes aegypti</i> (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 - 2008.....	131
TABELA 33. Sobreposições entre os conglomerados de larvas de <i>Aedes aegypti</i> e conglomerados de larvas de <i>Aedes albopictus</i> (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.....	134
TABELA 34. <i>Aedes aegypti</i> - sobreposições dos conglomerados detectados utilizando os resultados dos monitoramentos vetoriais (ovitrampa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor (ovitrampa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.	137
TABELA 35. Modelo maximal para a variável dependente <i>MEDDISTCASOS</i> considerando o período de 45 dias entorno da data de início de sintomas de cada caso	

ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.....	140
TABELA 36. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável <i>MEDDISTCASOS</i> , considerando os períodos de 45 dias em torno da data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.....	142
TABELA 37. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável <i>MEDDISTCASOS</i> , considerando os períodos de 22 dias anteriores à data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.....	143
TABELA 38. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável <i>MEDDISTCASOS</i> , considerando os períodos de 22 dias posteriores à data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.....	143
TABELA 39. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável <i>Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)</i>	150
TABELA 40. Modelo maximal proposto para a variável <i>Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)</i>	150
TABELA 41. Modelo final para a variável <i>Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)</i>	150
TABELA 42. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável <i>Número de ovos coletados pelas ovitrampas (OVOS)</i>	153

TABELA 43. Modelo maximal para a variável <i>Número de ovos coletados pelas ovitampas (OVOS)</i>	153
TABELA 44. Modelo final para a variável <i>Número de ovos coletados pelas ovitampas (OVOS)</i>	153
TABELA 45. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável <i>Positividade das ovitampas (OVITPOSIT)</i>	157
TABELA 46. Modelo maximal para a variável <i>Positividade das ovitampas (OVITPOSIT)</i>	157
TABELA 47. Modelo final para a variável <i>Positividade das ovitampas (OVITPOSIT)</i>	158
TABELA 48. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável <i>Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)</i>	159
TABELA 49. Modelo maximal para a variável <i>Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)</i>	159
TABELA 50. Modelo final para a variável <i>Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)</i>	160

RESUMO

O controle do mosquito *Aedes aegypti* é atualmente a estratégia disponível para redução da transmissão da dengue. Tradicionalmente o controle larvário é realizado buscando-se a redução das populações do vetor, baseado na eliminação dos criadouros utilizados pelo *A. aegypti*. A dengue é considerada uma doença endêmica no município de Belo Horizonte (MG) ocorrendo a circulação de três sorotipos do vírus, população susceptível e presença do *A. aegypti* e *A. albopictus*. O objetivo geral do presente trabalho foi verificar as variáveis meteorológicas e as relacionadas ao controle do vetor que influenciaram as populações de *A. aegypti* e a distribuição dos casos de dengue registrados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte no período de 2002 a 2008. Utilizando geoprocessamento e o ajuste de modelos lineares generalizados, foi verificado que as vistorias de imóveis para controle do vetor não influenciaram a distribuição espacial dos casos de dengue nem a detecção do vetor pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP[®] instaladas nas duas áreas de estudo durante o período avaliado. Houve entretanto influência das condições climáticas, principalmente temperatura mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar tanto na distribuição dos casos como no registro de ocorrência do *A. aegypti*. A utilização da varredura circular espaço-temporal permitiu a detecção de conglomerados de casos de dengue, de ovos coletados pelas ovitrampas, de fêmeas de *A. aegypti* capturadas pelas armadilhas MosquiTRAP e de larvas de *A. aegypti* e *A. albopictus* coletadas durante as atividades de Pesquisa Larvária. Houve coincidência temporal e espacial entre os conglomerados de larvas, ovos e mosquitos e a ocorrência de dengue. Concorrências espaciais semelhantes entre casos de dengue e presença do vetor foram verificadas para o monitoramento realizado pela ovitrampa e pela MosquiTRAP, entretanto a MosquiTRAP apresentou maior concorrência temporal que a armadilha de oviposição, sugerindo sinalizar com maior precisão, os riscos associados à presença do vetor e a ocorrência dos casos de dengue.

Palavras chave: *Aedes aegypti*; dengue; controle de vetor; SIG; MLG; estatística espacial.

ABSTRACT

Control of *Aedes aegypti* is the currently available strategy to avoid dengue transmission. Traditionally, control of larvae is performed aiming to reduce the vector populations, and consists in elimination of *A. aegypti* breeding sites. The Belo Horizonte municipality (MG) is a dengue endemic area where three serotypes of the virus are present, population is likely to be susceptible and presences of *A. aegypti* and *A. albopictus* are verified. The primary objective of this work was to determine the variables, those related to climatic conditions and control measures, that affect *A. aegypti* populations and the reported dengue cases distribution in the Belo Horizonte's North and West Health Districts during the 2002-2008 periods. Using GIS and adjustment of General Linear Models, it was found that the buildings surveys aiming the vector control did not affected the spatial distribution of dengue cases neither the vector detection by ovitrap or MosquiTRAP[®]. However, the influence of climatic conditions, especially minimum temperature, rainfall and relative humidity affected both the distribution of dengue cases and the records of *A. aegypti* occurrence. The Space-time Scan Statistics detected clusters of dengue cases, of eggs collected by ovitrap, of females of *A. aegypti* caught by MosquiTRAP and of *A. aegypti* and *A. albopictus* larvae collected during larval surveys activities in both areas. There were temporal and spatial coincidence between the larvae, eggs and mosquitos clusters and the occurrence of dengue. Clusters of eggs (ovitrap) and of mosquitoes (MosquiTRAP) presented similar spatial agreement with occurrence of dengue cases, whereas MosquiTRAP clusters presented significant more temporal agreement with dengue cases than ovitrap ones, suggesting that the former was more precise in signaling the risks associated with vector presence and dengue cases occurrence.

Keywords: *Aedes aegypti*; dengue; vector control; GIS; GLM; spatial statistics.

1 INTRODUÇÃO

1.1 *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894)

O *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera: Culicidae) foi descrito no Egito sendo provavelmente oriundo do nordeste do continente africano onde existem populações selvagens e domésticas (BELKIN, 1962 *apud* FORATTINI, 1996). Atualmente é cosmopolita sendo considerado um mosquito tropical e subtropical com distribuição entre os paralelos de 35° de latitude norte e 35° de latitude sul, que correspondem à isoterma de inverno de 10°C (FORATTINI, 2002).

O mosquito *A. aegypti* apresenta alto grau de antropofilia, sendo que nas Américas, onde chegou provavelmente mediante transporte passivo entre os séculos XVI e XIX através do tráfico de escravos, está presente no interior das habitações principalmente em busca de abrigo e repasto sangüíneo (OPAS, 1995; LOZOVEI, 2001; FORATTINI, 2002;).

Durante o desenvolvimento, os culicídeos apresentam as fases de ovo, larva, pupa e adulto. As fases de larva e pupa são aquáticas, sendo que *A. aegypti* se desenvolve preferencialmente em pequenas coleções naturais ou artificiais com presença de água doce com pouca matéria orgânica. Esta característica contribuiu para sua adaptação às proximidades das habitações humanas, principalmente devido ao armazenamento de água para consumo (LOZOVEI, 2001).

Adultos de *A. aegypti* apresentam corpo coberto por escamas de tons escuros. O tórax apresenta escamas claras formando ornamentos característicos de cor branco-prateada. É característica morfológica marcante da espécie a presença de duas faixas longitudinais curvilíneas, uma em cada lado do tórax formado aspecto de uma lira, tendo em sua porção mediana, duas faixas longitudinais mais estreitas, assim como a presença de dois tufo de escamas branco-prateadas no clipeo (FIG. 1) (NELSON, 1986).

O sucesso da disseminação de *A. aegypti* pelos vários continentes se deve à capacidade de realização de diapausa quando na fase de ovo e em presença de condições ambientais que dificultem o desenvolvimento da larva, possibilitando seu transporte por longas distâncias e a posterior eclosão da larva após períodos de

tempo maiores que um ano caso haja contato com a água (FORATTINI, 2002). A fase realmente dormente nessas condições é a larva de primeiro instar presente no interior do ovo (CLEMENTS, 2000).

Devido ao hábito hematofágico das fêmeas e à antropofilia *A. aegypti* participa da epidemiologia de doenças como a dengue e a febre amarela (CLEMENTS, 2000; LOZOVEI, 2001;).

Aedes (Stegomyia) albopictus (Skuse, 1894) (Diptera: Culicidae) é provavelmente oriundo do sudeste asiático, descrito originalmente na Índia. Apresenta ocorrência natural na Australásia, Oceania e região Paleártica (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). O transporte acidental da espécie, principalmente pelo fluxo marítimo do comércio internacional, contribuiu para a disseminação da espécie para áreas distantes do centro de origem, sendo verificada infestação no Continente Americano, África e Europa Meridional. No continente americano, após introduções acidentais, se instalou em 1985 nos Estados Unidos da América. No Brasil, o primeiro encontro da espécie ocorreu em 1986 no Estado do Rio de Janeiro (FORATTINI, 1986). Até o ano de 2002, o *A. albopictus* estava presente em 20 das 27 unidades federadas brasileiras, sendo das sete unidades sem presença da espécie, quatro pertencentes à região Norte do país e três da região Nordeste (DOS SANTOS, 2003). Entretanto, em 2006 foram identificadas larvas na cidade de Mateiros, no Estado do Tocantins, região norte do Brasil (BALESTRA et al., 2008).

Adultos de *A. albopictus* apresentam o corpo enegrecido, característica do Subgênero *Stegomyia*, sendo característica marcante da espécie a presença de uma única faixa longitudinal de escamas prateadas no escudo, e a presença de tufo de escamas prateadas no pedicelo (CONSOLI & LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994) (FIG. 1). Apresenta biologia assemelhada ao *A. aegypti*, sendo entretanto mais comum no ambiente peridomiciliar que no domicílio humano, podendo utilizar como criadouro, pequenos depósitos naturais contendo água, bem como criadouros artificiais semelhantes aos utilizados pelo *A. aegypti* (FORATTINI, 1986).



Fonte: <http://fmei.ifas.ufl.edu/images/Aeaa.jpg>

FIGURA 1. Fêmea de *Aedes aegypti* à esquerda; à direita, fêmea de *Aedes albopictus*.

1.1.2 Nutrição

Larvas de espécies pertencentes ao gênero *Aedes*, como de outros culicídeos das subfamílias Anophelinae e Culicinae se alimentam de microorganismos aquáticos, como bactérias e algas, bem como fragmentos de origem animal ou vegetal. A obtenção desses alimentos pode ocorrer mediante filtração realizada pelas peças bucais através da geração de fluxo de água, podendo haver a ressuspensão de material depositado no fundo das coleções aquáticas. Outra forma de obtenção do alimento é mediante a ingestão das partículas presentes no biofilme circundante de tecidos vegetais ou minerais submersos. É possível ainda a apreensão de partes de tecidos mortos de vegetais ou invertebrados que são arrancadas em pequenos fragmentos pelas peças bucais e ingeridas (CLEMENTS, 2000).

Algumas larvas de culicídeos são predadoras como as dos gêneros *Toxorhynchites* e *Psorophora* e subgêneros *Lutzia* (do gênero *Culex*) e *Mucidus* (gênero *Aedes*). Quando em fase de pupa não ocorre alimentação, havendo sobrevivência devido às reservas energéticas (CLEMENTS, 2000).

Quando na fase adulta, os culicídeos se alimentam de substâncias açucaradas obtidas de vegetais. Fêmeas de espécies das subfamílias Anophelinae e Culicinae obtêm proteínas do sangue de vertebrados para a maturação dos ovos. Ao realizarem o repasto sangüíneo as fêmeas já fecundadas iniciam o ciclo gonotrófico,

com o transporte de aminoácidos obtidos da dieta para incorporação aos oocistos em formação nos ovários (CLEMENTS, 2000).

Fêmeas de *A. aegypti* apresentam acentuada antropofilia, sendo o repasto sangüíneo normalmente realizado durante o dia, nas primeiras horas dos períodos matutino e vespertino. A picada nos humanos ocorre principalmente nas partes inferiores do corpo como pés e pernas (EIRAS, 2005). Quanto à escolha do hospedeiro para o repasto sangüíneo, *A. albopictus* mostra-se mais eclético que *A. aegypti*, sendo as principais fontes para repasto, aves e mamíferos.

Durante a digestão do sangue no intestino médio da fêmea de *A. aegypti*, é formada a membrana peritrófica. A membrana peritrófica é uma estrutura que possibilita o isolamento da superfície de absorção e secreção de enzimas, dos inibidores presentes no interior da massa de sangue ingerida, possibilitando a ação das enzimas e a absorção dos produtos, que se inicia da periferia para o centro do material (CLEMENTS, 2000).

1.1.3 Oviposição

A cópula é o estímulo fisiológico para o início do ciclo gonotrófico e geralmente ocorre nas proximidades dos criadouros, que também é o local de repouso dos adultos durante as primeiras 48 horas após a emergência. Fêmeas que obtiveram o repasto sangüíneo permanecem em locais sombreados em repouso, geralmente no interior das residências, até que o estímulo fisiológico de busca por locais de oviposição se inicie (CLEMENTS, 2000). Fêmeas de *A. aegypti* podem realizar mais de uma hematofagia em um ciclo gonotrófico (SCOTT et al., 1993; KLOWDEN & BRIEGEL, 1994; BARATA et al., 2001). Após iniciarem a busca por locais de oviposição, as fêmeas não mais adentram as residências até que tenham completado a oviposição, o que reduz as chances de que retornem às mesmas residências de onde obtiveram o repasto sangüíneo (CHADEE & CORBET, 1991). A duração do ciclo gonotrófico é de 10 dias, entretanto pode-se estender por períodos maiores que 13 dias (REITER, 2007).

A taxa de sobrevivência diária de *A. aegypti* é estimada entre 0,70 e 0,90. (MURIR & KAY, 1998; WATSON & KAY, 1999; HARRINGTON et al., 2001). Entretanto Reiter (2007) discute que essas taxas, baseadas principalmente em estudos de marcação e recaptura possam subestimar os valores reais observados em campo, isso

implicaria que a sobrevivência do vetor em campo seria de até 10 dias. Por usarem a metodologia da marcação e recaptura usualmente através de armadilhas de oviposição, a duração do ciclo gonotrófico apresenta influência direta sobre as medições, e subestimações de sua duração reduzem também as estimativas da longevidade do inseto.

Ovos de uma mesma fêmea de *A. aegypti* são distribuídos entre diferentes criadouros, comportamento denominado “*skip oviposition*” (oviposição aos saltos) (MOGY & MOKRY, 1980; COLTON et al., 2003). É considerada estratégia de sobrevivência responsável pela redução da competição interespecífica entre as larvas e também pela maior probabilidade de sobrevivência devido à característica temporária dos criadouros. A quantidade de ovos postos em cada criadouro estimadas nos estudos é variável (REITER, 2007).

No meio urbano *A. aegypti* se desenvolve nos mais diversos criadouros. *A. aegypti* é considerada uma espécie altamente domesticada, sendo verificada preferência por oviposição em criadouros artificiais comumente encontrados nas áreas urbanas em países tropicais (NELSON, 1986). Em estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro, observou-se preferência das fêmeas por criadouros presentes nas moradias. Desses criadouros, houve preferência maior por ralos (26,3%), seguidos por vasos de plantas (25,3%), inservíveis como garrafas, latas e plásticos (16,2%) e reservatórios de água como tambores e tinas (10,6%). Depósitos considerados importantes demonstraram menor contribuição, como caixas d'água (7,0%), pneus (4,4%) e peças para construção (4,4%). Depósitos naturais contribuíram com 5,0%. Ainda segundo da Silva e colaboradores (2006), na cidade do Rio de Janeiro (RJ), fêmeas de *A. albopictus* apresentaram preferência por criadouros assemelhada a *A. aegypti*.

Em estudos realizados em cidades Flórida (E.U.A) e no estado do Rio de Janeiro, verificou-se predominância de *A. aegypti* em áreas altamente urbanizadas, enquanto *A. albopictus* foi mais comumente encontrado em áreas rurais, suburbanas e áreas urbanas com vegetação, sendo que nas áreas de subúrbio as abundâncias das duas espécies foram aproximadas (BRAKS et al., 2003). Estes dados, entretanto, devem ser analisados com cautela, uma vez que a preferência por criadouros pode variar em diferentes localidades, dependendo de fatores ambientais complexos. A possibilidade de *A. albopictus* utilizar criadouros semelhantes aos utilizados por *A. aegypti*, associado a sua maior capacidade competitiva frente a esta espécie, tornam *A. albopictus* um potencial colonizador do meio antrópico, havendo implica-

ções na epidemiologia das doenças causadas pelos patógenos transmitidos (BRAKS et al., 2004).

No município de Belo Horizonte (MG), dados da vigilância entomológica demonstram que nos períodos chuvosos, os criadouros de *A. aegypti* mais comumente encontrados são constituídos pelos depósitos inservíveis, caracterizados pelos recipientes descartados inadequadamente nas áreas externas dos imóveis. No período de seca os criadouros são caracterizados principalmente pelos depósitos de característica permanente, como vasos de planta e reservatórios de água para consumo (PESSANHA, 2006).

1.1.4 Dispersão de *A. aegypti*

A dispersão de *A. aegypti* pode ocorrer de maneira passiva ou ativa. Sobre a dispersão passiva, esta pode ocorrer mediante transporte acidental de ovos depositados em recipientes transportados, ou através do transporte de formas aladas aprisionadas nos veículos (EIRAS, 2005). O sucesso da disseminação de *A. aegypti* pelos vários continentes se deve à capacidade de realização de diapausa quando na fase de ovo e em presença de condições ambientais adversas, possibilitando seu transporte viável por longas distâncias (FORATTINI, 2002). Nessas condições, a fase realmente dormente é a larva de primeiro instar presente no interior do ovo (CLEMENTS, 2000)

Dados sobre a biologia do vetor consideram que a dispersão ativa dos mosquitos pode ocorrer na busca por parceiros sexuais, fontes de alimentação ou sítios de oviposição (REITER, 2007). A dispersão das fêmeas na busca por hospedeiros para o repasto sanguíneo tem importante valor epidemiológico por ser esta a forma de transmissão dos patógenos (DONALÍSIO & GLASSER, 2002). A procura por sítios de oviposição é também relevante para a transmissão de patógenos, uma vez que as fêmeas de *A. aegypti* podem realizar múltiplos repastos em um único ciclo gonotrófico, sendo que estas depositam seus ovos distribuídos em diferentes sítios de oviposição (COLTON et al., 2003).

O hábito das fêmeas de se alimentarem do sangue humano no interior das habitações, que também é o local de repouso destas, minimiza a ocorrência de dispersão das fêmeas em busca de hospedeiro para repasto sanguíneo (TRPIS & HAUSERMANN, 1995). Da mesma forma é pequena a dispersão realizada na busca

por parceiros sexuais, já que os indivíduos machos também são atraídos pelos humanos (estratégia sexual) e repousam também nas proximidades e interior das residências (HARTBERG, 1971). Assim, a localização de sítios de oviposição é o fator que mais influencia a dispersão ativa das fêmeas por longas distâncias, uma vez que a disponibilidade de criadouros pode variar no espaço e no tempo (HABER & MOORE, 1973; MOORE et al., 1978).

Reiter e colaboradores (1995) sugerem, que a dispersão de *A. aegypti* é motivada pelo comportamento de oviposição. Uma das hipóteses levantadas por esses autores é que o potencial de dispersão de fêmeas de *A. aegypti* é inversamente correlacionado à disponibilidade de sítios de oviposição. Avaliando esta hipótese, Edman e colaboradores (1998) demonstraram por meio de estudo de marcação e recaptura, que a redução de depósitos disponíveis para oviposição ocasionou o aumento da dispersão das fêmeas de *A. aegypti*.

Estudos que avaliam a capacidade de dispersão de *A. aegypti* demonstram que as fêmeas podem voar de 100 a 500 m (MCDONALD, 1977; TRPIS & HAUSERMANN, 1986; MUIR & KAY, 1998) a partir de um ponto de liberação. São vários os estudos de dispersão de *A. aegypti*. Um dos estudos pioneiros é de Shannon e colaboradores, que capturaram fêmeas de *A. aegypti* a 330 m do local de liberação, havendo capturas em até 1000 m de distância (em terra) em liberações realizadas em um barco a 900 m da costa (SHANNON et al., 1930). Em Israel, fêmeas grávidas liberadas no deserto depositaram seus ovos em recipientes distribuídos em círculos concêntricos a partir de 2500 m (WOLFINSOHN et al., 1953). Distâncias de dispersão como 200, 400 e 800 m foram encontradas no Quênia (MCDONALD, 1977). Em Nova Iguaçu (RJ) em área urbana, foi verificado que fêmeas de *A. aegypti* podem voar por até 800 m em um período de seis dias (HONORIO et al., 2003). Na cidade de Cairns, Austrália, a marcação e recaptura de fêmeas de *A. aegypti* mediante o uso de armadilhas instaladas em um raio de 200m demonstrou que o vôo ocorreu a distâncias superiores ao raio de 100 m considerado durante a realização das ações de controle do adulto. Na ocasião, foram capturadas fêmeas a até 200 m do local de liberação, sendo a distância média de vôo de 78 m (RUSSEL et al., 2005). Observa-se através destes estudos que o potencial de dispersão do vetor é dependente das condições ambientais e das condições fisiológicas do inseto.

A quase exclusiva preferência de fêmeas de *A. aegypti* em realizarem oviposição em depósitos artificiais (CHUA et al., 2005), possibilita sugerir que a ocorrência de chuvas cause aumento na disponibilidade e distribuição de criadouros, podendo portanto influenciar na dispersão das fêmeas (OTERO et al., 2008).

1.1.4 Importâncias médicas

Aedes aegypti é conhecidamente o transmissor do vírus causador da dengue nas Américas, Ásia e África e participa do ciclo urbano da febre amarela, ambas causadas por vírus pertencentes ao gênero *Flavivirus* e à família *Flaviviridae* (NELSON, 1986). Entretanto o vetor pode participar da epidemiologia de outras arboviroses denominadas emergentes ou reemergentes. *A. aegypti* pode transmitir a seres humanos alguns arbovírus causadores de doenças que embora os relatos sejam confinados a algumas áreas limitadas, o risco de emergência como problema de saúde pública em áreas mais densamente povoadas é crescente, principalmente devido a presença do vetor em quase todo o território nacional ao aumento do fluxo de mercadorias e pessoas entre as áreas e às mudanças climáticas, demográficas e sociais presentes em algumas partes do Brasil e do mundo (FIGUEIREDO, 2007).

Dentre os arbovírus que podem ser transmitidos pelo *A. aegypti* está o Mayaro vírus e o Chikungunya vírus, ambos pertencentes ao Gênero *Alphavirus* e à Família *Togaviridae*. O primeiro responsável por surtos de doença febril aguda em regiões da Amazônia brasileira e alguns países da América do Sul, e o segundo por causar surtos de doença febril e meningite em algumas ilhas do Oceano Índico (FIGUEIREDO, 2007).

O vírus da encefalite equina venezuelana (VEEV), também pertencente ao gênero *Alphavirus*, e à família *Togaviridae* pode ser transmitido pelo *A. albopictus* (FERNANDEZ et al., 2003). Um subtipo deste vírus, denominado VEEV 1C já causou pelo menos dois surtos de encefalite, um em 1969 a 1972 se iniciando na Colômbia, se espalhando posteriormente para a América Central e atingindo o México e o sul dos Estados Unidos da América, causando aproximadamente dez mil casos e centenas de mortes. Outro surto ocorreu em 1995, na Venezuela e Colômbia, causando aproximadamente mil e trezentos casos humanos com mortalidade de até 15% (MESLIN, 1997). A abundância de *A. aegypti* em locais com enzootia causada pelo VEEV associada à proximidade do homem e à alta susceptibilidade do inseto a

infecções pelo VEEV, podem levar ao surgimento de transmissão humano – vetor – humano, sendo o vetor o *A. aegypti* (ORTIZ et al., 2008). O mosquito *A. albopictus* participa da epidemiologia da dirofilariose, uma zoonose cujo agente causador é o nematódeo *Dirofilaria immitis*, servindo como hospedeiro intermediário e vetor do parasito. A dirofilariose acomete principalmente cães e gatos, podendo ocasionar doença em humanos. Atualmente, é considerada emergente, inclusive em alguns países da Europa (GENCHI et al, 2009). No Brasil, os relatos são mais comuns nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo (CAMPOS et al., 1997, LABARTHE et al., 1998).

1.2 Dengue

A dengue é na atualidade a arbovirose de maior abrangência geográfica mundial, atingindo em todo o mundo cerca de 50 milhões de pessoas por ano, com 500.000 casos de febre hemorrágica da dengue (FHD) e aproximadamente 22.000 óbitos. Em 1998, verificou-se uma pandemia sendo registrados 1,2 milhões de casos de dengue clássico e FHD (WHO, 2007).

O vírus causador da dengue é pertencente à família Flaviviridae, ao gênero *Flavivirus*, sendo identificados 4 sorotipos, denominados DEN 1, DEN 2, DEN 3 e DEN 4. Após infecção por um sorotipo, o indivíduo imunocompetente se torna resistente a infecção pelo mesmo sorotipo, entretanto em posterior infecção por sorotipos diferentes, pode-se aumentar o risco de surgimento da FHD ou quadros com manifestações de variados graus de severidade (TORRES, 2005). Dessa forma, a circulação simultânea de diferentes sorotipos em uma localidade pode aumentar as chances de ocorrência da FHD (HALSTEAD, 1988). Entretanto, é observada certa imunidade cruzada entre sorotipos diferentes, que tende a ser moderada e passageira (ADAMS et al., 2006)

A transmissão do vírus causador da dengue ao homem é realizada por algumas espécies de culicídeos pertencentes ao gênero *Aedes*. O principal vetor em todo o mundo é o *A. aegypti*, sendo encontrado principalmente no ambiente urbano, enquanto *A. albopictus* é atualmente considerado um vetor de importância secundária nos países da Ásia. Outras espécies pertencentes ao gênero possuem potencial como vetores da dengue, entretanto sem maiores implicações na epidemiologia da doença (BRAGA & VALLE, 2007a).

No Brasil, *A. aegypti* é o vetor, enquanto *A. albopictus*, ainda não foi comprovado como transmissor do vírus causador da dengue, embora tenha sido encontrado infectado pelo vírus da dengue. Serufo e colaboradores (1993) detectaram o sorotipo 1 do vírus da dengue, em larvas de *A. albopictus* provenientes do município de Campos Altos (MG). No município de Belo Horizonte (MG) foi verificada em amostras da prole de *A. albopictus* provenientes de armadilhas de oviposição, a ocorrência de transmissão vertical do vírus da dengue (EVANGELISTA, 2003). Castro e colaboradores (2004), também verificaram a presença do vírus em *A. albopictus*, sendo verificada a susceptibilidade da espécie ao vírus em infecções experimentais e a

transmissão vertical do vírus em indivíduos da espécie pertencentes a amostras provenientes da cidade do Rio de Janeiro.

Os sorotipos DEN 1, DEN 2 e DEN 3 estão presentes no território brasileiro, sendo eminente a introdução do DEN 4. Atualmente, o DEN 3 já foi identificado em 25 das 27 unidades federadas brasileiras (BRAGA & VALLE, 2007a). A susceptibilidade (i. e. ausência de resistência) da população brasileira ao sorotipo DEN 4 é atualmente universal, sendo grande, portanto o risco de ocorrência de epidemias causadas por este sorotipo, principalmente devido a presença do vetor em quase todo o território nacional. Em 2001, verificou-se rápida circulação viral, quando da introdução do DEN 3, sendo verificada em um período de 3 meses, a presença deste sorotipo em 8 estados (BRASIL, 2001), demonstrando que o movimento das massas facilitado pelos transportes atuais facilitam a circulação viral entre populações presentes em ambientes com a presença do vetor domiciliado (BRAGA & VALLE, 2007b).

O ciclo do vírus apresenta duas fases, uma no hospedeiro invertebrado e outra no hospedeiro humano. Após o repasto em hospedeiro infectado e com viremia, a fêmea do *A. aegypti* pode se infectar pelo vírus causador da dengue. No inseto, há um período de incubação de 8 a 12 dias até que seja capaz de transmitir o vírus ao hospedeiro humano. Este período é denominado de incubação extrínseca. Após inocular o vírus no humano, este passa por um período de incubação, denominado incubação intrínseca, de 4 a 6 dias. Após a incubação intrínseca podem aparecer os sintomas, que têm duração de 2 a 7 dias. A viremia no humano dura aproximadamente 7 dias, se iniciando após o período de incubação neste hospedeiro, geralmente um dia antes do surgimento dos sintomas, e permanecendo até o sexto dia de sintomas (BRASIL, 2005a).

No vetor o ciclo do vírus apresenta uma variante que é decorrente da transmissão transovariana do vírus causador da dengue da fêmea de *A. aegypti* infectada para sua prole, nessa situação as fêmeas da prole poderão quando na fase adulta, transmitir o vírus da dengue através da inoculação durante o repasto sanguíneo (MOURYA et al., 2001). Joshi e colaboradores (2002) observaram que os vírus podem ser identificado por até 7 gerações sucessivas de mosquitos parentais infectados experimentalmente, não havendo redução da taxa de transmissão vertical a partir da terceira geração destes. Dessa forma, sugere-se que a transmissão transovariana do vírus da dengue em *A. aegypti* desempenha um importante papel na epidemiologia da dengue. Os mosquitos serviriam como reservatórios para estes vírus,

assegurando a infecção de novos hospedeiros mesmo em períodos denominados de baixa transmissibilidade, como ocorre durante o período de escassez de chuvas quando a população do vetor é baixa.

1.2.1 Fatores climáticos influenciando ocorrência de dengue

Os fatores climáticos afetam a ocorrência da dengue por interferirem diretamente nas dinâmicas populacionais de *A. aegypti*, no ciclo do vírus e no comportamento das populações humanas. As transmissões de dengue são freqüentemente sazonais, com aumento do número de casos durante os períodos mais quentes e úmidos (WHO, 2004, HALSTEAD, 2008).

Altas temperaturas favorecem a sobrevivência dos mosquitos quando conjugadas com alta umidade relativa do ar. A temperatura influencia também o desenvolvimento das formas imaturas de *A. aegypti*, a eclosão das larvas do ovo pode ser acelerada quando a temperatura ambiente é de 25 a 30°C (HIEN, 1975a). O tempo decorrido no desenvolvimento das larvas também é dependente da temperatura. Considerando condições de nutrição semelhantes, em temperatura de 20°C, larvas de *A. aegypti* se desenvolvem em adultos após 10 a 17 dias, e em temperatura de 30°C, demoram de 6 a 8 dias (HIEN, 1975b). Estações chuvosas podem aumentar o número de criadouros e conseqüentemente aumentar as populações do vetor (HALSTEAD, 2008).

Na relação vetor-vírus as altas temperaturas influenciam reduzindo o tempo decorrido na incubação extrínseca e aumentam as freqüências de picadas, aumentando as chances de transmissão do patógeno (YASUNO & TONN, 1970; HALSTEAD, 2008).

Alterações climáticas globais incluindo o efeito de fenômenos responsáveis por variações climáticas interanuais e o aquecimento global também são avaliadas como determinantes para a ocorrência de surtos de dengue e emergência em áreas endêmicas (WHO, 2004, HALSTEAD, 2008).

1.3 Controle da dengue

Para o controle da dengue, assim como de outras doenças infecciosas e parasitárias, três estratégias, se tecnicamente possíveis, podem ser utilizadas: o controle do vetor, o uso de vacinas para se evitar a infecção e o uso de medicamentos para tratamento da doença. A utilização de uma vacina que seja capaz de evitar a ocorrência da doença é também uma alternativa ainda não estabelecida. Nos últimos anos, tem-se observado um aumento do interesse e investimento na busca por uma vacina contra a dengue, assim como busca-se o desenvolvimento de antivirais efetivos (SWAMINATHAN & KHANNA, 2009).

Ao contrário do que ocorre com outras flavivirose, como a febre amarela e a encefalite japonesa, é verificada a dificuldade no desenvolvimento de uma vacina para a dengue. A existência de quatro tipos de vírus distinguíveis geneticamente e sorologicamente, muitas vezes co-circulantes, e as interações ocasionadas com o sistema imune do hospedeiro após a subsequente infecção por tipos diferentes que podem levar a complicações no quadro clínico do paciente, justificam a necessidade de uma vacina tetravalente (capaz de imunizar contra os quatro tipos de vírus). Dentre outros fatores limitantes para o desenvolvimento de vacinas, têm-se a escassez de modelos experimentais apropriados a serem utilizados nos estudos, havendo a necessidade do uso de modelos humanos, e a dificuldade em se detectar a ocorrência de imunidade (HOMBACH, 2007).

Algumas candidatas a vacinas contra a dengue estão em fase de estudo e teste, sendo provável que se iniciem testes em populações expostas em aproximadamente três anos considerando o atual momento (HOMBACH, 2007). Dentre as candidatas, predominam as vacinas contendo vírus vivo atenuado, que produziriam respostas imunológicas mais duradouras além de apresentarem menor custo para produção quando comparada às demais tecnologias de produção de vacinas (BHAMARAPRAVATI et al., 2000; EDELMAN et al., 2003; SABCHAREON et al., 2004; HOMBACH, 2007) Outras vacinas promissoras são as que propõem a utilização de vírus recombinante vivo (MARKOFF et al., 2002; BLANEY et al., 2006), além das vacinas contendo subunidades virais ou vírus inativos (PUTNAK et al., 2005; HERMIDA et al., 2006).

Devido ao atual estado do conhecimento, estabeleceu-se o controle do vetor como a principal medida de controle da dengue, que é realizado principalmente mediante a eliminação das formas larvárias do mosquito (DEEN, 2004; RUI-FENG et al., 2008).

Como parte da vigilância entomológica, o monitoramento do *A. aegypti* é pré-requisito para um controle eficiente do vetor. Existem métodos para se detectar diferentes estágios do mosquito, bem como diferentes estados fisiológicos. As metodologias para monitoramento incluem as armadilhas de oviposição, coleta de insetos em repouso além da captura de adultos mediante o uso de isca humana (WHO, 1997a)

As recomendações para o controle da dengue se baseiam na redução da população do vetor e conseqüente redução do contato homem-vetor (WHO, 1997a). A forma mais eficiente de controle envolve o manejo ambiental, utilizando práticas que reduzam as possibilidades de infestação pelo vetor. O manejo ambiental inclui alterações no comportamento e construções habitacionais das populações humanas, além do cuidado individual e coletivo permanente com o ambiente, estratégias que só podem ser alcançadas com utilização de práticas de educação em saúde (ROZENDAL, 1997; WHO, 2003;).

O emprego de inseticidas no controle do *A. aegypti* é uma das estratégias mais freqüentemente (e algumas vezes erroneamente) adotadas. Os inseticidas podem ter como alvo os insetos adultos (adulticidas) ou as formas imaturas (larvicidas). A aplicação do inseticida varia de acordo com o estágio alvo e efeito desejado. São inseticidas recomendados atualmente pela OMS os organofosforados e os piretróides. O controle biológico é outra alternativa, seja através do uso de toxinas de microorganismos, análogos de hormônio juvenil ou inibidores da síntese de quitina. Aplicações de larvicidas são recomendadas em depósitos com água (ou que possam conter água principalmente devido às chuvas) que não podem ser eliminados ou vedados. O uso de adulticidas pode ser feito basicamente de duas formas: aplicação com efeito residual em superfícies de locais propícios para presença do vetor; ou aplicação espacial de aerossóis para atingir o inseto em vôo, sem poder residual, sendo recomendada em situações de transmissão da doença em área delimitada (WHO, 1997).

Para ser eficiente, o controle do vetor deve incluir estratégias curativas e preventivas, não possuindo como foco uma única metodologia. Deve abordar estraté-

gias químicas e não químicas, contando com o monitoramento do vetor como forma de avaliação e intervenção mais racional. Deve ser de caráter permanente, não apenas transitório enquanto existirem problemas relacionados à transmissão da doença e abordar a transformação ambiental por parte das comunidades afetadas como estratégia eficaz. O controle integrado é portanto a melhor forma de se reduzir as populações do *A. aegypti*, sendo prática recomendada pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003)

1.4 Controle da dengue no Brasil

O histórico do controle da dengue e febre amarela no Brasil, visando a eliminação do *A. aegypti* como parte do plano de erradicação do vetor de todo o continente americano coordenados pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e Organização Mundial da Saúde (OMS), demonstra sucesso, com a eliminação da espécie em 1955. Entretanto em 1976, após reintroduções do vetor, a espécie já era encontrada nos estados do Rio Grande do Norte e Rio de Janeiro, se espalhando posteriormente para os outros estados. Como causadores dessa introdução estão as falhas na vigilância epidemiológica e mudanças causadas pela urbanização crescente no período (BRAGA & VALLE, 2007a). Até o ano de 2006, o *A. aegypti* estava presente em 3970 municípios representando 71,35% de infestação. (BRASIL, 2007a)

Em 1996, o Ministério da Saúde, , revendo a estratégia empregada até então para o controle de *A. aegypti*, criou o Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa). No programa foram incorporadas novas práticas e conceitos da erradicação, além de princípios de descentralização política e das ações, que passaram a ser executadas pelos estados e municípios, não mais refletindo um controle central e verticalizado representado apenas pelo governo federal. As operacionalizações técnicas utilizadas no PEAa para o controle da dengue foram definidas no Manual de Normas Técnicas – Dengue: Instrução para o pessoal de combate ao vetor, publicado pela Fundação Nacional de Saúde (BRASIL, 2001).

No ano de 2002, visando reduzir a incidência da dengue no Brasil, sobretudo devido à ocorrência de epidemias nos anos anteriores, o Ministério da Saúde com o auxílio da OPAS elaborou o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) apresentando-o como substituto para o até então vigente PEAa. Observou-se ao longo da realização do PEAa a inviabilidade técnica da erradicação do *A. aegypti*, principalmente devido à adaptação do vetor às mais diversas características dos ambientes urbanos brasileiros e a complexidade do controle de um inseto altamente adaptado às alterações ambientais antrópicas atuais. Um dos pontos negativos do PEAa foi a grande ênfase dada ao controle químico do vetor, com pouca ou nenhuma co-participação popular. Entretanto, o PEAa foi um importante marco no controle do vetor no Brasil, principalmente quando se considera o aumento nos recursos financeiros destinados para atividades de controle do *A. aegypti* (BRASIL, 2002).

Como principal objetivo do PNCD, tem-se o controle do vetor, visando a redução da infestação pelo *A. aegypti* como forma de redução da incidência da dengue. É também objetivo do programa a redução da letalidade causada pela FHD. Dentre os componentes constantes no programa estão a vigilância epidemiológica (vigilância da ocorrência de casos de Dengue, vigilância laboratorial, vigilância de áreas de fronteira e vigilância entomológica) e o combate ao vetor (BRASIL, 2002).

O PNCD estabeleceu em suas diretrizes, a vigilância epidemiológica como subsídio fundamental para o controle da dengue no Brasil. Compõem a vigilância epidemiológica: a vigilância da ocorrência dos casos da doença e a vigilância entomológica.

1.4.1 Vigilância da ocorrência de casos de dengue

A notificação dos casos suspeitos e confirmados de dengue deve ser realizada de forma compulsória pela unidade médica responsável pelo atendimento dos pacientes, sendo informado ao serviço de vigilância epidemiológica. Segundo as recomendações do Ministério da Saúde do Brasil é definido como caso suspeito de dengue o paciente com doença febril aguda, com duração máxima de sete dias acompanhada por pelo menos dois dos seguintes sintomas: cefaléia, dor retroorbital, mialgia, artralgia, prostração, exantema; e. que tenha estado nos últimos quinze dias do aparecimento dos sintomas em local onde haja transmissão de dengue, ou local com presença do *A. aegypti*. Os casos suspeitos devem ser acompanhados, seguindo-se encaminhamento para exame sorológico ou outros exames complementares. Após avaliação dos resultados dos exames e da situação epidemiológica local, é definido pelo serviço de vigilância epidemiológica o descarte ou confirmação dos casos suspeitos (BRASIL, 2005a).

A confirmação dos casos ocorre portanto no âmbito dos serviços de vigilância epidemiológica mediante critérios laboratoriais, clínicos e epidemiológicos. É considerado confirmado o caso suspeito de dengue cujo paciente apresente sorologia positiva (presença de anticorpos tipo IgM, ou aumento do título de anticorpos tipo IgG em amostras pareadas) para o vírus da dengue (independente do sorotipo) ou exame complementar que auxilie o diagnóstico (como por exemplo o exame de sangue demonstrando plaquetopenia). Em situações de epidemia ou de falta de exames laboratoriais para a confirmação, esta pode ser realizada mediante critério clínico-

epidemiológico quando existir caso confirmado laboratorialmente em distância máxima de duzentos metros do caso investigado em período de tempo oportuno de quinze dias (BRASIL, 2005a; CORREA et al., 2005).

1.4.2 Vigilância entomológica

O controle do *A. aegypti* visando-se o controle da dengue conforme proposto pelo PNCD é realizado pelos municípios brasileiros através de metodologias baseadas em vistorias de imóveis para identificação e destruição de criadouros e monitoramento do vetor mediante pesquisas entomológicas. Em casos de transmissão de dengue suspeita ou comprovada em área com casos autóctones e com presença do vetor, recomenda-se o bloqueio de transmissão, realizado mediante aspersão espacial de inseticida e redução de criadouros (BRASIL, 2001)

A. Vistorias dos imóveis

Durante as visitas aos imóveis realizadas pelo pessoal responsável pelo controle do vetor busca-se a identificação e destruição dos criadouros e possíveis criadouros do *A. aegypti*. Durante as pesquisas entomológicas baseadas no levantamento de índices de infestação, as vistorias dos imóveis são também empregadas, sendo feita uma busca extensiva em áreas pré-determinadas na busca de formas larvárias do vetor. Outra razão para a execução de vistorias é decorrente de denúncia de presença do vetor ou a confirmação da sua presença mediante o uso de armadilhas ou captura de adultos, assim como devido ao surgimento de casos suspeitos ou confirmados de dengue (BRASIL, 2001).

B. Tratamento focal

O controle do *A. aegypti* conforme preconizado pelo PNCD é realizado pelos municípios, tendo como rotina o controle das formas imaturas do vetor. O controle larvário é feito através do uso de larvicidas. Tradicionalmente o larvicida de escolha primária é o organofosforado Temephós, entretanto, havendo detecção de resistência do vetor ao organofosforado, é recomendado o uso de larvicidas à base de toxinas de *Bacillus thuringiensis var. israelensis* além da possibilidade do uso de inibidores de crescimento como o diflubenzuron, novaluron e piriproxifen em reservatórios

de água com presença de larvas, conforme metodologia denominada pelo PNCD como “tratamento focal” (BRASIL, 2001).

A vedação do acesso das formas aladas e principalmente a remoção de recipientes com potencial de criadouro do ambiente são indicadas como ações primordiais, como forma de se evitar a oviposição e conseqüente eclosão das formas adultas. Dessa forma, busca-se a redução dos sítios de oviposição disponíveis para o vetor e dos criadouros encontrados. O trabalho é realizado pelos agentes de controle de endemias, que realizam as vistorias dos imóveis. As vistorias constantes da metodologia denominada tratamento focal devem ser realizadas em todos os imóveis do município. O trabalho é realizado durante todo o ano, sendo recomendada a realização anual de até seis tratamentos focais em cada imóvel, espaçados de um período de 60 dias (BRASIL, 2001). A definição desse período é embasada na efetividade do larvicida, *Temephós*, que no ambiente tem efeito residual por aproximadamente 90 dias, entretanto, este período do efeito residual varia com características ambientais e físico-químicas dos criadouros (PINHEIRO & TADEI, 2002).

A constatação da presença de *A. aegypti* em determinada localidade mediante os meios disponíveis ou o surgimento de transmissão da dengue são subsídios para a realização de vistorias complementares às já realizadas durante o tratamento focal, em pequenas localidades compostas pelas quadras mais próximas do ocorrido, entretanto sem prejudicar a rotina das demais vistorias. Tais atividades são denominadas “pesquisas vetoriais especiais” (BRASIL, 2001).

Imóveis nos quais a presença de potenciais criadouros para o vetor são constantes, sendo a eliminação desses criadouros não viável a curto e médio prazos (como borracharias, ferros-velhos ou outro local qualquer com elevado número de criadouros), são denominados “pontos estratégicos”. Nos pontos estratégicos as visitas devem ser realizadas a cada 15 dias, seguindo a mesma metodologia proposta para o tratamento focal. Entretanto, em situações que dificultem o tratamento focal de cada um dos criadouros separadamente, o emprego de adulticidas com ação residual é recomendado (BRASIL, 2001).

C. Tratamento perifocal

Quando a presença de inúmeros criadouros ou potenciais criadouros torna difícil o tratamento isolado destes, o emprego de aduictidas com ação residual é recomendado nos imóveis denominados pontos estratégicos. Nessas situações, é possível o uso de piretróides ou organofosforados. A aspersão deve ser realizada nas paredes dos depósitos e demais superfícies próximas a estes, visando com o poder residual dos inseticidas, atingir o inseto adulto que porventura entre em contato com a superfície tratada (BRASIL, 2001).

D. Bloqueio de transmissão

No Brasil, em situações de transmissão da doença, são utilizados inseticidas com aplicação espacial como a deltametrina (piretróide) e o malathion (organofosforado) sem nenhum poder residual por não serem aplicados em superfícies. A aspersão espacial de inseticida para combate dos adultos é recomendada para a redução da população alada do vetor, em situações em que surjam casos suspeitos de dengue ou em situações de epidemia, sendo denominada aspersão em ultra-baixo volume (UBV) (BRASIL, 2001).

As aspersões de inseticidas em UBV podem ser realizadas mediante o uso de equipamentos portáteis tipo mochila (UBV costal), utilizando-se veículos equipados com bombas de aspersão (UBV pesado) ou ainda mediante o uso de aviões como os utilizados em aspersões de inseticidas agrícolas. O tratamento espacial consiste na aspersão de partículas com dimensões inferiores a 30 micras de diâmetro, que devem permanecer suspensas no ar para que atinjam o corpo do inseto alado, aderindo a este. Devido a necessidade de suspensão das partículas para a efetividade do inseticida esta é grandemente dependente das condições climáticas locais, havendo influencia das correntes de vento, da temperatura e precipitações (BRASIL, 2001).

1.4.3 Monitoramento do *A. aegypti*

A. Levantamento de índice de infestação

A vigilância entomológica proposta tem como principal objetivo o monitoramento da densidade populacional de *A. aegypti* no ambiente urbano, para direcionamento das ações de controle do vetor e estabelecimento de riscos à ocorrência de epidemias de dengue. Mediante a metodologia utilizada para a vigilância entomológica é realizado o levantamento da infestação do ambiente urbano pelo *A. aegypti* mediante coleta de larvas realizadas em vistorias de depósitos de água e recipientes localizados nos imóveis presentes no meio urbano e rural, seguindo-se o cálculo dos índices de infestação predial (I.I.P)(CONNOR & MONROE, 1923) e de Breteau (I.B)(BRETEAU, 1954) para uma determinada localidade geográfica.

$$I.I.P = \frac{\text{número de móveis positivos}}{\text{número de imóveis vistoriados}} \times 100$$

$$I.B = \frac{\text{número de recipientes positivos}}{\text{número de imóveis vistoriados}} \times 100$$

O uso desses índices embora importante para avaliação das ações de combate ao vetor, não retrata com fidelidade a densidade do vetor adulto, sendo ineficazes para se estimar o risco de transmissão do patógeno, no entanto têm sido comumente utilizados com esse propósito (BRAGA & VALLE, 2007b). Atualmente no Brasil, o levantamento de índices de infestação pelo *A. aegypti* é feito através de amostragem, em uma metodologia denominada Levantamento de Índice Rápido da Infestação por *Aedes aegypti* (LIRAA), realizado três vezes ao ano em municípios previamente escolhidos e considerados de maior risco para a transmissão da doença.

A metodologia utilizada no LIRAa busca a amostragem de 5% (cinco por cento) dos imóveis do município, que é dividido em áreas contínuas e contíguas, com o mesmo número aproximado de imóveis. As vistorias são realizadas nos imóveis seguindo as mesmas técnicas de visita utilizadas nas vistorias para a localização de formas larvárias do vetor. Em cada quadra, são escolhidos para a vistoria, 1 (um) a cada 20 (vinte) imóveis contados seguidamente no sentido horário, sendo a contagem iniciada em cada levantamento de índice a partir de imóveis consecutivos. Como exemplo, se a contagem em uma determinada quadra se inicia no primeiro imóvel na rua X, no próximo levantamento de índice a ser realizado a contagem se iniciará no segundo imóvel da mesma rua X, reduzindo-se a probabilidade de amostragem nos mesmos imóveis em diferentes ocasiões. Os levantamentos de infestação são realizados em janeiro, março e outubro, e têm a duração de uma semana. Através dos seus resultados consolidados nos índices anteriormente demonstrados (IIP e IIB), procura-se estabelecer riscos à ocorrência de epidemias (baixo risco, alerta e risco), de acordo com critérios pré-estabelecidos pela Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2005b).

B. Armadilha de oviposição - Ovitampa

As armadilhas de oviposição são recomendadas pelo PNCD como outra metodologia para avaliação da densidade do vetor (BRASIL, 2001). As “ovitrampas”, como conhecidas no Brasil, são constituídas de um recipiente plástico de cor escura, no qual é afixado um pedaço de madeira (palheta) onde as fêmeas do mosquito poderão realizar a oviposição, sendo colocada no pote, água com infusão de matéria orgânica (FAY & ELIASON, 1966) (FIG. 2). O PNCD recomenda a utilização de infusão de *Panicum maximum* (Poaceae: Paniceae), para atração das fêmeas de *A. aegypti* ou de outra espécie do gênero (BRASIL, 2002).

As armadilhas devem ser colocadas em local sombreado, ao abrigo de chuvas, sendo as infusões substituídas diariamente. Segundo protocolo da OMS as armadilhas devem ser colocadas aos pares, uma com infusão diluída em água com concentração de 10% e outra sem diluição (100%). A armadilha saturada geralmente não recebe ovos, mas contribui na atração das fêmeas pela maior emissão dos voláteis. Segundo este mesmo protocolo, a leitura das armadilhas deve ser realizada diariamente, com envio das palhetas ao laboratório para contagem dos ovos porventura aderidos (REITER & NATHAN, 2001).



FIGURA 2. A) Aspecto geral de uma ovitrampa; B) Ovos aderidos em palheta.

As ovitrampas são armadilhas com alta sensibilidade para detecção do *A. aegypti* no ambiente urbano. Através das ovitrampas é possível detectar mesmo pequenas populações do vetor, entretanto utilizando apenas indicadores como positividade e número médio de ovos, não é possível a determinação da abundância de mosquitos adultos (FOCKS, 2003).

O uso sistemático das ovitrampas nos municípios possibilita a obtenção de dados sobre a distribuição espacial e temporal do vetor nas áreas monitoradas (BRAGA et al., 2000). A utilização das ovitrampas mostra-se útil também para a obtenção de ovos para estudos biológicos, como ensaios de resistência a inseticidas (LIMA et al., 2003; BRAGA et al., 2004), e ainda para se estudar a dispersão do vetor (HONÓRIO et al., 2003). Entretanto, o uso ou não desta armadilha é uma decisão feita pelos gestores de saúde dos municípios, não havendo obrigatoriedade imposta pelo Ministério da Saúde através do PNCD.

1.5 Avaliação das medidas de controle da dengue

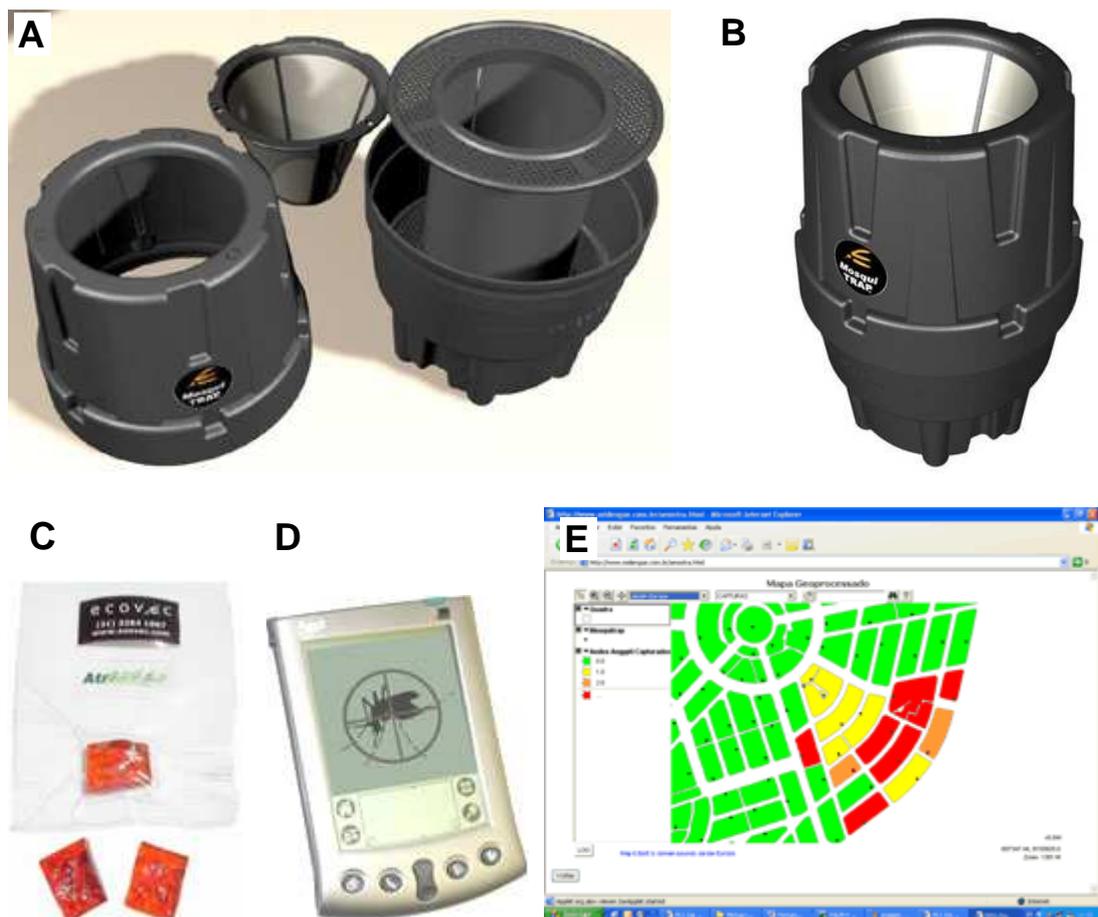
A realização da rotina de combate ao vetor atingiu em algumas localidades níveis satisfatórios, com acentuada redução da incidência da doença, e segundo os relatos históricos já citados, até mesmo com o êxito da eliminação do *A. aegypti* do continente americano. A realidade atual das aglomerações humanas torna o controle do vetor difícil, principalmente quando se considera que este se encontra amplamente adaptado ao ambiente urbano, sendo contribuinte desse fato o comportamento humano associado principalmente aos padrões das habitações e ao padrão de consumo associado à grande produção de descartáveis plásticos e pneumáticos (WHO, 1997; OROZCO, 2007)

No município de Belo Horizonte (MG) após a epidemia ocorrida em 1998, observou-se redução no número de casos, de 86.893 casos em 1998 para 274 em 1999, representando uma redução da incidência de 4.155 / 100.000 habitantes em 1998 para 13,1/ 100.000 habitantes em 1999. Em 2002, apesar da introdução do sorotipo DEN 3 em uma população completamente susceptível, verificou-se baixa transmissão, com redução da taxa de incidência de 180 casos/100mil hab para 63,2 no ano de 2003, o mesmo não ocorrendo em outros municípios do país (SES-MG, 2006; SMSA-PBH, 2007; BRASIL, 2007b). Considerando apenas o registro de ocorrência de casos, não é possível inferir se a redução da incidência tenha sido ocasionada pela execução das atividades de controle do vetor, devido a existência de outros fatores que afetam a epidemiologia da dengue, como esgotamento de susceptíveis e a vigência de condições climáticas adversas ao desenvolvimento do vetor (ALMEIDA et al., 2008; EISSEN & EISSEN, 2008).

Discussões recentes têm demonstrado a necessidade do desenvolvimento de novas metodologias adequadas para o controle do vetor, que forneçam dados de forma ágil para o emprego das medidas de controle de forma mais racional e eficaz, e que permitam a redução das infecções pelo vírus da dengue no Brasil (BRAGA et al., 2007a).

1.6 Monitoramento Inteligente da Dengue (MI-Dengue[®])

O Monitoramento Inteligente da Dengue (MI-Dengue[®]) é um sistema informatizado constituído pela MosquiTRAP[®] (FIG. 3A e 3B) e o Atraedes[®] (atraente sintético de oviposição para fêmeas do gênero *Aedes*)(FIG. 3 C) mais o sistema de georreferenciamento (FIG. 3D e 3E). Trata-se de uma nova metodologia para o monitoramento do vetor da dengue e de *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae), direcionando as ações de controle para redução dos índices de infestação larvários e de adultos. O MI-Dengue é uma parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais e a Ecovec Ltda. (MI-DENGUE, 2008). Atualmente está em processo de avaliação pelo Ministério da Saúde para incorporação ao PNCD (EIRAS et al., 2006).



Fonte: www.midengue.com.br

FIGURA 3. Ferramentas que compõe o MI-Dengue. A) Componentes da MosquiTRAP; B) MosquiTRAP; C) Atraedes; D) computador de mão; E) sistema de geoprocessamento.

A MosquiTRAP é uma armadilha desenvolvida para a captura de fêmeas de *A. aegypti* e *A. albopictus* (EIRAS, 2002). É constituída por plástico escuro, possuindo em seu interior um depósito para o preenchimento com água, um cartão adesivo e o atraente sintético, o Atraedes, desenvolvido a partir de voláteis de *P. maximum* (FIG. 3 A., B e C). As fêmeas grávidas, estimuladas visualmente (cor escura) e olfativamente (atraente), são atraídas para a armadilha. Ao adentrarem e continuarem o comportamento de oviposição, no qual há o contato com a superfície do recipiente acima da linha d'água, as fêmeas ficam aderidas ao cartão adesivo inodoro. A instalação da MosquiTRAP deve ser realizada em local ao abrigo do sol e da chuva, semelhantemente às ovitrampas, preferencialmente no peridomicílio (FÁVARO et al., 2006). Os insetos aderidos poderão ser identificados em campo em vistorias posteriores, agilizando a identificação quando se compara à ovitrampa, não havendo necessidade de exame em laboratório de formas eclodidas de ovos coletados (GAMA et al., 2006).

Em estudo realizado na cidade de Mirassol, estado de São Paulo, Brasil, verificou-se que embora a sensibilidade da MosquiTRAP seja menor que da ovitrampa para se detectar a presença do vetor, a captura de adultos possibilita a estimativa da população adulta do vetor, aumentando as chances de definição de indicadores de risco para a ocorrência da dengue. O método atual de coleta de adultos para estimativa da população do vetor mediante o uso de aspirador portátil apresenta sensibilidade similar à da MosquiTRAP. Por ser menos custosa e requerer menor quantitativo de pessoal, é portanto reforçada a utilidade da MosquiTRAP é reforçado como ferramenta de determinação de riscos de transmissão e avaliação de áreas críticas e como ferramenta de avaliação das medidas de controle (FÁVARO et al., 2008).

Alguns municípios brasileiros já contam com a tecnologia do MI-Dengue para o monitoramento do vetor, sendo preliminares os resultados obtidos de sua avaliação. A ferramenta mostrou-se útil e viável de ser implementada pelos municípios, sendo possível verificar a redução da ocorrência da doença após a realização de ações de controle direcionadas pelos resultados do monitoramento (EIRAS & RESENDE, 2009).

1.7 Modelos preditivos de surtos de doenças causadas por patógenos transmitidos por vetores.

Têm sido crescentes os esforços na determinação de modelos preditivos para o risco de ocorrência das doenças infecciosas cujos agentes são transmitidos por vetores. Modelos matemáticos preditivos e que expliquem a ocorrência destas doenças constituem ferramenta útil na determinação do risco de ocorrência de surtos. São úteis também nas avaliações da eficácia das medidas de controle aplicadas às doenças bem como na determinação do momento e local da ação por parte dos serviços de saúde responsáveis pelo controle (WHO, 2004). Tendo em vista a determinação do local das ações de controle, melhor avaliação da situação epidemiológica das doenças é necessária. Devem portanto ser consideradas em conjunto, as variáveis climáticas, a dinâmica populacional do vetor e a ocorrência dos casos das doenças, definindo de forma mais precisa a área de risco, a nível local, não superestimando a sua cobertura (EISEN & EISEN, 2008).

Modelos espaciais de medição de riscos podem ser desenvolvidos considerando-se dados epidemiológicos, vetoriais ou ambos simultaneamente. A observação da escala em que os dados estarão agregados influencia diretamente na aproximação do modelo à realidade. Quanto menor a escala, de agregação dos dados, melhor é o modelo (EISEN & EISEN, 2008).

A utilização de dados epidemiológicos nos modelos espaciais de determinação de risco, considerando a ocorrência da doença, possui alguns pré-requisitos. Existe a necessidade de que a área em questão possua um serviço de vigilância epidemiológica eficiente, que conte com a sensibilidade do profissional de saúde em detectar os sinais clínicos e notificar a vigilância epidemiológica para posterior realização de exame comprobatório. O uso de dados epidemiológicos para definir modelos de doenças transmitidas por vetores é confiável, já que a ocorrência de um caso mostra necessariamente contato com o agente por meio do vetor. No caso da dengue, o uso de dados epidemiológicos no desenvolvimento de modelos pode ser confiável, já que o vetor está associado ao intradomicílio, havendo transmissão geralmente no local de residência (HALSTEAD, 2008). Tal característica contribui com a maior fidelidade dos dados, entretanto é necessário definir mediante investigação epidemiológica o local de infecção.

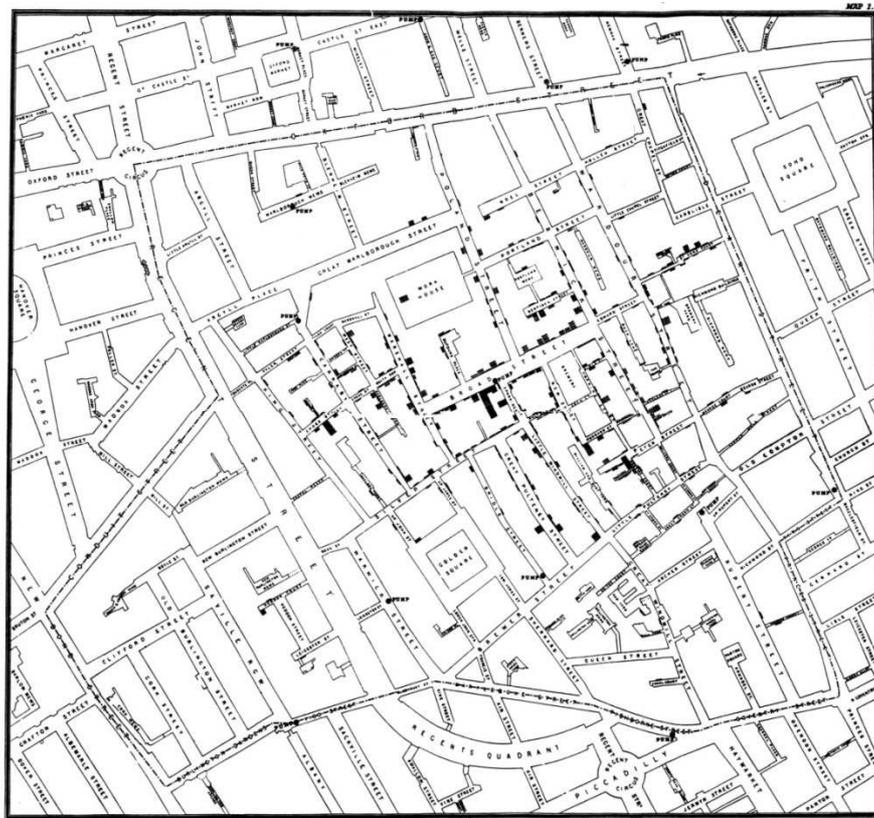
Utilizando dados da população do vetor na determinação dos modelos espaciais, é importante a estimativa da densidade populacional do vetor, e não somente a sua presença ou ausência (EISEN et al., 2006a). Se o levantamento da população do vetor realizado é de boa qualidade, os dados podem levar ao desenvolvimento de um modelo confiável. A localização exata do local de infestação pode ser determinada, estando nesse caso abundância certamente associada ao local. Uma das dificuldades quanto ao uso de dados das populações do vetor nos modelos é o custo e esforço necessário para obtenção dos dados de forma correta, sendo baseado geralmente em buscas ativas ou utilizando armadilhas específicas para o vetor. Ainda considerando os modelos baseados em dados do vetor é importante ressaltar a necessidade de se conhecer a distribuição do patógeno, pois sem esse conhecimento, até o mais preciso modelo da população do vetor pode não gerar dados explicativos, principalmente quando se considera a transmissão exclusiva entre humanos. Entretanto vale ressaltar que a abundância local de insetos infectados buscando o hospedeiro pode não significar aumento no número de infecções, principalmente quando se considera fatores relacionados ao comportamento do hospedeiro humano e sua presença ou ausência em locais infestados (EISEN & EISEN, 2008). Dessa forma, a utilização conjunta dos dados epidemiológicos e vetoriais na determinação de modelos espaciais de risco é o mais recomendado, pois verifica-se complementaridade das aproximações epidemiológica e do vetor (EISEN et al., 2006b).

Modelos preditivos para a dengue foram desenvolvidos por Focks e colaboradores, resultando nos softwares denominados CIMSIM (*Container Inhabiting Mosquito Simulation Model*) e DENSiM (*Dengue Simulation Model*) (FOCKS et al., 1995), que dependendo de ajustes utilizando parâmetros locais relacionados ao vetor, patógeno e ambiente, podem ser utilizados como sistemas de alarme para a ocorrência de surtos (WHO, 2004).

1.8 Análise espaço-temporal de eventos em saúde.

A análise espacial de eventos em saúde contribui para a detecção precoce de situações envolvendo transmissão de doenças, auxiliando a vigilância epidemiológica na tomada de decisões e na avaliação de fatores de risco envolvendo as doenças (CDC, 1990).

Um dos estudos pioneiros utilizando informações geográficas na determinação de fatores de risco relacionados a doenças infecto-contagiosas é de John Snow, médico inglês que utilizando as informações sobre os endereços de ocorrência de mortes por cólera durante epidemia ocorrida na cidade inglesa de Londres em 1849, postulou hipóteses sobre as causas. Apesar da falta de conhecimento sobre o agente causador da doença, acreditando se tratar de “matéria mórbida”, Snow conseguiu com seu trabalho, identificar a fonte da infecção, sugerindo às autoridades a inutilização de uma bomba de água na cidade (NEWSOM, 2006).



Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/John_Snow_\(physician\)](http://en.wikipedia.org/wiki/John_Snow_(physician))

FIGURA 4. Mapa elaborado por John Snow identificando os endereços onde ocorreram os óbitos por cólera, e a aglomeração demonstrada pelas barras escuras.

Estudos atuais que realizam análises espaciais de eventos de saúde são mais freqüentemente baseados na detecção de conglomerados dos eventos de interesse. Os conglomerados ou “clusters”, como denominados na língua inglesa, podem ser definidos como uma inesperada aglomeração de determinados eventos de saúde, no espaço e/ou no tempo (CDC, 1990).

Conglomerados espaciais podem ocorrer devido a existência de fatores que variam puramente na dimensão do espaço. Já os conglomerados temporais podem ocorrer devido aos fatores que variam na dimensão do tempo. A busca por conglomerados espaço-temporais é mais precisa, pois avalia simultaneamente as duas dimensões. A unidade de agregação, ou seja, a escala em que os dados estarão agregados é importante na detecção dos conglomerados (WERNECK & STRUCHINER, 1997). Dados com localização exata podem gerar conglomerados mais reais e bem definidos, sendo possível avaliar com maior grau de resolução os riscos relativos às subáreas que compõe determinada localidade. Decréscimos na escala de agregação dos dados podem significar redução do poder de definição de riscos relativos a ocorrência de determinado evento de interesse na área em estudo. Divisões físicas comumente utilizadas como unidade de agregação são as quadras, os setores censitários, distritos, municípios e estados (CDC, 1990).

1.8.1 Métodos de detecção de conglomerados espaço-temporais

A detecção estatística de conglomerados de eventos é de extrema importância no estudo da epidemiologia das doenças. Permite identificar a ocorrência não aleatória dos eventos, sendo possíveis as inferências sobre seus determinantes epidemiológicos (KULLDORFF et al., 2005). São várias as metodologias que possibilitam a detecção dos conglomerados, sejam eles espaciais, nos quais há dependência da distância de ocorrência entre os eventos, ou espaço-temporais, nos quais os eventos se relacionam não só espacialmente, mas também temporalmente (WERNECK & STRUCHINER, 1997)

A. Varredura circular para detecção de conglomerados espaciais

A técnica denominada varredura circular espacial descrita por Kulldorff (1997) utiliza informações geográficas sobre a posição de determinados eventos de interesse na superfície terrestre para a detecção de conglomerados. Os conglomerados

detectados demonstram se os eventos se relacionam uns aos outros ou não se relacionam, dependendo de suas distâncias ocorrência. Considerando uma região composta por várias sub-áreas delimitadas, pode-se associar a ocorrência dos eventos da região às diferentes áreas que a subdividem. Cada área possui uma posição conhecida, sendo caracterizada geograficamente e demograficamente. É definida uma janela circular de raio variável, varrendo a região em estudo a partir de cada centróide das sub-áreas (coordenadas métricas do par X,Y), desde um raio nulo até um máximo estipulado para a situação em estudo. Ao conjunto de áreas agrupadas pelo círculo, denomina-se zona, sendo cada zona, uma candidata a conglomerado, condição esta que dependerá dos eventos observados nas áreas (FIG. 11).

Para cada zona é calculado o valor de verossimilhança, pelo modelo de Bernoulli ou de Poisson, dependendo da natureza dos dados. O modelo de Bernoulli é utilizado quando os dados apresentam distribuição binomial, denotados como casos e não casos. O modelo de Poisson é utilizado quando o número de casos em cada área apresenta distribuição de Poisson. O cálculo da verossimilhança é realizado para todas as possíveis janelas de varredura, sendo as janelas que possuem o maior valor de verossimilhança a representação do conglomerado mais provável, onde a ocorrência dos eventos provavelmente não foi ao acaso. Mediante a utilização do modelo mais adequado (Bernoulli ou Poisson) é definido o número de eventos esperados, para comparação ao número de eventos observados dentro e fora dos círculos de varredura. Através de simulação é feita a distribuição dos eventos sob a hipótese nula (de aleatoriedade da ocorrência dos eventos) seguindo-se o cálculo da razão de verossimilhança. As zonas com maior valor de verossimilhança (ocorrência baseada nos modelos de Bernoulli ou Poisson) são comparadas às zonas com maior valor de verossimilhança obtidas mediante análise dos eventos observados (KULLDORFF, 1997).

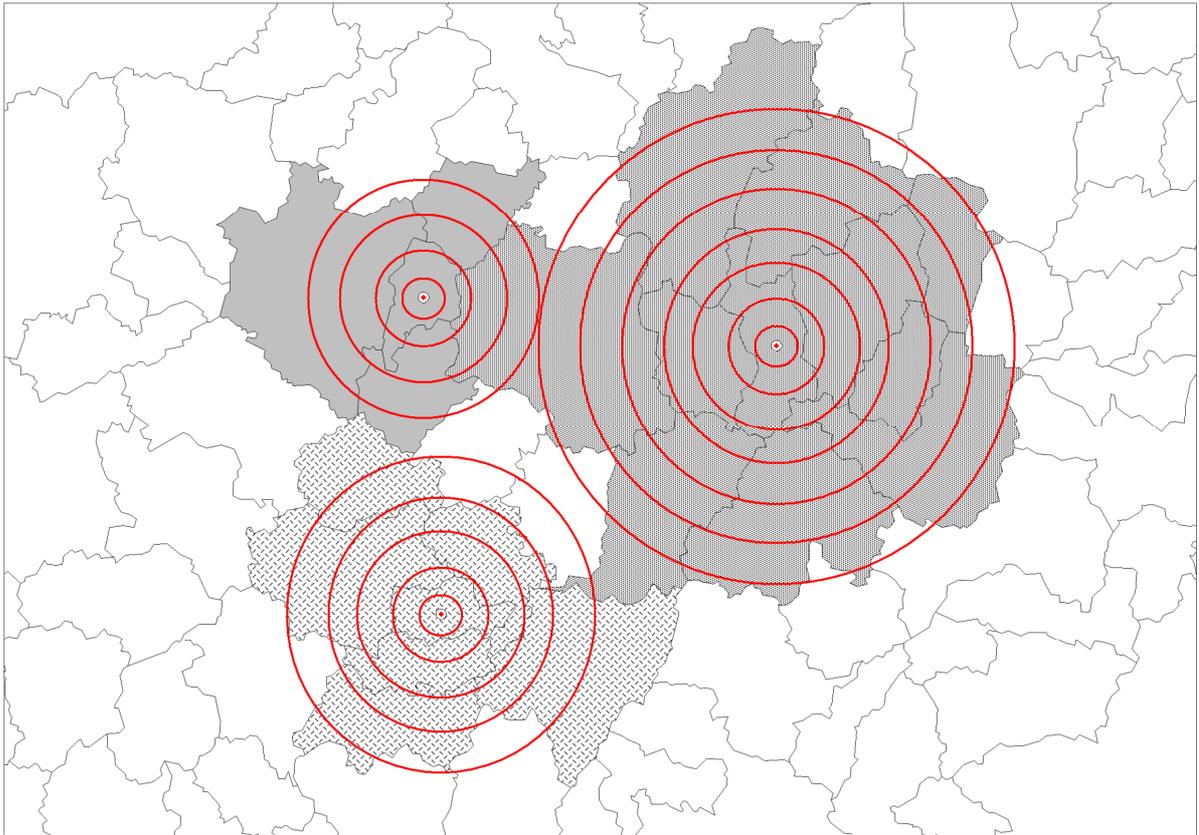


FIGURA 5. Varredura espacial de uma região. Os círculos são centrados no centróide de cada sub-área e seus raios crescem continuamente, formando zonas candidatas à composição de conglomerados.

A significância dos conglomerados detectados é verificada utilizando-se a simulação de Monte Carlo (DWASS, 1957 *apud* SCHERRER, 2007). É obtido o p-valor da comparação entre o número de eventos esperados e observados em cada zona formada pela varredura. Utilizando os valores da estatística calculada e os valores comparados na simulação, que considera o número total de eventos e a população das áreas, busca-se o p-valor dos candidatos a conglomerado. Se o p-valor observado for menor ou igual a 0,05, rejeita-se a hipótese nula a 5% de significância, assumindo que a ocorrência dos eventos não é aleatória espacialmente. A varredura circular espacial está implementada no software SaTScan[®] v7.0.3 (<http://www.satscan.org>).

A metodologia foi utilizada em estudos epidemiológicos que avaliaram a distribuição de doenças infecciosas como a doença de Creutzfeldt-Jakob (COUSENS et al, 2001; HUILLARD D'AIGNAUX, 2002), tripanossomíase africana (FÈVRE et al, 2001), erliquiose granulocítica humana (CHAPUT et al, 2002), malária (BROOKER et

al., 2004) e febre do Nilo ocidental (MOSTASHARI et al., 2003). Nesse último estudo, buscou-se a determinação de um sistema de predição da ocorrência da febre do Nilo ocidental baseado na detecção de conglomerados de morte de pássaros.

A utilização da metodologia de varredura puramente espacial no contexto epidemiológico apresenta algumas limitações. Como os eventos (casos de doença) são registrados ao longo do tempo, a análise em um período fixado não forneceria informações suficientes sobre como a ocorrência dos eventos se distribui ao longo do tempo. A repetição freqüente da análise puramente espacial com intuito de detectar a ocorrência de um conglomerado emergente poderia levar a um problema de ajuste de testes múltiplos, uma vez que a execução de cada teste seria independente uma da outra. Dessa forma, na análise de eventos epidemiológicos é mais apropriado o uso da metodologia de varredura espaço-temporal, visando identificar a distribuição dos eventos não somente no espaço mas também durante o tempo (KULLDORFF et al., 2005).

B. Varredura circular para detecção de conglomerados espaço temporais

A detecção de conglomerados espaço temporais mediante varredura circular espaço temporal segue a metodologia aproximada da varredura circular para detecção de conglomerados puramente espaciais. De acordo com a localização dos eventos e a data de ocorrência, são definidos os conglomerados, onde a ocorrência dos eventos de interesse não é ao acaso, podendo detectar eventos relacionados uns aos outros nas dimensões do tempo e espaço (KULLDORFF et al., 1998).

A varredura circular espaço-tempo utiliza como janela de varredura um cilindro em três dimensões, não um círculo (duas dimensões) como na varredura puramente espacial. Nesse cilindro, a base representa o espaço, e a altura o tempo, sendo flexível independentemente na base e na altura. Semelhantemente a metodologia anteriormente citada, é possível a formação de um número infinito de cilindros contendo formas diferentes, entretanto, é possível que alguns desses cilindros possuam os mesmos indivíduos (já que a população e os eventos epidemiológicos são finitos), levando portanto a um número finito de cilindros. Dessa forma, devido à existência de cilindros semelhantes, os cilindros mais adequados à constituição de conglomerados serão aqueles que possuírem maiores valores de verossimilhança calculada mediante o teste de razão de verossimilhança conforme o modelo de distribui-

ção dos eventos (Binomial ou de Poisson), sendo detectado o conglomerado mais verossímil. A hipótese nula assume que os eventos ocorrem aleatoriamente no espaço e no tempo enquanto a hipótese alternativa assume que exista conglomerado de eventos nessas dimensões (KULLDORFF et al, 2005).

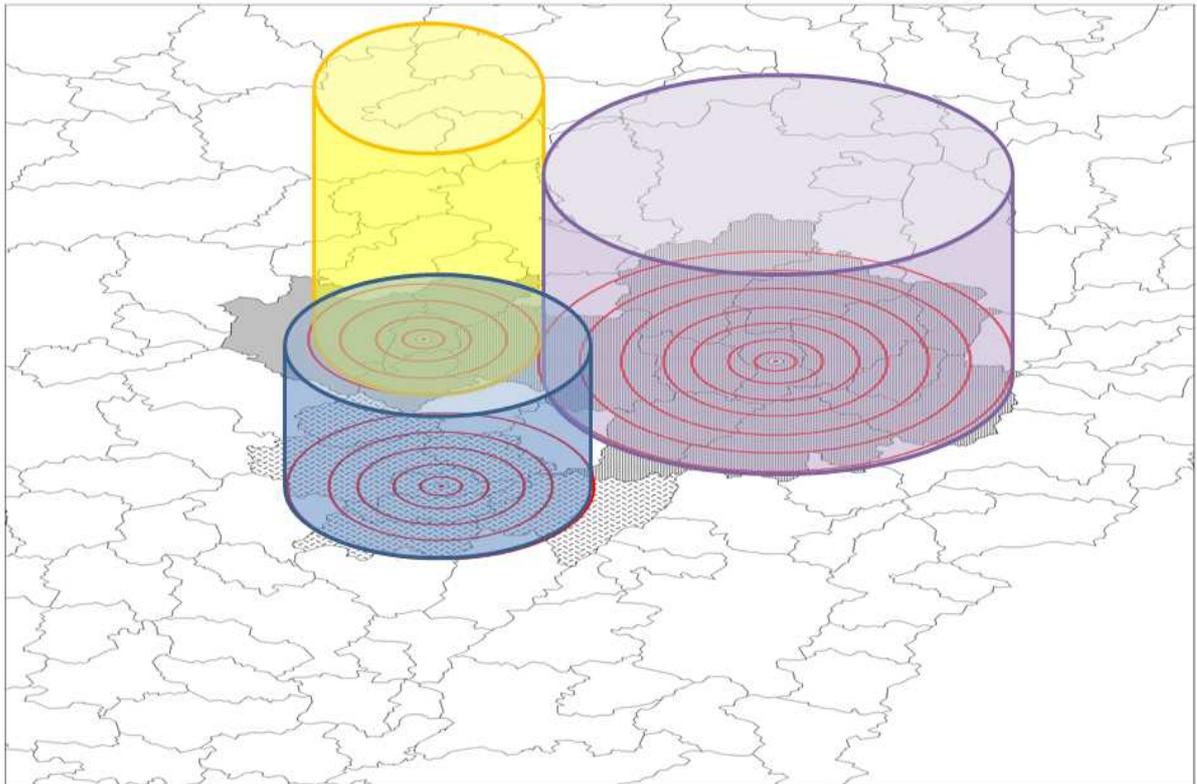


FIGURA 6. Exemplos de cilindros encontrados mediante varredura espaço temporal de uma região. O centro dos cilindros é localizado no centróide de cada sub-área. Para cada centróide o raio e a altura crescem independentemente, constituindo zonas candidatas à composição de conglomerados.

No conglomerado detectado haverá maior risco de ocorrência na(s) área(s) localizada(s) no interior do cilindro que na(s) área(s) localizada(s) fora do cilindro de varredura com maior valor de verossimilhança. Através da simulação de Monte Carlo (DWASS, 1957 *apud* SCHERRER, 2007) os candidatos a conglomerados com maior valor de verossimilhança identificados mediante distribuição dos dados da forma aleatória (modelo de Bernoulli ou de Poisson) são comparados aos candidatos a conglomerados obtidos dos eventos observados para obtenção do p-valor. Ao nível de significância de 5%, um p-valor igual o menor que 0,05 indica um conglomerado mais verossímil, representando uma zona (conjunto de áreas) de maior risco de ocorrência do evento (KULLDORFF et al, 1998).

Outro modelo de distribuição utilizado na varredura circular espaço-temporal é o denominado Permutação Espaço-Temporal. Este modelo requer apenas a informação da ocorrência do evento, como a data e local, não sendo necessárias informações demográficas das áreas. Utilizando este modelo, a metodologia define que um conglomerado será formado por áreas que possuem um excesso de eventos, em relação às áreas vizinhas. O número de eventos observados em áreas consideradas candidatas a formação de conglomerado é comparado a uma distribuição aleatória dos eventos, simulando ausência de interação espaço-temporal entre estes. Após a comparação, áreas que possuem o maior número de eventos que as vizinhas serão consideradas formadoras do conglomerado, sendo comparados os conglomerados encontrados, permanecendo os mais verossímeis mediante a estatística utilizada (KULLDORFF et al., 2005).

O uso da varredura circular espaço-tempo possui implicações epidemiológicas, podendo fornecer subsídios para ações de controle e vigilância epidemiológica de doenças infecciosas (COLEMAN et al., 2009). Estudos prospectivos realizados mediante a varredura circular utilizando a permutação espaço-tempo podem ser úteis na detecção precoce do surgimento de conglomerados pelos serviços responsáveis pela vigilância epidemiológica (KULLDORFF et al., 2005, ONOZUKA & HAGIHARA, 2008).

2. JUSTIFICATIVA

A dengue é na atualidade um problema de proporções globais, e atinge grande parte dos países em desenvolvimento. Apesar dos esforços para o controle do vetor e redução da incidência da doença, algumas áreas experimentam sérios problemas (HALSTEAD, 2008). O conhecimento dos fenômenos influenciando as dinâmicas de *A. aegypti*, seu principal vetor, e a ocorrência da doença são de extrema importância para a delimitação de estratégias de controle mais eficientes.

Conforme discutido anteriormente o desenvolvimento de modelos preditivos da ocorrência da dengue têm sido freqüente nas últimas décadas. Através dos modelos é possível relacionar como as variáveis climáticas agem sobre a biologia dos vetores e sobre a dinâmica da transmissão, podendo-se compreender melhor a epidemiologia das doenças (WHO, 2004). Entretanto, a aproximação deve ser local visto que cada localidade possui suas características climáticas, geográficas e que as populações do vetor podem apresentar características biológicas diferenciadas das populações de outras localidades (FOCKS, 1993).

Conforme mencionado, a tarefa primordial preconizada pelo Ministério da Saúde no Brasil e realizada pelos municípios para o controle do vetor e conseqüente redução da incidência da dengue, é a redução populacional de *A. aegypti* mediante o tratamento focal. Consiste na eliminação de depósitos contendo água ou utilização de larvicidas nos depósitos que estejam com formas imaturas ou naqueles que possam servir como criadouros do *A. aegypti* (BRASIL, 2001).

Uma das questões que surge ao se avaliar o emprego dessas medidas de controle é o potencial efeito indesejável de dispersão do vetor com possível dispersão do patógeno em uma determinada população após realização da eliminação dos depósitos de água e dos criadouros em localidade infestada pelo *A. aegypti* e com circulação viral (REITER et al., 1995; EDMAN et al., 1998).

O presente trabalho visou avaliar os efeitos das intervenções realizadas para o controle do *A. aegypti*, das variáveis climáticas e de outras variáveis relacionadas à presença do vetor, sobre a dispersão de *A. aegypti* e conseqüentemente das transmissões da dengue na população residente nas localidades. Em relação às variáveis climáticas, avaliou-se dentre as demais variáveis, o efeito da ocorrência de chuvas sobre a dispersão das fêmeas, uma vez que os criadouros em potencial em sua grande maioria se encontram expostos à ação das chuvas. Dessa forma foi avaliado

se períodos chuvosos aumentariam a disponibilidade de criadouros, reduzindo a dispersão das fêmeas em busca de sítios de oviposição. De maneira contrária, a escassez de chuvas representaria também uma escassez de sítios de oviposição, podendo resultar em maior dispersão das fêmeas em busca de depósitos apropriados para as posturas dos ovos e conseqüentemente, maior distância entre os casos de dengue reportados.

Além da avaliação da ocorrência de dispersão das fêmeas de *A. aegypti*, outra avaliação realizada foi relativa ao efeito das ações de controle e das variáveis climáticas sobre os resultados do monitoramento do vetor através de armadilhas, desconsiderando-se a ocorrência de transmissão da dengue entre a população residente.

Foi necessário portanto a escolha de localidades onde houvesse a transmissão do vírus e a presença do vetor, sendo que os trabalhos de controle e monitoramento do vetor tenham ocorrido de forma rotineira e registrada, assim como tenham sido registrados os casos de dengue ocorridos na população residente.

O município de Belo Horizonte (MG) foi escolhido por atender aos requisitos para a avaliação desejada. Considerando-se os serviços de saúde, o município é dividido em nove distritos sanitários, havendo em cada um destes distritos, uma Gerência Regional de Controle de Zoonoses (GERCZO), que dentre outras atividades, realiza o controle do mosquito transmissor do vírus da dengue conforme preconizado pelo Ministério da Saúde. Os dados epidemiológicos da ocorrência da dengue no município, conforme demonstrado anteriormente sugerem que as ações de controle realizadas são de boa qualidade, havendo redução da população do vetor e da incidência da doença em Belo Horizonte. O município é dividido em nove regiões político-administrativas denominadas regionais, havendo em cada regional um distrito sanitário responsável pelos serviços públicos de saúde.

As áreas escolhidas para a análise são as pertencentes aos Distritos Sanitários Norte e Oeste, no período compreendido entre 2002 e 2008. No ano de 2007 o D.S. Norte registrou 535 notificações de casos suspeitos de dengue, sendo confirmados 170 casos (autóctones e importados). O D.S. Oeste registrou no mesmo período 821 notificações de casos suspeitos de dengue, sendo 447 (autóctones e importados) confirmados como dengue (SMSA - PBH, 2007). Trata-se portanto de localidades de intensa circulação viral e presença do vetor.

O município de Belo Horizonte iniciou em 2002 o uso de ovitrampas para o monitoramento do vetor, contando com um trabalho sistematizado e apoio laborato-

rial, realizando a obtenção de dados sobre a presença do vetor em todo o município. Atualmente há aproximadamente 1800 ovitrampas instaladas em Belo Horizonte. As armadilhas são instaladas na zona urbana da cidade, em locais fixos e habitados, cobrindo um raio de 200 metros, sendo a distância de 400 m entre as armadilhas (PESSANHA, 2006).

O D.S. Oeste compreende uma área onde foi realizado um projeto piloto utilizando o Monitoramento Inteligente Dengue (MI-Dengue). Na área compreendida pelo D.S.Oeste, o monitoramento do *A. aegypti* realizado através do MI-Dengue forneceu dados referentes a presença semanal do vetor adulto bem como possibilitará avaliar a dispersão destes. O monitoramento realizado na área foi semanal, utilizando aproximadamente 450 armadilhas MosquiTRAP instaladas semanalmente, sendo o monitoramento realizado durante o ano de 2007 e primeiros meses de 2008.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte (protocolo nº 037/2008) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (protocolo nº 210/08).

3. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Determinar as variáveis que influenciaram as populações de *A. aegypti* e a distribuição dos casos de dengue ocorridos na população residente em duas áreas do município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

Objetivos específicos

- Verificar a distribuição dos casos de dengue nas áreas, avaliando se as ocorrências foram aleatórias ou associadas espacialmente e temporalmente.
- Verificar entre os métodos de monitoramento utilizados nas áreas, pesquisa larvária, armadilha de oviposição e armadilha de adultos, qual o método que apresentou melhor concordância com a distribuição dos casos de dengue ocorridos.
- Verificar se houve concordância entre os resultados obtidos dos métodos de monitoramento utilizados, avaliando quais métodos apresentaram resultados mais concordantes entre si.
- Verificar se houve dispersão de fêmeas de *A. aegypti* após a execução das medidas de controle do vetor, tendo como indicador do movimento do vetor a ocorrência de casos de dengue na população residente.
- Verificar se as variáveis climáticas: temperatura (mínima, média e máxima), precipitação pluviométrica, radiação solar acumulada e umidade relativa do ar, influenciaram na dispersão do vetor refletida pelos casos de dengue ocorridos.
- Determinar as variáveis que influenciaram os resultados obtidos no monitoramento do vetor das áreas, incluindo na análise as variáveis relacionadas às medidas de controle e as variáveis climáticas.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização das áreas de estudo

O estudo foi realizado utilizando dados de áreas do município de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os dados analisados constituem os pertencentes ao Distrito Sanitário Norte e o Distrito Sanitário Oeste. Sendo um estudo ecológico, considerou-se o período iniciado em 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

O município de Belo Horizonte está situado na latitude 19°55'41"S e longitude 43°56'30"O. Segundo o censo demográfico do ano de 2000 possui uma população de 4.259.163 habitantes (BRASIL, 2000). É dividido em nove regionais administrativas, possuindo cada regional, os órgãos responsáveis pelos serviços públicos essenciais. Compõem estas regionais, os distritos sanitários, responsáveis pelos serviços de saúde compostos por gerências administrativas, dentre elas, as relacionadas aos serviços de vigilância epidemiológica e de controle de endemias urbanas.

A área coberta pelo D. S. Norte (19°49'13"S; 43°55' 06"O), equivalente a 33,5 Km², atende a uma população residente estimada em 193.764 habitantes (BRASIL, 2000), contando até o ano de 2007 com 16 centros de saúde que formavam 16 áreas de abrangência. Os centros de saúde são unidades gerenciadas pela prefeitura municipal, exercendo a atenção primária à saúde das populações residentes em sua área de abrangência. As áreas de abrangência dos centros de saúde dividem a área de atuação do distrito sanitário, contando com limites fixos. Cada área de abrangência dos centros de saúde por sua vez, é dividida em setores censitários e os setores censitários, em quarteirões (ou quadras). A área coberta pelo D.S. Norte faz divisa com as áreas dos Distritos Sanitários: Pampulha, Venda Nova e Nordeste, e com os municípios de Santa Luzia e Vespasiano (SMSA - PBH, 2007).

A área coberta pelo D.S. Oeste (19°57'24"S; 43°59'0 4"O) é de 32,0 Km², sendo a população residente estimada em 268.698 habitantes (IBGE, 2000). Possuía até o ano de 2007 14 centros de saúde compreendendo 14 áreas de abrangência, contando com as mesmas categorias de subdivisões e organizações citadas para o D.S. Oeste. Faz divisa com as áreas dos Distritos Sanitários Centro-Sul, Barreiro e Nordeste, e com o Município de Contagem (SMSA - PBH, 2007).

Conforme proposto pelo PNCD, a Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte realizou no município as atividades de vigilância epidemiológica e controle da

dengue. As atividades foram executadas no âmbito dos distritos sanitários, havendo em cada distrito, uma Gerência Regional de Epidemiologia e Informação (GEREPI), responsável pela vigilância epidemiológica, e uma Gerência Regional de Controle de Zoonoses (GERCZO), responsável pelo controle do vetor *A. aegypti*.

As áreas que constituem os Distritos Sanitários Norte e Oeste representam áreas com presença do *A. aegypti* e com transmissão de dengue durante o período avaliado, havendo nessas áreas o serviço de vigilância epidemiológica para dentre outras funções, possibilitar a notificação dos casos de dengue, e o serviço de controle do vetor (SMAS - PBH, 2007).

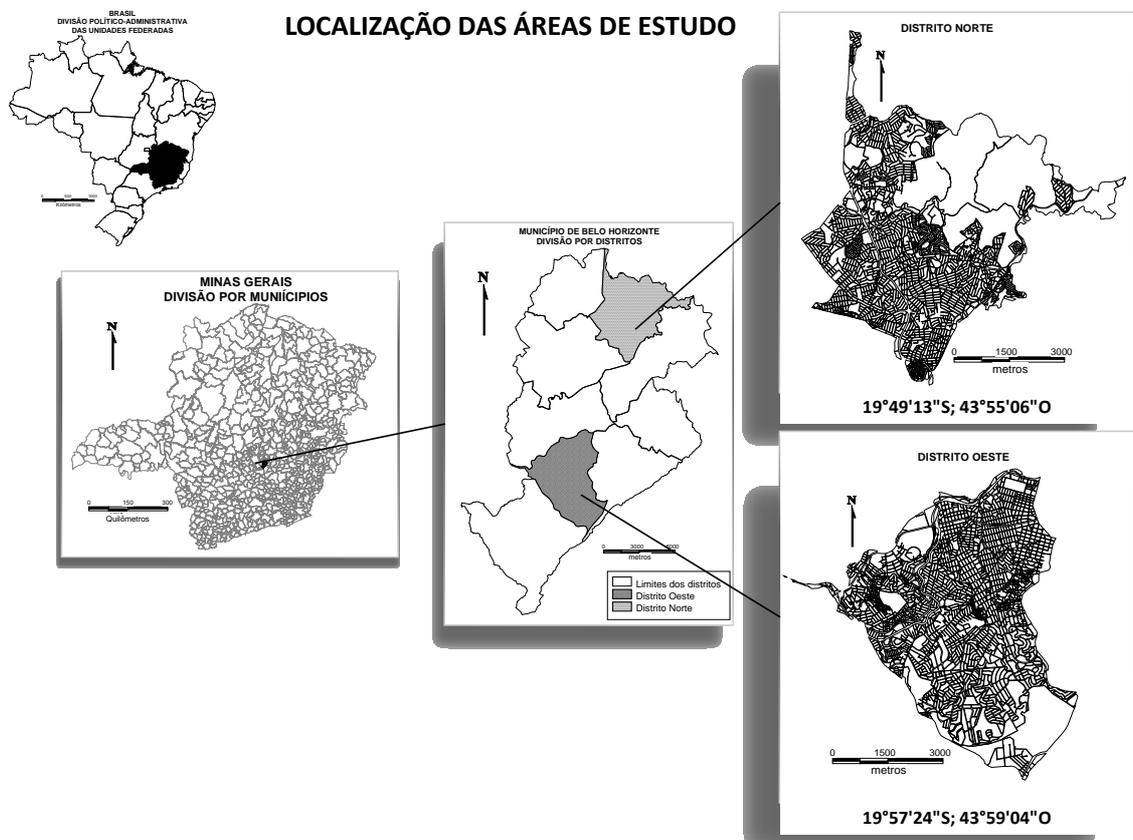


FIGURA 7. Localização geográfica das duas áreas de estudo.

4.2 Obtenção dos dados

Os dados utilizados foram os relacionados à vigilância epidemiológica da dengue nas regiões de estudo, incluindo-se os dados da vigilância da ocorrência de casos de dengue e da vigilância entomológica, obtidos dos serviços municipais de vigilância epidemiológica e de controle da dengue da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, Minas Gerais. Os demais dados utilizados foram os meteorológicos diários, sendo as séries históricas obtidas do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), relativos ao município de Belo Horizonte (MG).

4.2.1 Dados da vigilância epidemiológica

A. Vigilância da ocorrência de casos

Os dados referentes à ocorrência de casos de dengue do período compreendido entre 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008, foram obtidos do Sistema de Informação Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) e do Sistema de Vigilância Epidemiológica (SISVE). A obtenção ocorreu através das Gerências Regionais de Epidemiologia e Informação – GEREPI/SMSA-PBH – presentes nos Distritos Sanitários Norte e Oeste do município de Belo Horizonte.

Os dados selecionados, compreendendo todos os casos confirmados e autóctones de dengue no período de estudo e nas respectivas áreas, continham os registros de cada caso de dengue notificado na área em estudo. Todos os registros continham dentre outras informações não utilizadas, um número único de identificação gerado pelos sistemas de notificação, o endereço de residência dos indivíduos acometidos e a data de início dos sintomas. Alguns dos registros continham as coordenadas geográficas da residência, geradas pelos sistemas de notificação e alguns continham o critério de confirmação do caso, clínico-epidemiológico ou por resultado laboratorial, que não se encontrava registrado sistematicamente.

Utilizando mapas digitais das áreas de estudo, fornecidos pela Empresa de Informática e Informação de Belo Horizonte (PRODABEL) às Gerências Regionais de Controle de Zoonoses e o software TerraView, foram obtidas as coordenadas geográficas exatas dos registros que não as possuíam. Os mapas utilizavam o sistema

de coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), localizados no fuso de 23°, sendo o *datum* utilizado o SAD69.

O geoprocessamento dos dados possibilitou a identificação da quadra onde ocorreu o caso de dengue, sendo esta informação armazenada juntamente aos demais registros para cada caso. Quando não era possível a obtenção das coordenadas geográficas exatas, eram obtidas as coordenadas de um endereço mais próximo e localizado na mesma quadra. Considerou-se da mesma quadra, os endereços localizados do mesmo lado da rua, uma vez que um dos lados apresenta números ímpares de endereço e o outro números pares. Registros cuja obtenção das coordenadas não foram possíveis, foram excluídos das análises.

B. Vigilância entomológica e controle do *Aedes aegypti*

Os registros das atividades de vigilância e controle do inseto vetor executadas no período entre 1º de janeiro de 2002 e 30 de junho de 2008 no âmbito das Gerências Regionais de Controle de Zoonoses – SMSA-PBH foram obtidos do Sistema de Controle de Zoonoses, (SCZOO) utilizado para registro e armazenamento dos dados das atividades realizadas em todo o município.

As atividades registradas no SCZOO correspondiam às visitas realizadas pelo pessoal responsável pelo controle do vetor conforme recomendado pelo PNCD, durante a execução das metodologias denominadas Tratamento Focal e Pesquisa Larvária ocorridas de forma rotineira ou emergencial. Durante as vistorias, as informações geradas e armazenadas foram o uso do larvicida e a presença de larvas, que posteriormente foram identificadas em laboratório, constando a espécie caso fossem *A. aegypti* ou *A. albopictus* e a família Culicidae caso as espécies identificadas diferissem das anteriormente citadas. A informação relativa à identificação das amostras realizada pelo laboratório de entomologia da Secretaria Municipal de Belo Horizonte encontrava-se disponível no SCZOO.

Os registros obtidos do SCZOO continham dentre outras informações, as atividades realizadas, as datas de realização das atividades, e o local de realização especificado através do número identificador da quadra, havendo em alguns registros o endereço exato dos locais, constando o logradouro e o número do registro municipal do imóvel. Foi realizado o georreferenciamento das ações, sendo obtida a identi-

ficação das quadras onde se localizaram, permanecendo para as análises posteriores, apenas as ações cujas coordenadas geográficas foram obtidas.

Registros do monitoramento do vetor realizado por meio das ovitrampas nas áreas de estudo foram obtidos das respectivas Gerências Regionais de Controle de Zoonoses sob a forma de planilhas digitais contendo os resultados por período de instalação e por armadilha instalada. Os endereços dos imóveis onde foram instaladas as armadilhas estavam presentes, bem como a identificação da quadra através do número único de cada uma.

Os resultados do monitoramento do vetor realizado nas áreas pertencentes à regional oeste pelo MI-Dengue foram obtidos por meio de planilhas eletrônicas, constando por data de instalação (e semana epidemiológica) o número de insetos coletados em cada MosquiTRAP. As coordenadas geográficas da localização das armadilhas foram também obtidas.

- **Pesquisa larvária**

Os dados relativos às atividades de visita a pontos estratégicos e pesquisa vetorial especial realizadas no D.S. Norte e no D.S. Oeste durante o período avaliado, foram obtidos dos registros constantes no SCZOO e em boletins de registro das atividades de campo arquivados nas gerências regionais de controle de zoonoses.

As atividades de pesquisa larvária até o ano de 2006 ocorreram durante todo o ano, em visitas periódicas das equipes de controle do vetor nos imóveis do município, sendo realizada pesquisa em busca de formas larvárias do vetor, segundo a metodologia denominada Levantamento de Índice (LI). Sendo encontradas, eram acondicionadas em amostras e enviadas ao laboratório para identificação. Durante estas vistorias, era realizado concomitantemente o controle do vetor, através da eliminação dos depósitos contendo água e uso de larvicida.

A partir de 2006 o levantamento de índice de infestação passou a ser denominado LIRAA, sendo utilizada metodologia específica em vistorias programadas para obtenção de uma amostra dos imóveis em cada ocasião, conforme especificado anteriormente (pág. 21).

As visitas quinzenais aos locais denominados pontos estratégicos também forneceram dados incorporados às pesquisas larvárias. Visando-se o controle do vetor nas localidades, foi realizada pelas equipes responsáveis durante o período avalia-

do, a visita quinzenal aos pontos estratégicos para utilização do larvicida e remoção de criadouros, havendo coletas de larvas caso fossem encontradas, seguindo-se o envio de amostras ao laboratório para identificação.

Quanto às pesquisas vetoriais especiais, foram vários os critérios utilizados para a execução destas. Dentre eles cita-se o surgimento de casos suspeitos ou confirmados de dengue ou a presença comprovada do vetor (mediante armadilha de monitoramento ou outro meio qualquer), sendo portanto, atividades esporádicas. Os registros das pesquisas vetoriais especiais foram também utilizados nas análises.

- **Armadilha de oviposição - ovitrampa**

As ovitrampas no município de Belo Horizonte foram instaladas individualmente em cada ponto escolhido para o monitoramento (FIG. 8 e FIG. 9), sendo recomendado o preenchimento do recipiente por água e infusão de *Panicum maximum* preparada a sete dias, obtendo uma concentração de 10% (dez por cento) de infusão. As instalações ocorreram entre períodos de 14 dias, monitorando um período de sete dias a contar da data da instalação, após os quais a armadilha foi retirada e sua palheta enviada ao laboratório de entomologia do município, para a contagem dos ovos a ela aderidos e posterior eclosão destes para identificação da espécie (PES-SANHA, 2006).

Os dados relativos aos registros dos resultados das ovitrampas se encontravam disponíveis sob a forma de planilhas eletrônicas, especificando para cada armadilha, o número de ovos obtidos em cada instalação, não discriminando ovos de *A. aegypti* ou de *A. albopictus*, espécies do gênero mais comuns nas regiões estudadas. Alguns dos registros não se encontravam sob forma eletrônica, sendo digitados para possibilitar a análise.

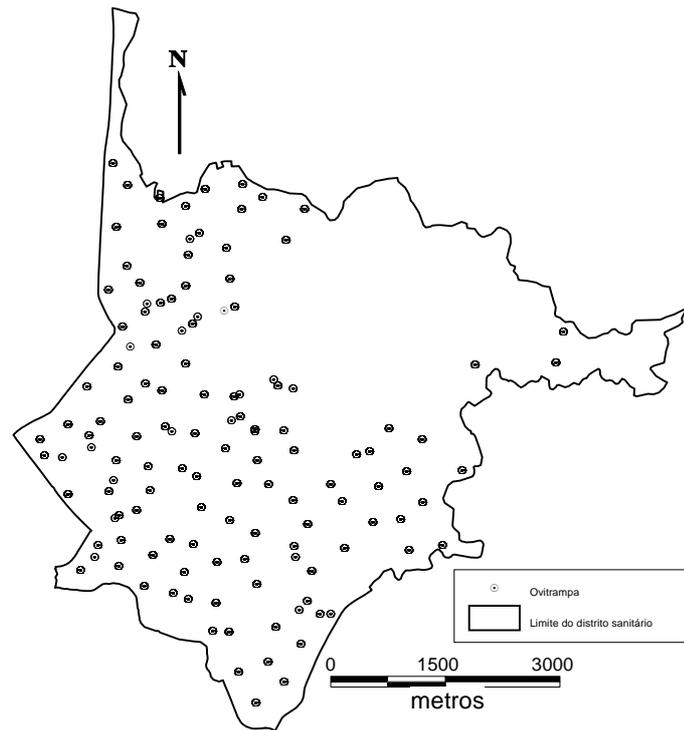


FIGURA 8. Locais de instalação das armadilhas de oviposição. Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2002 - 2008.

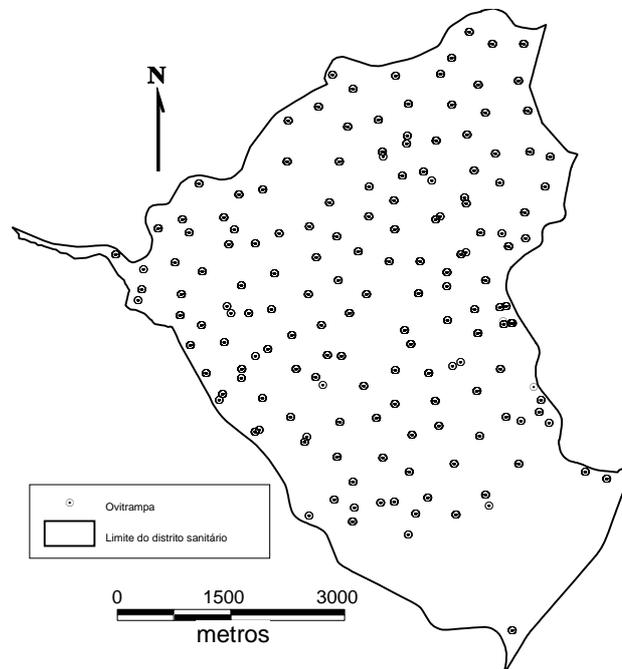


FIGURA 9. Locais de instalação das armadilhas de oviposição. Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2002 – 2008.

- **Armadilha de captura de adulto – MosquiTRAP**

O D.S. Oeste compreende uma área onde foi realizado o projeto piloto utilizando a tecnologia MI – Dengue. O monitoramento do *A. aegypti* forneceu dados referentes a presença semanal do vetor adulto do período compreendido entre fevereiro de 2007 a maio de 2008. O monitoramento realizado na área foi semanal, havendo aproximadamente 450 armadilhas MosquiTRAP instaladas (FIG. 10). Os resultados do monitoramento foram obtidos mediante planilha eletrônica especificando o número de fêmeas de *A. aegypti* coletadas em cada armadilha em cada instalação realizada.

O total de armadilhas instaladas durante o período compreendido entre a oitava semana epidemiológica de 2007 e a décima oitava semana epidemiológica de 2008 foi de 5775 armadilhas MosquiTRAP. Durante este período não houve instalações de armadilhas nas semanas epidemiológicas de número 16,17, 32, 33, 34, e 35 de 2007.

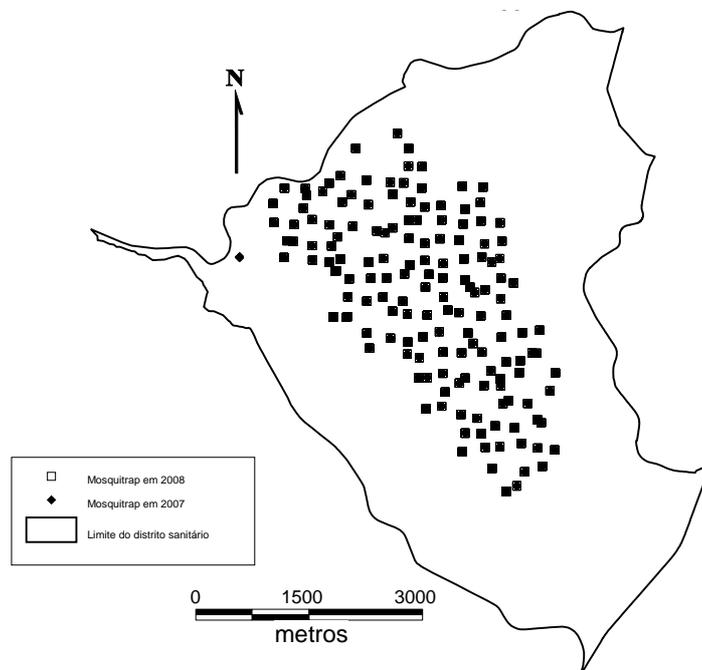


FIGURA 10. Locais de instalação das armadilhas MosquiTRAP. Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais. 2007 – 2008.

4.2.2 Medidas de controle do *Aedes aegypti* executadas nas áreas de estudo – Tratamento focal

A execução da rotina do controle do vetor, visa a eliminação de criadouros ou potenciais criadouros do *A. aegypti*, através do uso de larvicidas, entretanto como medida de preferência busca-se quando possível, a eliminação ou vedação dos depósitos contendo água parada.

No presente trabalho foram considerados os dados relativos ao controle larvário, sendo desconsiderado o controle do vetor adulto realizado principalmente em situações emergenciais, devido à inconstância do registro dessas atividades.

A metodologia denominada tratamento focal, na qual foram executadas as visitas programadas aos imóveis, foram realizadas pelas equipes responsáveis pelo controle do vetor nas áreas que compõe os distritos sanitários a cada 60 dias no período avaliado, havendo a programação de cinco visitas anuais a cada imóvel. Os dados de registros dessas atividades foram obtidos nas respectivas gerências de controle de zoonoses, estando disponíveis em formato digital, no SCZOO da PRO-DABEL, estando alguns períodos disponíveis também sob a forma de boletins de registro das atividades de campo arquivados nas gerências de controle de zoonoses,

4.2.3 Dados meteorológicos:

Foram obtidos dados meteorológicos diários, compreendendo o período avaliado, 01 de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 coletados pela Plataforma de Coleta de Dados (PCD) pertencentes ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto de Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

No presente estudo, as variáveis meteorológicas consideradas foram: temperatura do ar (°C), temperaturas mínima e máxima (°C), precipitação pluviométrica (mm³), umidade relativa do ar (%), radiação solar acumulada (MJ/m²), velocidade máxima do vento na rajada (m/s) e direção do vento (°NV). As variáveis tinham seus valores atualizados a cada 3 horas, sendo os registros decorrentes de coletas realizadas a cada 3 horas. Posteriormente, para obtenção da precipitação em milímetros ocorrida a cada dia do período avaliado, foi realizado um comparativo da pluviosidade diária registrada, sendo a precipitação calculada como a diferença entre as pluviosidades registradas em leituras consecutivas. Os dados foram consolidados por data. Uma vez que os registros obtidos constavam da leitura dos sensores meteorológicos a cada três horas, para cada dia foi considerado o valor máximo registrado para cada variável.

TABELA 1. Parâmetros coletados, calculados e transmitidos via satélite pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCD)

Parâmetro	Unidade	Interpretação
Temperatura do Ar	°C	Valor instantâneo a cada 3 horas
Temperatura Máxima do Ar	°C	Valor a cada 3 horas com a máxima das últimas 24 horas, amostragem a cada minuto.
Temperatura Mínima do Ar	°C	Valor a cada 3 horas com a mínima das últimas 24 horas, amostragem a cada minuto.
Umidade Relativa do Ar	%	Valor instantâneo a cada 3 horas.
Velocidade Máxima do Vento (Rajada)	m/s	Valor máximo (rajada) cada 3 horas, amostras cada 3 segundos.
Direção do Vento na Velocidade Máxima	° NV	Valor (Dir. da rajada) cada 3 horas, amostras cada 3 segundos
Radiação Solar Global Acumulada	MJ/m ²	Valor acumulado a cada 3 horas, integração de 1080 amostras de 10 segundos de intervalo
Precipitação Acumulada	mm	Valor acumulado mensal cada 3 horas (zera o acumulado automaticamente todo dia 1º de cada mês) .

Fonte: CPTEC/INPE

4.2.4 Dados demográficos

Foram obtidos dados do censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no ano de 2000. Os dados disponíveis são aglomerados por setor censitário, que é a menor unidade física utilizada no censo, sendo composta por quadras e possuem dentre outras informações, a população residente no setor censitário naquele período.

Utilizado os mapas da PRODABEL, e o software Terraview, foi obtida a estimativa da população das quadras, como pré-requisito para as análises realizadas posteriormente. Utilizou-se as informações sobre a área do setor censitário (FIG. 11 A e B), a área das quadras (FIG. 12 A e B) que o compõem e a população do setor, sendo calculada a estimativa da população das quadras mediante a equação:

$$\text{População da quadra} = \frac{\text{Área da quadra}}{\text{Área do setor censitário}} \times \text{população do setor censitário}$$

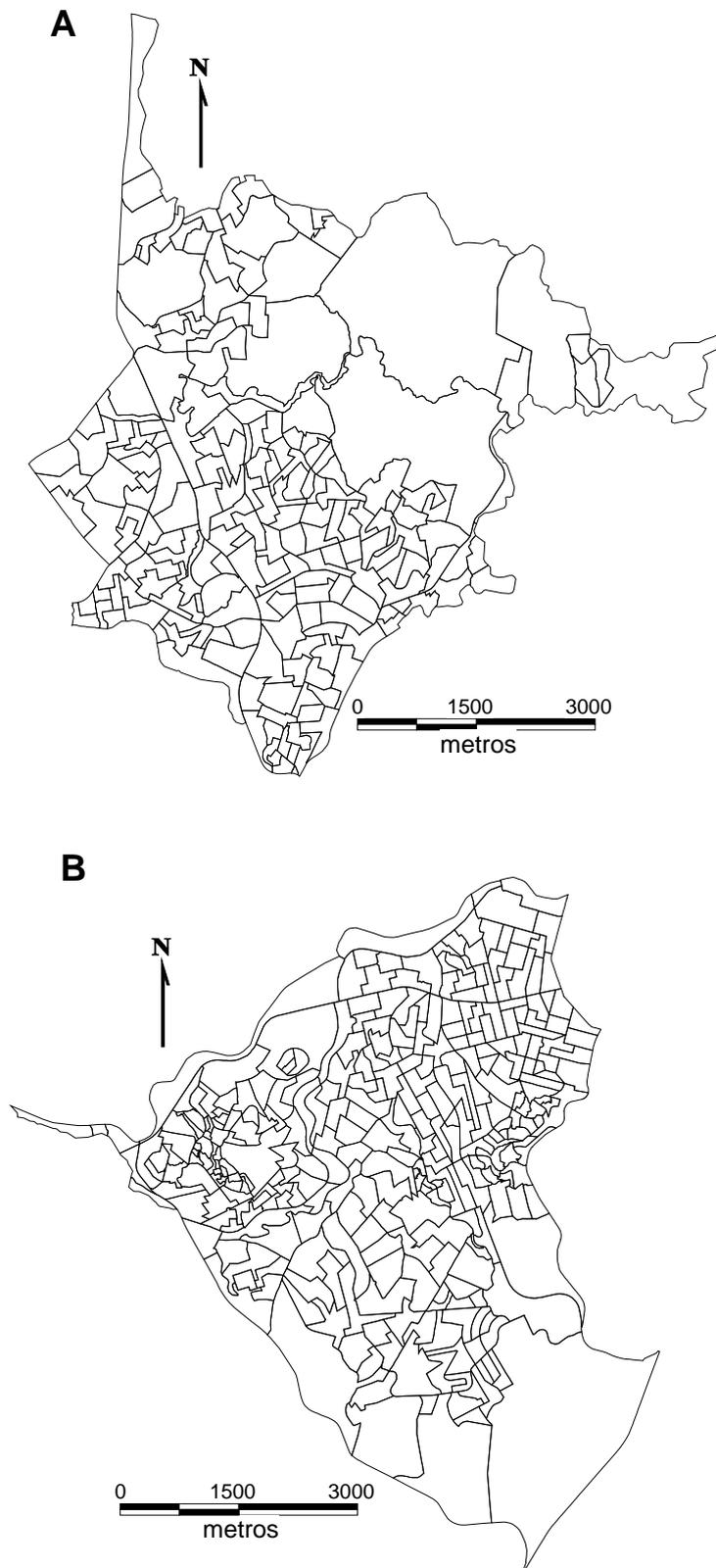


FIGURA 11. Divisão dos distritos em setores censitários nos Distritos Sanitários Norte.(A) e Oeste (B) de Belo Horizonte, Minas Gerais.

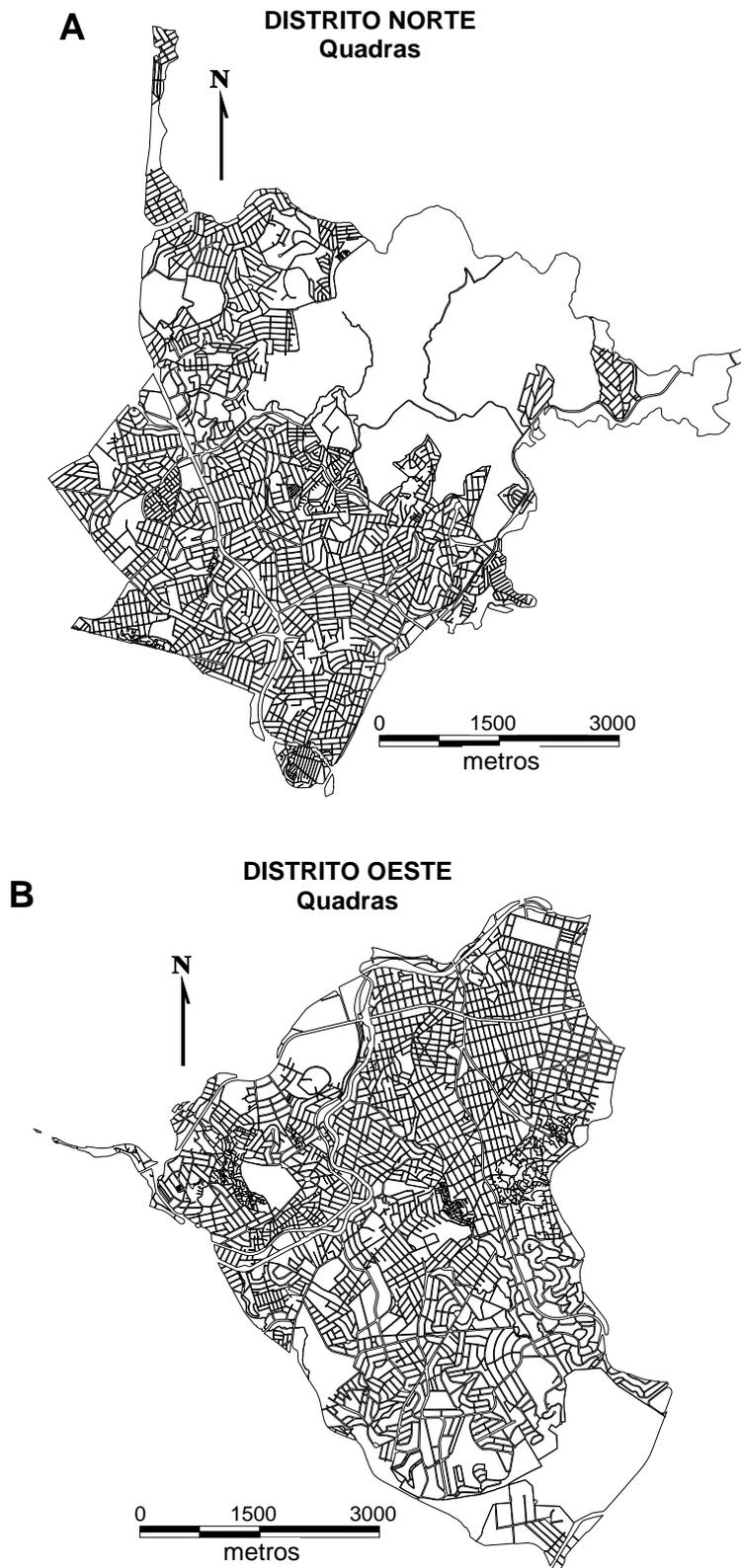


FIGURA 12. Divisão das quadras dos Distritos Sanitários Norte (A) e Oeste de Belo Horizonte (MG).

4.3 Preparação do banco de dados

Os dados coletados foram organizados em um banco de dados, utilizando o *software* EpilInfo versão 3.5.1. A organização dos dados foi realizada para o desenvolvimento das análises propostas, respeitando os seus pré-requisitos e a integridade do banco. As tabelas presentes no banco foram armazenadas de forma separada para cada fonte de dados.

Estrutura do banco de dados:

Planilha I – casos de dengue;

Planilha II – atividades de controle do *A. aegypti*;

Planilha III – atividades de monitoramento do vetor – pesquisa larvária;

Planilha IV – atividades de monitoramento do vetor – ovitrampas

Planilha V – atividades de monitoramento do vetor – MosquiTRAP;

Planilha VI – dados meteorológicos.

Planilha VII – informações geográficas das áreas.

Posteriormente, foram adicionadas novas planilhas, decorrentes do geoprocessamento dos dados e do cruzamento de informações de interesse.

4.4 Semivariograma do monitoramento do vetor

Outra análise espacial realizada foi através da ferramenta denominada semivariograma, para determinação da distância máxima em que a presença de ovos nas ovitrampas ou de fêmeas nas armadilhas MosquiTRAP influenciou a leitura nas outras armadilhas instaladas no mesmo período. Por se tratar de uma análise puramente espacial, o semivariograma foi determinado para cada semana epidemiológica em que as armadilhas foram instaladas, separadamente para as ovitrampas e a MosquiTRAP. O semivariograma é considerado ferramenta básica de suporte à técnicas estatísticas espaciais denominadas Krigeagem, e foi utilizado no presente trabalho de maneira empírica. Os resultados obtidos auxiliaram na determinação das distâncias a serem consideradas nas análises espaciais posteriores.

Considerando uma amostra localizada na posição (x_1, y_1) , denominada por $z(x)$ e outra na posição (x_2, y_2) , sendo definida como $z(x+h)$, onde h é o vetor da distância entre os pontos. Para cada valor de h , considerando todos os pares $z(x)$ e $z(x+h)$, o semivariograma, $\hat{\gamma}(h)$, pode ser definido pela equação:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

onde $N(h)$ é o número de pares de valores medidos.

Considerando que o fenômeno número de ovos nas ovitrampas e número de mosquitos adultos nas MosquiTRAPs dependeram das distâncias entre as armadilhas e não da direção do vetor da distância entre elas, pôde-se considerar que estes foram fenômenos isotrópicos. Dessa forma, esperava-se que as amostragens nas armadilhas mais próximas apresentassem comportamento mais aproximado que armadilhas mais distantes entre si, de tal forma que a diferença entre $z(x)$ e $z(x+h)$ crescesse até atingir um patamar no qual os efeitos locais (distância) não mais influenciassem nas leituras obtidas nas armadilhas. Define-se como *alcance* a distância dentro da qual as amostras estão correlacionadas espacialmente, *patamar* é o valor do semivariograma correspondente ao *alcance* e *efeito pepita* é o valor da semivariância para a distância zero, ou para distâncias menores que a menor distância entre as amostras (DRUCK et al., 2004).

4.5 Varredura para detecção de conglomerados espaço temporais

Buscando se avaliar o padrão de distribuição dos casos de dengue e a relação entre a presença do vetor e o ocorrência da doença, realizou-se a varredura circular espaço temporal (KULLDORFF et al., 2005), implementada no *software* SaTScan[®] versão 7.0.3 para a detecção de conglomerados de casos de dengue. Seguindo-se a detecção de conglomerados do vetor, através dos resultados do monitoramento realizado utilizando as ovitrampas, armadilhas MosquiTRAP e através das pesquisas larvárias.

Posteriormente, foram identificadas as localidades e os períodos em que houve sobreposição espacial e temporal dos conglomerados encontrados para posterior avaliação da concordância entre a ocorrência de dengue e o monitoramento do vetor, e a concordância entre os diferentes métodos de monitoramento utilizados.

4.5.1 Casos de dengue

A detecção dos conglomerados de casos de dengue foi realizada mediante varredura circular espaço-temporal (KULLDORFF, 1997) utilizando-se o modelo de probabilidade de Poisson. Buscou-se a detecção de conglomerados formados por áreas que apresentaram ocorrência de casos de dengue, cuja ocorrência não foi aleatória.

As janelas de varredura utilizadas possuíam como raio máximo 500 m a partir do centro de cada quadra, buscando casos associados dentro de um período de 22 dias. A unidade temporal utilizada foi o dia. Os registros de casos de dengue estavam portanto agregados por quadras e por dia, sendo a data utilizada a de início de sintomas de cada caso.

Não foi definido o período de duração máxima de cada conglomerado, sendo estipulado como padrão pelo *software* que a duração máxima seria de 50% do período analisado. Os conglomerados não deveriam apresentar sobreposição geográfica, permanecendo portanto os conglomerados mais verossímeis.

Foram consideradas as quadras como as áreas formadoras das regiões, sendo cada distrito sanitário (Norte e Oeste) considerado portanto uma região distinta e

independente. Os dados sobre a população humana estimada residente em cada quadra foram obtidos conforme exposto anteriormente.

Utilizando os mapas das áreas em estudo, fornecidos pela PRODABEL às Gerências Regionais de Controle de Zoonoses – GERCZO – das regionais norte e oeste, foi possível localizar as quadras que compõem as áreas. Cada quadra possui um código identificador utilizado pela PRODABEL, o mesmo código foi utilizado no presente estudo para a identificação das quadras de interesse. Utilizando o *software* Terraview, foi possível a identificação das quadras onde ocorreram os casos de dengue, sendo portanto incorporado às informações presentes sobre os casos, o código identificador da quadra de ocorrência.

As informações geográficas utilizadas foram as constantes nas bases de dados geográficos do ano de 2008. Foi verificado que as bases de dados das quadras bem como das outras subdivisões das áreas não sofreram alterações significativas durante o período avaliado.

Os resultados obtidos pelo *software* SaTScan em formas de tabelas foram transformados em informação gráfica para avaliações posteriores das sobreposições entre os diferentes conglomerados detectados (conglomerados de casos da doença e do monitoramento do vetor).

4.5.2 Monitoramento do vetor

Os registros do monitoramento do vetor foram utilizados na análise espacial dos eventos, incluindo nela a análise estatística da varredura circular espaço tempo sendo executada para cada método de monitoramento. Para detecção dos conglomerados utilizou-se o modelo de probabilidade denominado Permutação Espaço-Temporal, dentre outros motivos, por se tratar de eventos que independem da informação demográfica das áreas (KULLDORFF et al., 2005).

Aos dados do monitoramento do vetor foram associadas as informações geográficas, sendo os eventos (número de ovos por instalação, número de mosquitos capturados por instalação ou amostra contendo larvas de *A. aegypti*) agregados por quadra de instalação das armadilhas ou de coleta das amostras. Foi considerado para as armadilhas, a data aproximada da instalação, e para as pesquisas larvárias, a data de execução das atividades.

A unidade temporal de agregação considerada foi o dia. Para a detecção de conglomerados utilizando os dados obtidos através das armadilhas, ovitrampa e MosquiTRAP, a janela temporal utilizada foi de 22 dias. Para os dados obtidos das pesquisas larvárias, o período definido como janela temporal foi de 50 dias. Esta diferença foi necessária devido a possibilidade de que os ciclos constituídos pelas formas larvárias tenham maiores variações que os possíveis ciclos constituídos por fêmeas que estavam aptas a realizar a postura, e foram detectadas pelas ovitrampas ou MosquiTRAP, visto que a detecção de ovos ou a captura de fêmeas são medidas diretas da presença do vetor adulto.

Buscou-se identificação de conglomerados de larvas de *A. aegypti* e de *A. albopictus* individualmente, para se diferenciar a ocorrência das duas espécies.

O tamanho máximo para os conglomerados não foi definido, sendo estipulado automaticamente pelo *software* o tamanho máximo de 50 % da área analisada.

Após a obtenção dos resultados das análises, foram obtidas as informações gráficas para comparação entre os conglomerados detectados utilizando os diferentes métodos de monitoramento e a verificação da existência de sobreposição com os conglomerados de casos de dengue detectados.

4.5.3 Verificação da sobreposição entre os conglomerados

Os conglomerados encontrados foram avaliados quanto a existência de sobreposições espaciais e temporais mediante a comparação entre as datas de ocorrência e a informação gráfica dos conglomerados detectados, sendo possível verificar se conglomerados que ocorreram durante períodos concordantes, foram constituídos por áreas semelhantes. A existência de sobreposições espaciais foi verificada mediante o *software* Terraview, sendo possível identificar as quadras formadoras dos conglomerados que possuíram sobreposições.

As comparações para verificar sobreposição ocorreram entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados do resultado do monitoramento do vetor. Comparação foi também realizada entre as sobreposições entre os conglomerados do vetor obtidos entre os diferentes métodos de monitoramento. As proporções de áreas sobrepostas em relação às áreas totais dos conglomerados que possuíram sobreposições e os períodos totais destes conglomerados foram avaliadas pelo teste Qui-quadrado. As comparações foram realizadas para se verificar qual método

de monitoramento utilizado apresentou maior correspondência com a ocorrência de transmissão da dengue na população residente, e para verificar qual a concordância verificada entre os conglomerados obtidos mediante os diferentes métodos de monitoramento do vetor.

As sobreposições observadas entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos pelos métodos de monitoramento (conglomerados de ovos, de adultos de *A. aegypti* ou de imóveis contendo larvas de *Aedes* sp.) foram identificadas pelo número identificador do conglomerado de caso de dengue e pelo número identificador do conglomerado obtido pelo monitoramento, sendo separados pelo caractere barra ("/"). Da mesma forma, as sobreposições ocorridas entre os conglomerados obtidos pelos diferentes métodos de monitoramento foram identificadas pelo número identificador do conglomerado de um dos métodos e pelo número identificador do conglomerado do outro método, sendo separados os algarismos pelo caractere barra ("/").

4.6 Avaliação das variáveis influenciando a ocorrência de casos de dengue e o monitoramento do vetor

Utilizando os dados coletados, relativos à ocorrência de dengue, ao monitoramento do vetor e às variáveis meteorológicas, foram elaborados Modelos Lineares Generalizados (MLG) para avaliação da influência das variáveis coletadas sobre a distribuição dos casos de dengue ocorridos nas áreas, utilizando como variável resposta a média da distância entre os casos medida em metros. Avaliou-se em um segundo momento mediante o ajuste de outros modelos, a influência das variáveis sobre os resultados do monitoramento do vetor realizado nas áreas de estudo.

Os dados geoprocessados foram utilizados para associar espacialmente as variáveis com informação geográfica, e a associação temporal foi possível devido a presença das datas relativas a cada variável.

4.6.1 Associação espacial entre as variáveis

Utilizando o software TerraView e os mapas contendo as quadras das áreas em estudo, foi definido um círculo de raio de 200m em torno de cada caso de dengue (FIG. 13). Foram selecionadas todas as quadras que se encontravam no interior do círculo e todas que interceptavam o círculo em algum ponto. Dessa forma, obteve-se um raio de quadras em torno de cada caso, com o valor aproximado de 200m. A escolha do raio de 200 m foi baseada nos conhecimentos sobre o comportamento da fêmea do vetor, que tende a permanecer nas proximidades e interior das habitações humanas após o repasto, buscando após a maturação dos ovos, sítios de oviposição apropriados (REITER, 2007). A delimitação dessa distância possibilitou avaliar as alterações do ambiente nas proximidades mais imediatas da provável localização da fêmea, evitando-se que modificação de parâmetros distantes que provavelmente não influenciariam no comportamento do inseto fossem computados e servissem como fator de confusão nos modelos.

Foram selecionados os dados relativos a cada variável georreferenciada presentes nas quadras formadoras do raio de cada caso, associando portanto para cada caso os dados presentes no raio de 200m. Os dados selecionados foram os obtidos do levantamento de vistorias realizadas no tratamento focal e nas pesquisas

larvárias, agregados por quadra, e os dados do monitoramento do vetor por meio das armadilhas.

O levantamento dos resultados do monitoramento do vetor foi realizado através da definição de raios de 200 m em torno de cada armadilha. Associou-se para cada armadilha as quadras no interior do raio e as que interceptassem seu limite, definindo um raio de quadras de aproximadamente 200m. Para cada quadra do raio das armadilhas, foi associado o resultado do monitoramento do vetor realizado, incluindo-se a data de instalação. Posteriormente, associou-se para cada raio de quadras dos casos, as quadras das armadilhas, obtendo-se os resultados do monitoramento do vetor medidos em ovos (ovitrapas), insetos capturados (MosquiTRAP) para cada caso geoprocessado (FIG 13).

A avaliação das variáveis que influenciaram o resultado do monitoramento do vetor realizado pelas ovitrapas e armadilhas MosquiTRAP foi possível devido a agregação dos dados relativos às variáveis de controle do vetor e variáveis climáticas aos dados relativos a cada armadilha instalada e período monitorado. Assim, definiu-se em torno de cada armadilha oitrapa ou MosquiTRAP um raio de 500 m, sendo associados para a armadilha individualmente, todas as vistorias realizadas para o controle do vetor, incluindo-se a quantidade registrada do uso de larvicida, e as variáveis climáticas vigentes no período de instalação da armadilha.

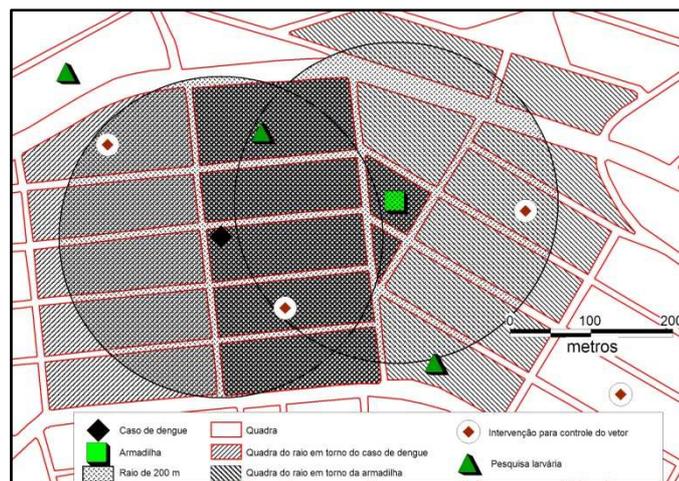


FIGURA 13. Metodologia utilizada na seleção das quadras localizadas a 200 m do caso de dengue e a 200 m de cada armadilha instalada para agregação espacial dos dados georreferenciados.

4.6.2 Associação temporal das variáveis associadas espacialmente.

Utilizando os dados associados espacialmente, seguiu-se a seleção dos dados associados temporalmente aos casos de dengue. Definiu-se considerando fatores biológicos envolvendo a infecção humana, a infecção do vetor pelo vírus e a longevidade do inseto, que dois casos de dengue poderiam estar associados se ocorressem em um período máximo de 22 dias. Dessa forma foram selecionados os dados relativos ao espaço de 200 metros em torno dos casos e 22 dias antes e 22 dias depois do início de sintoma de cada caso, totalizando uma janela temporal de 45 dias em torno de cada caso na qual foram levantados os dados registrados para as demais variáveis a serem incluídas nos modelos.

Para a agregação temporal dos dados associados ao resultado do monitoramento do vetor pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP foi utilizado o período de 50 dias, que se iniciou no 60º dia anterior à data de instalação da armadilha até o 10º dia anterior a data de instalação. O período anterior ao 10º dia foi utilizado visto ser necessário um período para que as demais variáveis possam influenciar o resultado do monitoramento, que mediante o uso de armadilhas, é direcionado para o período da oviposição. A consideração dos 60 dias anteriores foi necessária, visto ser o período máximo entre duas vistorias em um mesmo imóvel conforme preconizado pelo PNCD, sendo portanto possível avaliar o efeito das ações de controle sobre a população do vetor.

O banco de dados foi então reorganizado, sendo obtidos os consolidados, como médias ou somas das variáveis, de acordo com a natureza dos dados, obtendo-se para cada caso de dengue ou resultado do monitoramento pelas armadilhas, o consolidado dos valores observados, de forma a se realizar a elaboração da modelagem. Quando apresentavam valores vazios, representando ausência de dado disponível para uma variável em questão, os registros foram excluídos da análise, só permanecendo os registros que possuíam os valores de todas as variáveis.

As variáveis meteorológicas foram associadas aos demais dados durante esta etapa, sendo consolidados os valores das variáveis conforme suas unidades e métodos de obtenção, sendo obtidos para cada período considerado os consolidados dos valores observados das respectivas variáveis.

4.6.3 Modelos Lineares Generalizados

Sendo observada a distribuição dos dados, definiu-se o Modelo Linear Generalizado a ser utilizado. Caso a distribuição dos dados fosse normal, seria utilizado o Modelo de regressão linear normal. Caso a distribuição dos dados obtidos para a variável de interesse não fosse simétrica seria aconselhável a utilização de outro modelo que não fosse o modelo normal.

A. Avaliação das variáveis influenciando a distância entre os casos de dengue

- **Modelo de Regressão Gama**

Foi ajustado o Modelo de Regressão Gama pois o modelo se aplicava à situação observada para a variável de interesse. A variável *MEDDISTCASOS* (Média das distâncias entre os casos localizados a até 800 m de distância de um determinado caso e o próprio caso) assumiu valores positivos, em relação às variáveis: *ARE-AKM2*, *POPQDR*, *SOMALARVAEG*, *SOMALARVALB*, *AMOSTRAS*, *OVOS*, *OVIT-POSIT*, *MOSQTRAP*, *CONTATRATS*, *TRATAREA*, *LARVICIAREA*, *CASOPOP*, *DIRVENTO*, *RADSOLACUM*, *TEMPAR*, *TEMPMAX*, *TEMPMIN*, *UMIDREL*, *VEL-VENTOMA*, Média de *PRECIPIT* e Soma de *PRECIPIT*. Os modelos foram ajustados por meio do software R, versão 2.8 (TAB. 2).

O Modelo de Regressão Gama utilizado na análise de dados contínuos apresentou suporte positivo para a distribuição da variável resposta. Dado que $\mu_i > 0$, que representa a média de uma determinada variável resposta gama, a utilização do modelo gama com função de ligação entre as covariáveis e a variável resposta é:

$$\mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \dots + \beta_n x_n$$

Onde:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$$

Representam as variáveis independentes que explicaram a média da variável resposta (*MEDDISTCASOS*).

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \dots, \beta_n$$

representam o efeito associado a cada variável independente.

O ajuste dos modelos foi realizado em três momentos. No primeiro momento, utilizaram-se os dados dos distritos sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte considerando os períodos de 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso.

No segundo momento, utilizaram-se os dados dos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte considerando os períodos antes (22 dias) da data de início de sintomas de cada caso e no terceiro momento, foi considerado o período após (22 dias) a data de início de sintomas, associando para cada período (antes ou após o surgimento dos sintomas) as variáveis independentes. Dessa forma uma variável que estava presente na tabela utilizada no modelo que considerou os 45 dias, tornou-se duas variáveis na tabela utilizada para o modelo que considerou os períodos antes e após o surgimento dos sintomas, podendo assumir valores diferentes em cada período. Tal aproximação foi necessária para se identificar com maior precisão as variáveis capazes de influenciar na variável de interesse.

TABELA 2. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão Gama para a variável *Média da distância entre os casos (MEDDISTCASOS)*

Variável	Descrição	Obtenção (unidade)
<i>MEDDISTCASOS</i>	Média das distâncias entre os casos a até 800 m de distância de um determinado caso e o próprio caso.	<i>Média (m)</i>
<i>AREAKM2</i>	Área das quadras que formaram o raio de 200 m em torno de cada caso	<i>Soma(Km²)</i>
<i>POPQDR</i>	População estimada das quadras que formaram o raio de 200m em torno de cada caso	<i>Soma(Habitantes / Km²)</i>
<i>CONTATRATS</i>	Nº de intervenções para controle do vetor realizadas no entorno do caso.	<i>Soma</i>
<i>TRATAREA</i>	Razão entre o nº de intervenções para controle do vetor e a área total das quadras do entorno do caso.	<i>nº de intervenções/área do entorno (Km²)</i>
<i>LARVICSUM</i>	Quantidade de larvicida utilizado na área do entorno do caso	<i>Soma (g)</i>
<i>LARVICIAREA</i>	Razão entre a quantidade de larvicida (g) utilizado no e a área total das quadras do entorno do caso.	<i>larvicida (g)/área do entorno(Km2)</i>
<i>SOMALARVAEG</i>	Nº de larvas de <i>A. aegypti</i> coletadas no entorno do caso mediante pesquisa larvária.	<i>Soma</i>
<i>SOMALARVALB</i>	Nº de larvas de <i>A. albopictus</i> encontradas no entorno do caso mediante pesquisa larvária.	<i>Soma</i>
<i>OVOS</i>	Nº de ovos presentes na(s) ovitrampa(s) que monitoraram o entorno do caso.	<i>Média</i>
<i>OVITPOSIT</i>	Positividade das ovitrampas que monitoraram o entorno do caso.	<i>nº de positivas/nº de instaladas</i>
<i>DIRVENTO</i>	Direção do Vento na Velocidade Máxima	<i>Média (°NV)</i>
<i>RADSOLACUM</i>	Radiação Solar Global Acumulada	<i>Média (MJ/m²)</i>
<i>TEMPAR</i>	Temperatura do Ar	<i>Média (°C)</i>
<i>TEMPMAX</i>	Temperatura Máx. do Ar últ. 24 h	<i>Média (°C)</i>
<i>TEMPMIN</i>	Temperatura Mín. do Ar últ. 24 h	<i>Média (°C)</i>
<i>UMIDREL</i>	Umidade Relativa do Ar	<i>Média (%)</i>
<i>VELVENTOMAX</i>	Velocidade Máx. do Vento (Rajada)	<i>Média (m/s)</i>
<i>Média de PRECIPIT</i>	Média da precipitação diária acumulada 1	<i>Média (mm)</i>
<i>Soma de PRECIPIT</i>	Soma da precipitação diária acumulada durante o período avaliado	<i>Soma (mm)</i>

B. Avaliação das variáveis influenciando o registro do vetor

O registro periódico das atividades de monitoramento e controle do vetor foi utilizado no ajuste de modelos que buscaram a identificação das variáveis que influenciaram a presença do vetor nas áreas de estudo, através dos resultados obtidos nas instalações das ovitrampas e das armadilhas MosquiTRAP.

- **Modelo de Regressão de Poisson**

A modelagem de Poisson foi utilizada nos ajustes do modelo, devido à natureza dos dados obtidos para variáveis *OVOS* e *MosquiTRAP*, provenientes de contagens de ovos e de mosquitos adultos, respectivamente.

Considerando que as variáveis resposta Y_i foram independentes e modeladas por uma distribuição de Poisson de valor médio μ_i , para $i = 1, \dots, n$. Logo a densidade foi calculada como:

$$f(y_i | \mu_i) = e^{-\mu_i} \frac{\mu_i^{y_i}}{y_i!}$$

Em que $y_i = 1, 2, 3, \dots$

Para o caso de modelo de Poisson, a função logarítmica é a função de ligação que geralmente se utiliza para ligar a média da variável resposta com as covariáveis de interesse,

$$\log \mu_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \dots + \beta_n x_n.$$

Onde:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_n$$

representa variáveis independentes que explicam a média da variável resposta e

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \dots, \beta_n$$

representa o efeito associado a cada variável independente.

Foram desenvolvidos MLG utilizando a distribuição de Poisson. No primeiro momento a variável resposta foi o número de mosquitos capturados nas MosquiTRAPs e no segundo momento o número de ovos coletados nas ovitrampas.

Os dados utilizados no primeiro momento foram os registros das atividades de monitoramento através da MosquiTRAP ocorridos em algumas áreas do D.S.Oeste (FIGURA 10). Foram incluídas as demais variáveis independentes disponíveis que poderiam influenciar a variável de interesse *MOSQTRAP*, incluindo as variáveis meteorológicas e as variáveis relacionadas à execução das medidas de controle.

No segundo momento o modelo ajustado utilizou os registros do monitoramento do vetor através das ovitrampas. No modelo, a variável de interesse foi *OVOS* e as variáveis independentes utilizadas foram as meteorológicas e as relacionadas à execução das medidas de controle.

TABELA 3. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão de Poisson para as variáveis *Número de insetos coletados nas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)* e *Número de ovos coletados nas ovitrampas (OVOS)*

Variável	Descrição	Obtenção (unidade)
OVOS	Nº de ovos coletados na ovitrampa.	<i>Média</i>
MOSQTRAP	Nº de insetos coletados nas armadilhas MosquiTRAP	<i>Soma</i>
CONTATRATS	Nº de intervenções para controle do vetor no entorno da armadilha.	<i>Soma</i>
LARVICMED	Quantidade de larvicida utilizado por vistoria na área do entorno da armadilha	<i>larvicida (g)/vistoria</i>
LARVICSUM	Soma da quantidade de larvicida utilizado na área do entorno da armadilha	<i>Soma</i>
RADSOLACUM	Radiação Solar Global Acumulada	<i>Média (MJ/m²)</i>
TEMPAR	Temperatura do Ar	<i>Média (°C)</i>
TEMPMAX	Temperatura Máx. do Ar últ. 24 h	<i>Média (°C)</i>
TEMPMIN	Temperatura Mín. do Ar últ. 24 h	<i>Média (°C)</i>
UMIDREL	Umidade Relativa do Ar	<i>Média (%)</i>
Média de PRECIPIT	Média da precipitação diária	<i>Média (mm)</i>

- **Modelo de Regressão Binomial**

Buscou-se avaliar quais variáveis influenciaram a positividade das armadilhas, MosquiTRAP e ovitrampa. Para tal, o modelo binomial foi adequado, pois os valores permitidos para as duas variáveis dependentes foram “0” para armadilha negativa e “1” para armadilha positiva.

Considerou-se que cada armadilha seguiu uma variável aleatória para Y com distribuição Bernoulli, ou seja, foram 5726 variáveis respostas independentes, onde:

$$Y_i \sim B(1, \pi_i), \text{ i. e, } f(y_i | \pi_i) = \pi_i^{y_i} (1 - \pi_i)^{1-y_i}, \quad y_i = 0, 1,$$

e

$$i = 1, \dots, 5726,$$

representou cada armadilha.

Como $E(Y_i) = \pi_i$, o valor esperado de uma armadilha ser positiva é dado pela proporção de uma armadilha ser positiva (π_i). Mas a probabilidade de sucesso (ser positiva) é dada por: $P(Y_i = 1) = \pi_i$.

O propósito da utilização dessa metodologia, é determinar a proporção de ser positiva (π_i) para cada armadilha. Pelos Modelos Lineares Generalizados a proporção é explicada por cada covariável, separadamente (Modelos de Regressão Logística simples), e é dada pelo seguinte modelo (supondo no exemplo a existência de sete covariáveis a serem incluídas no modelo):

$$\pi_i = \frac{\exp\{\beta_0 + \beta_i x_i\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \beta_i x_i\}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, 7,$$

Considerando a ligação canônica:

$$\log\left\{\frac{\pi_i}{1 - \pi_i}\right\} = \beta_0 + \beta_i x_i,$$

em que i representa a variável independente escolhida, β_0 representa a proporção esperada de ser positiva, β_1 a β_7 representam o efeito de cada covariável em relação à variável *positividade* e x_i representa o valor da covariável

vel i escolhido para ser testado no modelo. Repare que se $\beta_i(x_i)$ for igual a zero, significa que a covariável escolhida não influencia a probabilidade da armadilha ser positiva.

Para este estudo, foram analisadas todas as covariáveis envolvidas, separadamente, por meio do *software* estatístico R, sendo obtido o p-valor. Se o p-valor encontrado pelo *software* assumisse um valor menor do que 0,05, poder-se-ia dizer que a covariável analisada influenciou, significativamente, na probabilidade da armadilha ser positiva. Posteriormente foram portanto ajustados modelos maximais que após serem refinados pelo Critério de Informação de Akaike, compuseram os modelos finais.

TABELA 4. Variáveis utilizadas nos ajustes dos Modelos de Regressão Binomial para as positivities das armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP instaladas nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Variável	Descrição	Obtenção (unidade)
OVITPOSIT	Positividade da ovitrampa	Negativa ou Positiva (0;1)
MOSQPOSIT	Positividade da MosquiTRAP	Negativa ou Positiva (0;1)
CONTATRATS	Nº de intervenções para controle do vetor no entorno da armadilha.	Soma
LARVICMED	Quantidade de larvicida utilizado por vistoria na área do entorno da armadilha	larvicida (g)/ vistoria
LARVICSUM	Soma da quantidade de larvicida utilizado na área do entorno da armadilha	Soma
RADSOLACUM	Radiação Solar Global Acumulada	Média (MJ/m ²)
TEMPAR	Temperatura do Ar	Média (°C)
TEMPMAX	Temperatura Máx. do Ar últ. 24 h	Média (°C)
TEMPMIN	Temperatura Mín. do Ar últ. 24 h	Média (°C)
UMIDREL	Umidade Relativa do Ar	Média (%)
Média de PRECIPIT	Média da precipitação diária	Média (mm ³)

5 RESULTADOS

5.1 Obtenção dos dados

5.1.1 Casos de dengue

O número de casos de dengue confirmados em residentes das áreas de estudo no período de 01 de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 foi de 2.923 casos, sendo que 1.514 ocorreram no Distrito Sanitário Norte e 1409 no Distrito Sanitário Oeste (TAB. 5).

Todos os casos de dengue foram georreferenciados, exceto 5 dos 1.514 casos do D.S. Norte, que foram excluídos das análises. Dentre o período analisado, o ano de 2005 foi o ano com menor número de casos, foram registrados cinco casos no D.S. Norte e no D.S. Oeste foram sete casos. No D.S. Norte, o ano com maior número de casos de dengue foi 2008, sendo registrados 1052 casos, representando uma incidência de 542,93 casos por 100 mil habitantes. Já no D.S. Oeste, o ano com maior registro de casos foi 2007, com 448 casos registrados, o que representou uma incidência de 166,73 casos por 100 mil habitantes. Observa-se em ambas as localidades que a incidência anual da dengue reduziu no período de 2002 a 2005, havendo aumento a partir do ano 2006 (TAB. 5).

É verificada a ocorrência de casos de dengue distribuídos dentre os limites das localidades, havendo, entretanto, áreas em que não houve ocorrência de casos, provavelmente, nas áreas em que a densidade populacional humana é baixa (dados não demonstrados). A distribuição espacial dos casos demonstra agregação por local de residência em algumas áreas (FIG. 14, 15, 16 e 17).

Verificaram-se indícios de ocorrência de correlação temporal entre os casos de dengue, que ocorreram agrupados temporalmente nos primeiros meses dos anos sendo a ocorrência mais freqüente na 16^a e 17^a semana epidemiológica (FIG. 18). Uma exceção foi o ano 2002, em que o maior número de casos ocorreu entre a sétima e nona semana epidemiológica. Após o crescente aumento de casos observados entre as semanas de maior ocorrência, foi verificado o decréscimo do número de registros. A partir da 27^a semana epidemiológica, observa-se uma redução no número de casos registrados por semana,

ocorrendo pequeno número de casos distribuídos ao longo do segundo semestre de cada ano (FIGURA 14 e 19).

TABELA 5. Número de casos de dengue ocorridos de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 no Distrito Sanitário Norte e no Distrito Sanitário Oeste e a incidência anual da doença por 100.000 habitantes.

Ano	D.S. Norte		D.S Oeste	
	Nº de casos	Incidência (100.000 hab)	Nº de casos	Incidência (100.000 hab)
2002	158	81,542	325	120,954
2003	74	38,191	103	38,333
2004	21	10,838	45	16,747
2005	4	2,064	7	2,605
2006	34	17,547	116	43,171
2007	171	88,252	448	166,730
2008	1052	542,929	365	135,840
Total	1514	781,363	1409	524,381

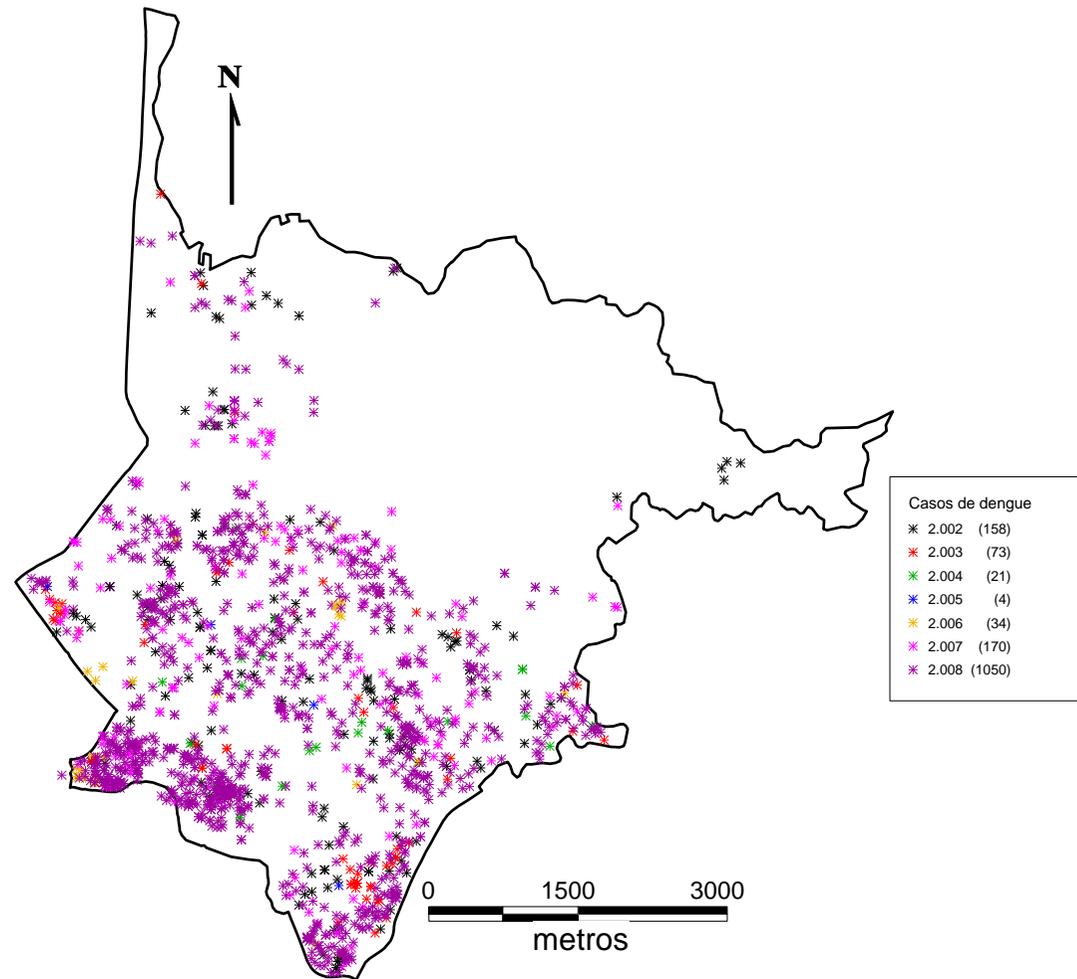


FIGURA 14. Localização dos casos de dengue ocorridos na população residente do Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) por ano de ocorrência, de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

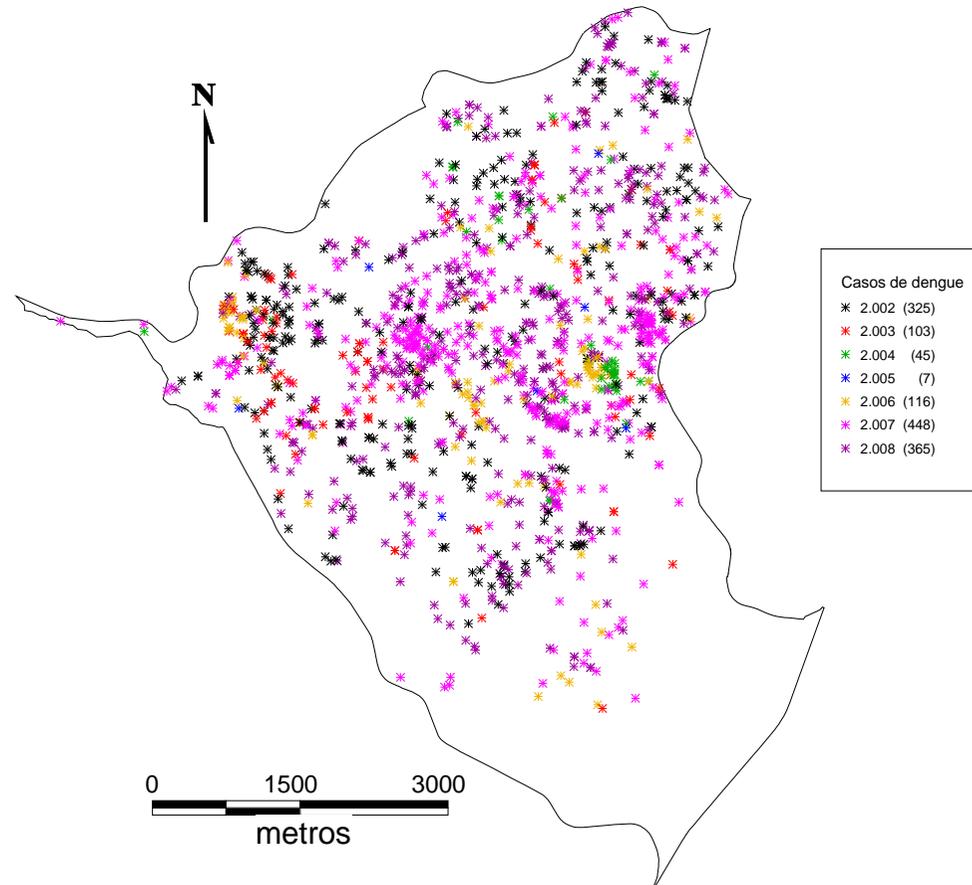


FIGURA 15. Localização dos casos de dengue ocorridos na população residente do Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) por ano de ocorrência, de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

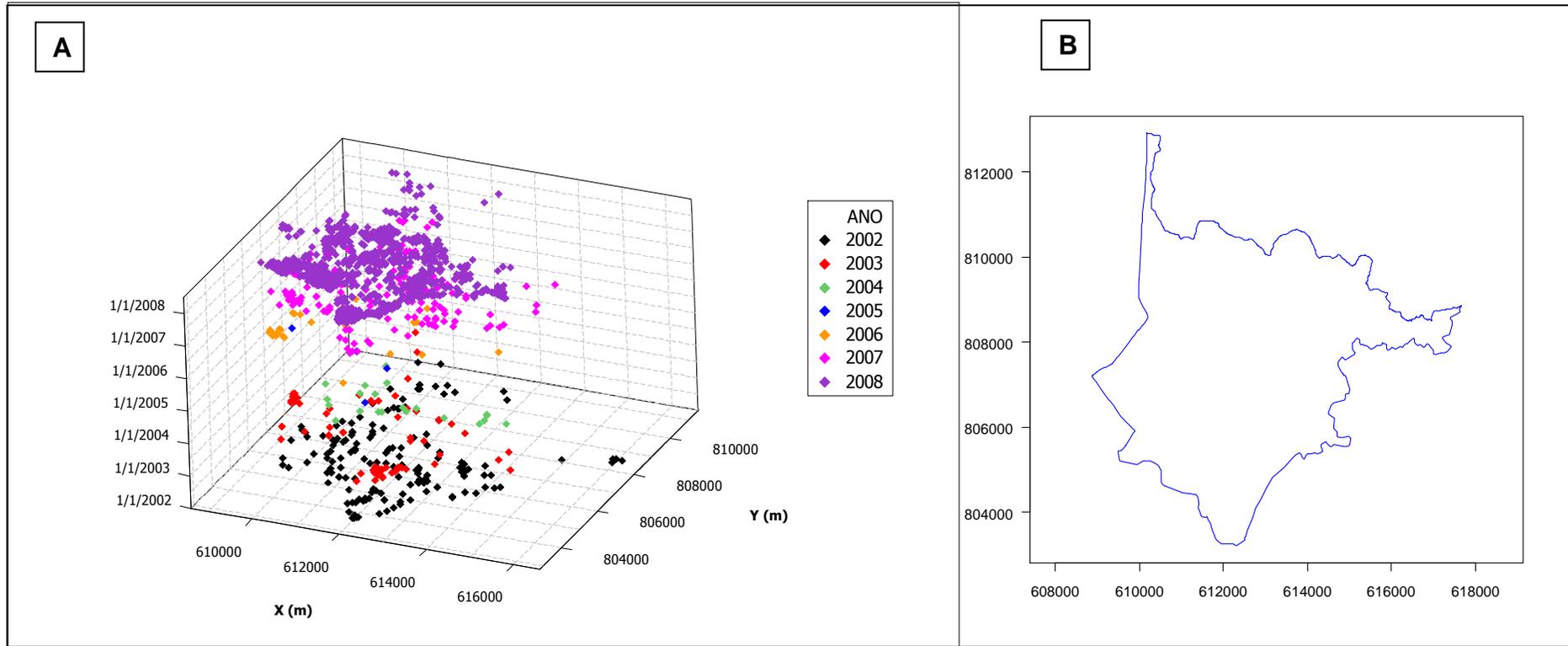


FIGURA 16. Distribuição espacial e temporal dos casos de dengue ocorridos no Distrito Sanitário Norte no período de 1^o de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. A) Gráfico de dispersão utilizando como eixos X e Y as coordenadas métricas e como eixo Z as datas que compuseram o intervalo de tempo avaliado; B) Limite do Distrito Sanitário Norte utilizando as coordenadas métricas nos eixos X e Y.

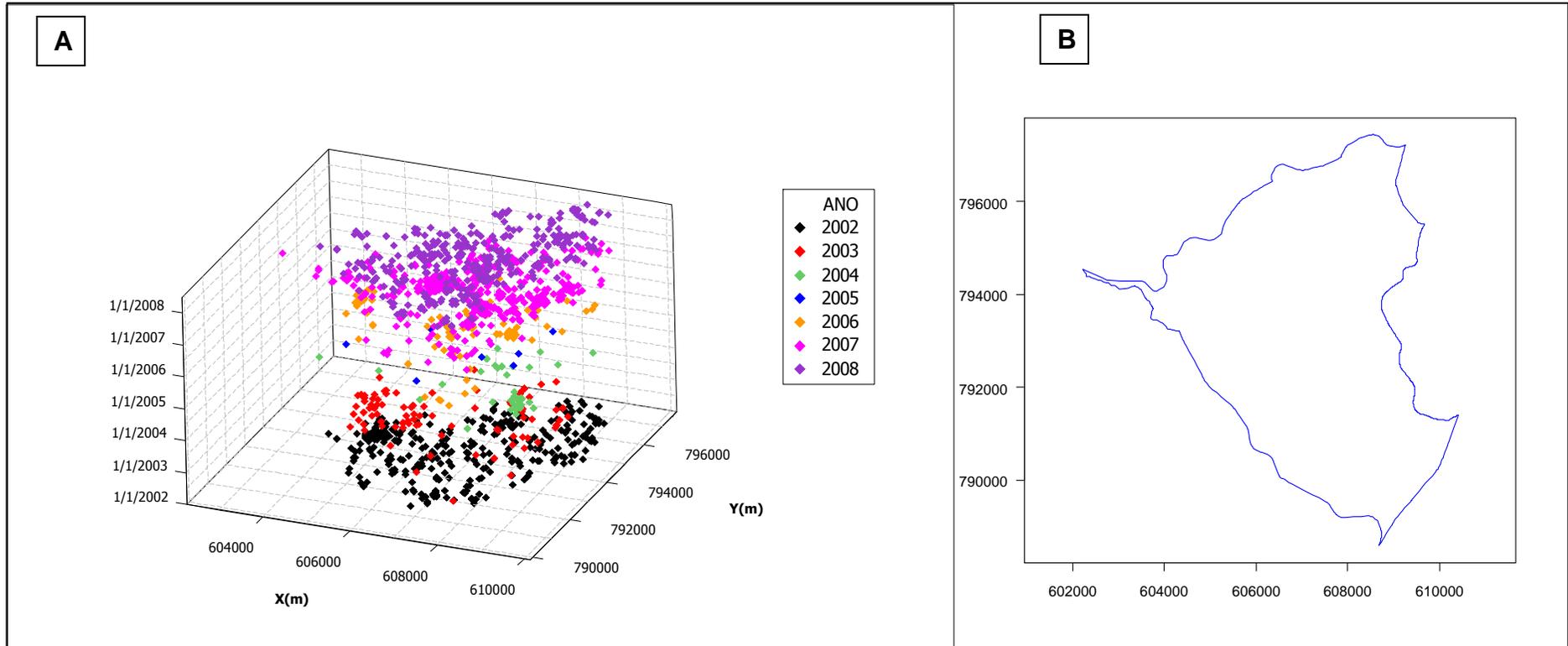


FIGURA 17. Distribuição espacial e temporal dos casos de dengue ocorridos no Distrito Sanitário Oeste no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008. A) Gráfico de dispersão utilizando como eixos X e Y as coordenadas métricas e como eixo Z as datas que compuseram o intervalo de tempo avaliado; B) Limite do Distrito Sanitário Oeste utilizando as coordenadas métricas nos eixos X e Y.

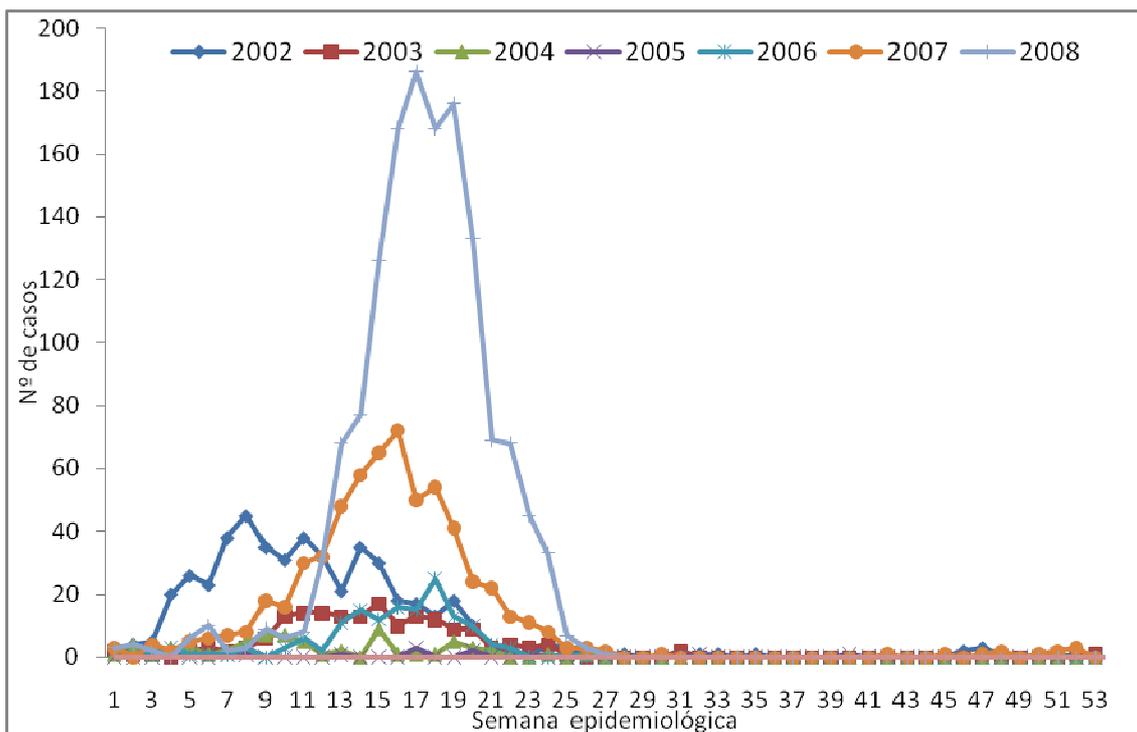


FIGURA 18. Número de casos de dengue registrados por semana epidemiológica e ano de ocorrência (2002 a 2008) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, MG.

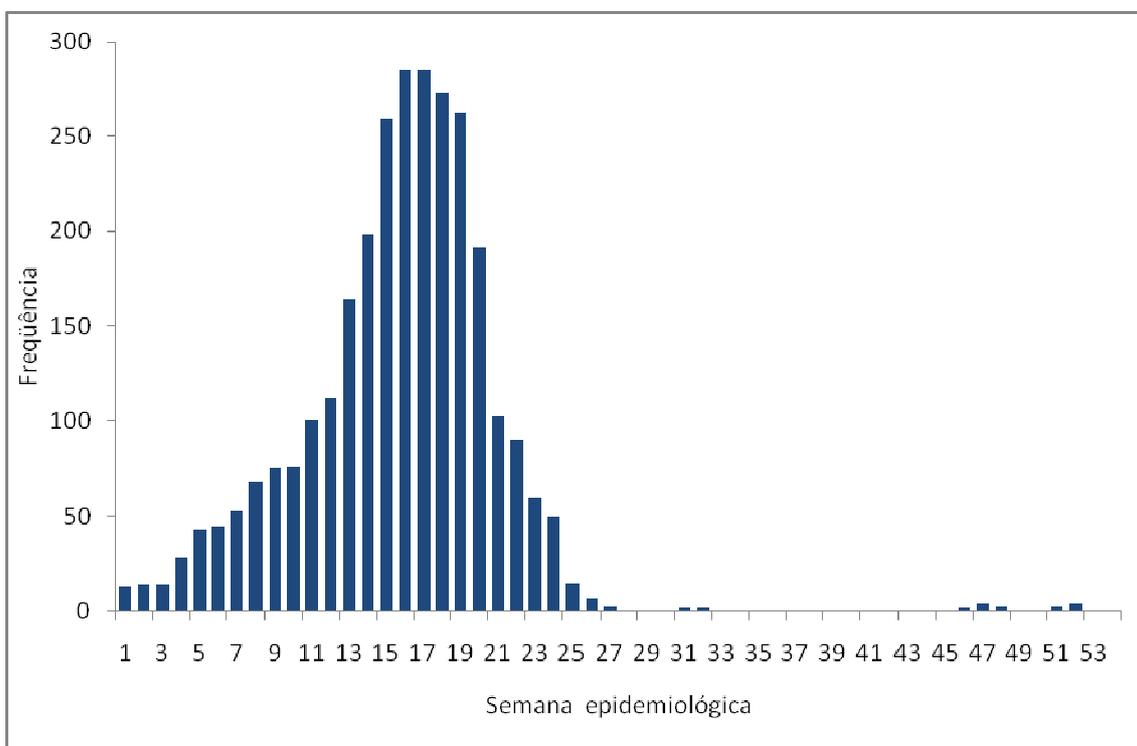


FIGURA 19. Distribuição dos casos de dengue registrados por semana epidemiológica de 2002 a 2008 nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, MG.

5.1.2 Variáveis climáticas e meteorológicas

Considerando as médias verificadas no período de 2002 a 2008 a precipitação pluviométrica observada foi de $2,70 \pm 7,52$ mm, sendo o valor máximo observado de 78,75 mm de chuva (TAB. 6). A precipitação pluviométrica apresentou valores mais altos nos meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro, sendo observados valores reduzidos de precipitação nos meses de maio a agosto, sendo verificados valores nulos de precipitação na 20^a, 23^a e 37^a semana epidemiológica (FIG. 20A).

A umidade relativa do ar apresentou valores extremos de 38% a 100%, sendo a média observada de $86,87 \pm 14,76$ % (TAB. 6). A média da umidade relativa do ar apresenta os menores valores na 24^a e 25^a semana epidemiológica, sendo seus valores maiores observados nos primeiros meses dos anos e nos últimos meses (FIG. 20B).

Os valores da radiação solar apresentaram a média de $7,20 \pm 2,11$ MJ/m², sendo o valor máximo observado de 12,70 MJ/m² (TAB. 6). Os meses de fevereiro e outubro apresentaram os maiores valores médios de radiação solar, sendo os menores valores observados na 26^a e 27^a semana epidemiológica.

A temperatura média observada foi de $25,62 \pm 3,08$ °C sendo a média da temperatura mínima de $17,33 \pm 2,70$ °C e a média da temperatura máxima, de $27,58 \pm 2,94$ °C (TAB. 6). Os menores valores de temperatura foram observados na estação seca, e os valores mais altos, incluindo os registros verificados da temperatura máxima diária, ocorreram nas estações chuvosas, nos meses de março e outubro (FIG. 20 D, E e F).

TABELA 6. Valores diários registrados para as variáveis climáticas e meteorológicas registradas de 2002 a 2008 no município de Belo Horizonte.

Variável	Unidade	Média	Desvio padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Precipitação	mm	2,70	7,52	0,00	78,75
Temperatura média	°C	25,62	3,08	16,00	34,50
Temperatura máxima	°C	27,58	2,94	17,50	41,50
Temperatura mínima	°C	17,33	2,70	8,50	38,00
Umidade relativa	%	86,87	14,76	38,00	100,00
Radiação solar	MJ/m ²	7,20	2,11	0,00	12,70

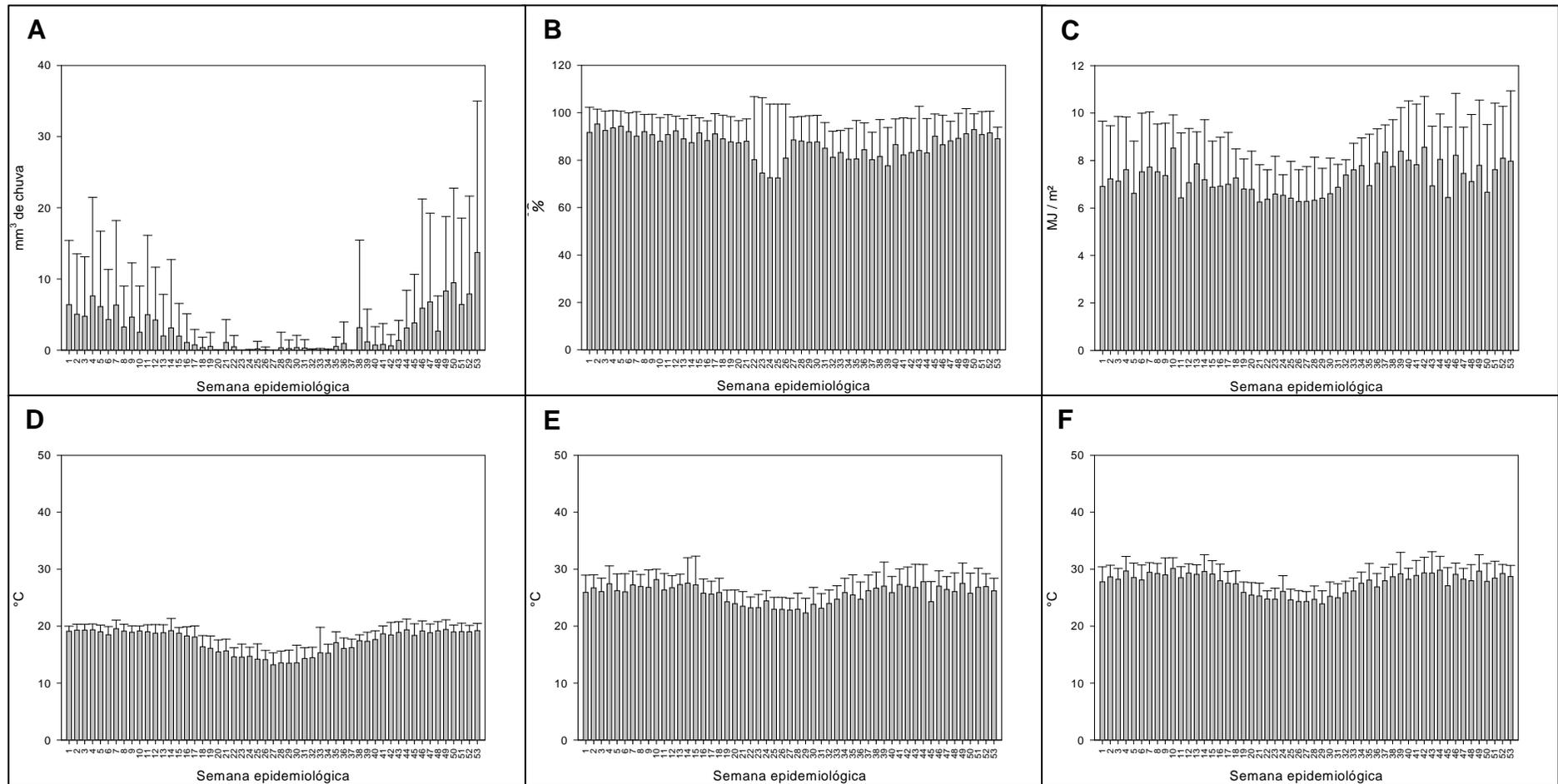


FIGURA 20. Médias dos valores das variáveis meteorológicas por semana epidemiológica de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 no município de Belo Horizonte, MG. A) Precipitação; B) Umidade relativa do ar; C) Radiação solar; D) Temperatura mínima; E) Temperatura média; F) Temperatura máxima.

5.1.3 Medidas de controle

O total de registros das atividades de controle do vetor obtidos foram 4.240.016, sendo as atividades caracterizadas pelas vistorias dos imóveis pelas equipes responsáveis pelo controle do vetor nas áreas de estudo. Registros que indicavam a não realização da atividade de vistoria dos imóveis, mais comumente devido a ausência do morador no momento da vistoria, foram desconsiderados das análises.

No D.S. Norte, foram contabilizados 1.910.032 registros no período avaliado, sendo em média 295.291 registros anuais. O total de larvicida utilizado nas vistorias no D.S. Norte durante o período de 1 de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 foi de 1.328,489 Kg, sendo consumido em média $0,695 \pm 31,547$ g por vistoria (TAB. 7). Os dados obtidos do D.S. Oeste continham 2.329.984 registros das atividades de controle do vetor, havendo em média 364.161 registros por ano. Foram utilizados 3.170.790,5 g de larvicida, correspondendo ao uso médio de $1,361 \pm 39,267$ g por vistoria realizada (TAB. 8).

Foi observado após o ano de 2005, um aumento significativo no consumo do larvicida nas vistorias, com aumento no total utilizado e na quantidade média utilizada por vistoria nos dois Distritos Sanitários. No D.S. Norte, de 2005 para 2006, foi verificado aumento de 119 vezes no consumo de larvicida, de 3.710 g em 2005 para 442.823 g em 2006, e no D.S. Oeste, foi verificado aumento de 73 vezes no mesmo período, de 17.199 g para 1.267.506 g (TAB. 7 e 8).

Para as análises estatísticas posteriores, os registros cuja localização geográfica não foi possível foram desconsiderados. Do D.S. Norte, 46.545 registros foram desconsiderados, e do D.S. Oeste, 87.331, totalizando 133.876 registros desconsiderados por impossibilidade de localização geográfica da atividade. Assim foram utilizados análises posteriores, 4.106.140 registros (TAB. 7).

TABELA 7. Registros das vistorias realizadas para o controle larvário do *Aedes aegypti* nos imóveis localizados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

Ano	Vistorias	Uso do larvicida		
		Total utilizado (g)	Média por vistoria (g)	Desvio padrão
2002	275.561	13.628	0,0495	0,4230
2003	292.326	10.212	0,0349	10,3879
2004	316.494	14.601	0,0461	14,8004
2005	299.125	3.710	0,0124	0,2583
2006	279.076	442.823	1,5867	54,6472
2007	309.162	608.931	1,9696	51,2355
2008	138.288	234.584	1,6963	33,3311
Total	1.910.032	1.328.489	0,6955	31,5473

TABELA 8. Registros das vistorias realizadas para o controle larvário do *Aedes aegypti* nos imóveis localizados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) no período de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

Ano	Vistorias	Uso do larvicida		
		Total utilizado (g)	Média por vistoria (g)	Desvio padrão
2002	415.772	28.339	0,0682	17,5312
2003	397.128	7.366	0,0185	0,3275
2004	407.110	7.687	0,0189	1,8530
2005	357.861	17.199,5	0,0481	7,1016
2006	294.066	1.267.506	4,3103	75,9836
2007	313.027	1.240.482	3,9629	58,6640
2008	145.020	602.211	4,1526	67,5525
Total	2.329.984	3.170.790,5	1,3609	39,2674

5.1.4 Monitoramento do vetor

A. Pesquisa Larvária

Foram obtidos 185.862 registros originados das atividades denominadas pesquisa larvária, 92.243 registros pertencentes ao D.S. Norte e 93.619 pertencentes ao D.S. Oeste. Registros gerados pela metodologia denominada LI foram 54.179 do D.S. Norte e do D.S. Oeste foram 53.493, sendo esses registros relativos ao período compreendido entre 2002 e 2006. Os registros gerados pela metodologia denominada LIRAA, que passou a ser utilizada no ano de 2006 foram 17.782 no D.S. Norte e no D.S. Oeste foram 21.396 registros (TAB. 9 e 10).

As atividades de visita aos pontos estratégicos foram realizadas durante todo o período, sendo registradas 7.247 visitas no D.S. Norte, correspondendo a aproximadamente a 1.144 visitas por ano. No D.S. Oeste foram registradas 14.454 visitas aos pontos estratégicos, o que representou aproximadamente 2.255 visitas anuais (TAB. 9 e 10).

O número de registros relativos às Pesquisas Vetoriais Especiais (PVE) foi variável em cada ano nos Distritos Sanitários. No D.S. Norte, os anos que possuíam o maior número de registros foram 2002, com 11.471 registros e 2007, com 1.300 registros, enquanto o ano de 2003, foram obtidos apenas sete registros dessa atividade. No D.S. Oeste, o maior número de registros foi obtido em 2002, sendo 2.081 registros e em 2003, 1.205 registros. O ano com menor registro da atividade foi 2005, sendo registradas 35 vistorias realizadas como PVE. O total de registros das atividades de PVE obtidos do D.S. Norte foram 13.035, e no D.S. Oeste, 4.276 registros (TAB. 9 e 10).

Registros cuja localização geográfica não foi possível foram desconsiderados das análises posteriores. Do D.S. Norte a localização de 8.793 registros não foi possível, sendo portanto desconsiderados. Do D.S. Oeste foram desconsiderados pelo mesmo motivo 6.312 registros, permanecendo no total, 170.757 registros para a realização das análises propostas.

Durante o período avaliado, no D.S. Norte, foram coletadas 2.208 amostras contendo larvas de culicídeos, representando 0,023 amostras por vistoria realizada durante as atividades de pesquisa larvária (TAB. 11). No D.S. Oeste, a média de amostras por vistorias foi de 0,066, sendo coletadas 6.152 amostras contendo larvas de culicídeos (TAB. 12). As equipes responsáveis pela realização das pesquisas larvárias eram recomendadas a coletarem o número máximo de 10 larvas por amostra, portanto, não foi verificada correlação entre o número de amostras e o número de larvas coletadas em cada ocasião.

O total de larvas de *A. aegypti* coletadas no D.S. Norte foi de 12.811 de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008, demonstrando que aproximadamente 1,43% dos imóveis pesquisados possuíam formas larvárias da espécie. A maior positividade anual das pesquisas ocorreu em 2008, quando 2,62% dos 6.393 imóveis pesquisados continham larvas de *A. aegypti*, a menor positividade observada ocorreu em 2002, quando 0,24% dos 22.027 imóveis pesquisados continham larvas de *A. aegypti* (TAB. 11).

No D.S. Oeste durante o período avaliado foram coletadas 35.084 larvas de *A. aegypti*, representando 4,43% de infestação dos imóveis pesquisados. O percentual de imóveis infestados pelo *A. aegypti* em 2002 foi o maior observado, quando 10,35% dos imóveis pesquisados continham larvas do *A. aegypti*. Em 2004 foi verificada a menor porcentagem de imóveis infestados, 1,26% dos 15.086 imóveis pesquisados (TAB 12).

Larvas de *A. albopictus* coletadas no D.S. Norte foram 1.219, representando que 0,21% dos imóveis pesquisados estavam infestados pela espécie. Os valores anuais do percentual de imóveis infestados variaram de 0,04 % em 2002 a 0,33% em 2004 (TAB. 11). No D.S. Oeste foram coletadas 1.003 larvas de *A. albopictus*, sendo a porcentagem de imóveis infestados de 0,22% dos imóveis pesquisados. O menor percentual anual de imóveis infestados foi observado em 2005 sendo 0,05%, o maior percentual de infestação foi observado em 2002 quando 0,56% dos imóveis pesquisados continham formas larvárias de *A. albopictus* (TAB. 12).

No D.S. Norte, larvas identificadas como “outros culicídeos” foram 5.537 (TAB. 11). No D.S. Oeste, foram coletadas 16.889 larvas de culicídeos não identificados com *A. aegypti* ou *A. albopictus* (TAB 12).

TABELA 9. Número de atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 por ano e por categoria.

Ano	Tipo de pesquisa larvária				Total
	Li	LIRAA	PE	PVE	
2002	9424		1132	11471	22027
2003	13273	-	1265	7	14545
2004	11765	-	1267	13	13045
2005	11967	-	1149	12	13128
2006	7750	2645	1021	187	11603
2007	-	9170	1032	1300	11502
2008	-	5967	381	45	6393
Total	54179	17782	7247	13035	92243

Li = Levantamento de índice

LIRAA = Levantamento rápido de índice para *Aedes aegypti*

PE = Pesquisa de pontos estratégicos

PVE = Pesquisa vetorial especial

TABELA 10. Número de atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) de 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008 por ano e por categoria.

Ano	Tipo de pesquisa larvária				Total
	Li	LIRAA	PE	PVE	
2002	12094	-	2422	2081	16597
2003	11430	-	2121	1205	14756
2004	12337	-	2669	80	15086
2005	8725	-	2192	35	10952
2006	8907	3343	2503	37	14790
2007	-	10913	1624	438	12975
2008	-	7140	923	400	8463
Total	53493	21396	14454	4276	93619

Li = Levantamento de índice

LIRAA = Levantamento rápido de índice para *Aedes aegypti*

PE = Pesquisa de pontos estratégicos

PVE = Pesquisa vetorial especial

TABELA 11. Resultados anuais do monitoramento do vetor através das atividades de pesquisas larvárias realizadas no D.S. Norte

Ano	Pesquisas realizadas	Amostras coletadas	Média de amostras	Desvio padrão	<i>A. aegypti</i>				<i>A. albopictus</i>				Outros culicídeos		
					Larvas coletadas	Média	Desvio padrão	% positividade das pesquisas	Larvas coletadas	Média	Desvio padrão	% positividade das pesquisas	Larvas coletadas	Média	Desvio padrão
2002	22027	120	0,005	0,081	409	0,019	0,453	0,237	51	0,002	0,140	0,036	550	0,025	0,535
2003	14545	282	0,019	0,166	1664	0,114	1,266	1,232	164	0,011	0,277	0,248	593	0,041	0,636
2004	13045	311	0,024	0,176	1833	0,141	1,318	1,478	282	0,022	0,459	0,331	704	0,054	0,802
2005	13128	304	0,023	0,173	1693	0,129	1,291	1,469	196	0,015	0,400	0,244	818	0,062	0,798
2006	11603	456	0,039	0,331	2780	0,240	2,268	2,464	214	0,018	0,520	0,259	1038	0,090	1,129
2007	11502	427	0,037	0,242	2535	0,220	2,570	2,231	170	0,015	0,406	0,244	1143	0,099	1,076
2008	6393	308	0,039	0,245	1897	0,242	1,817	2,616	142	0,022	0,641	0,314	691	0,085	0,996
Total	92243	2208	0,023	0,040	12811	0,135	2,490	1,432	1219	0,013	0,152	0,214	5537	0,058	0,688

TABELA 12. Resultados anuais do monitoramento do vetor através das atividades de pesquisas larvárias realizadas no D.S. Oeste

Ano	Pesquisas realizadas	Amostras coletadas	Média de amostras	Desvio padrão	<i>A. aegypti</i>				<i>A. albopictus</i>				Outros culicídeos		
					Larvas coletadas	Média	Desvio padrão	% positividade das pesquisas	Larvas coletadas	Média	Desvio padrão	% positividade das pesquisas	Larvas coletadas	Média	Desvio padrão
2002	16597	2521	0,152	0,433	13647	0,822	3,025	10,352	491	0,030	0,535	0,563	8387	0,505	2,312
2003	14756	1488	0,101	0,335	9061	0,614	2,467	7,739	328	0,022	0,432	0,408	3328	0,226	1,530
2004	15086	322	0,021	0,202	1902	0,126	1,428	1,262	39	0,003	0,129	0,053	744	0,049	0,748
2005	10952	242	0,022	0,190	1445	0,132	1,408	1,370	17	0,002	0,097	0,046	478	0,044	0,725
2006	14790	480	0,033	0,222	2577	0,174	1,453	2,021	47	0,003	0,156	0,074	1362	0,092	1,104
2007	12975	572	0,039	0,239	3317	0,227	1,724	2,935	32	0,002	0,125	0,062	1513	0,104	1,166
2008	8463	527	0,046	0,271	3135	0,272	1,843	4,404	49	0,004	0,162	0,213	1077	0,094	1,095
Total	93619	6152	0,066	0,090	35084	0,374	4,417	4,432	1003	0,011	0,093	0,217	16889	0,180	2,044

B. Armadilha de oviposição – Ovitampa

Foram obtidos os dados relativos às vistorias de 9.986 ovitrampas no D.S. Norte e 7.855 ovitrampas no D.S. Oeste, totalizando 17.841 armadilhas (TAB. 13 e 14). No entanto, o número de armadilhas vistoriadas nas duas áreas foi maior, visto que em alguns períodos os registros constavam apenas as informações das armadilhas que possuíam a presença de ovos, sendo o total de armadilhas instaladas e vistoriadas desconhecido. Dados obtidos do D.S. Norte relativos ao monitoramento realizado em 2002, 2003 e 2004 apenas constavam as informações relativas às armadilhas positivas para o número de ovos. Quanto aos dados do D.S. Oeste, os registros que continham o total de armadilhas instaladas (positivas e negativas para a presença de ovos) estavam disponíveis para o monitoramento realizado em 2007 e 2008, para os demais anos os registros apenas especificavam as armadilhas positivas para a presença de ovos em cada ocasião.

Devido à indisponibilidade de alguns dos dados, conforme mencionado, a determinação de índices de positividade das ovitrampas (IPO) apenas foi possível para os anos em que o registro do total de armadilhas estava disponível.

O número de armadilhas pertencentes ao D.S. Norte que continham ovos de *Aedes* sp. foi 4.849 (Sendo o Índice de Densidade de Ovos de $66,21 \pm 96,31$ ovos por armadilha). O Índice de Positividade de Ovitampas (IPO) verificado para o ano de 2008, foi o maior observado, representando 54,78% de armadilhas instaladas contendo ovos de *Aedes* sp. O menor valor de IPO foi observado em 2006 (25,56%) (TAB. 13).

No D.S. Oeste, armadilhas contendo ovos de *Aedes* sp. foram 5.399. A média de ovos por armadilha (IDO) positiva foi de $48,79 \pm 67,19$. Considerando os dados disponíveis, o IPO foi calculado para os anos 2007 e 2008. Em 2008, 36,25% das armadilhas possuíam ovos de *Aedes* sp., enquanto em 2007, o valor do IPO foi de 49,05% (TAB 14).

TABELA 13. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de ovitrampas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte (MG) 2002 a 2008.

Ano	Instaladas	Positivas	IPO*	Ovos		
				Total	Média (IDO [#])	Desvio padrão
2002	ND	161	-	10376	64,45	90,70
2003	ND	766	-	64036	83,60	125,83
2004	ND	769	-	47568	61,86	91,39
2005	2519	976	38,74	51613	52,88	66,38
2006	1827	467	25,56	21534	46,11	57,17
2007	2720	1034	38,01	74539	72,09	99,38
2008	1234	676	54,78	51395	76,03	111,57
Total	8300	4849	37,99	321061	66,21	96,32

*IPO = Índice de positividade de ovitrampas

[#]IDO = Índice de densidade de ovos

ND = Dados não disponíveis

TABELA 14. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de ovitrampas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) 2002 a 2008.

Ano	Instaladas	Positivas	IPO*	Ovos		
				Total	Média (IDO [#])	Desvio padrão
2002	ND	252	-	11532	45,76	96,80
2003	ND	802	-	28621	35,69	51,45
2004	ND	976	-	43753	44,83	68,60
2005	ND	1225	-	70661	57,68	72,34
2006	ND	516	-	20762	40,24	44,05
2007	2930	1062	36,25	56137	52,86	66,01
2008	1154	566	49,06	31951	56,45	72,13
Total	4084	5399	82,49	263417	48,79	67,19

*IPO = Índice de positividade de ovitrampas

[#]IDO = Índice de densidade de ovos

ND = Dados não disponíveis

C. Armadilha de mosquitos adultos – MosquiTRAP

Em 2007, das 3.995 armadilhas instaladas, 175 possuíam fêmeas de *A. aegypti*, sendo 4,38% o valor obtido para o Índice de Positividade de MosquiTRAP (IPM). Foram capturadas 314 fêmeas de *A. aegypti* no período, sendo o Índice Médio de Fêmeas de *Aedes* (IMFA) obtido de $0,078 \pm 0,486$ (TAB. 15). Das 1.779 armadilhas instaladas em 2008, 302 foram positivas (IPM=16,97). Foram capturadas 499 fêmeas de *A. aegypti*, (IMFA= $0,28 \pm 0,79$). As 14^a. semanas epidemiológicas de 2007 e de 2008, foram as semanas em que o IMFA foi superior aos demais observados. Observa-se que o número de fêmeas capturas no ano de 2008, durante as 18 semanas epidemiológicas nas quais foram instaladas armadilhas, foi maior que as capturas realizadas em todo o ano de 2007.

O maior número de capturas observado no período foi de 68 fêmeas na 14^a semana epidemiológica de 2007. Nas semanas epidemiológicas 18, 29, 30, 36, 37, 41, 42, 44 e 47 de 2007 não foram capturadas fêmeas de *A. aegypti* (FIG. 21).

Os valores destoantes observados na 31^a semana epidemiológica de 2007 (FIG.22 e 23) foram devidos ao reduzido número de armadilhas instaladas na ocasião, quando foram instaladas 19 das 155 armadilhas normalmente utilizadas nos demais períodos. Foi também verificado que apenas uma armadilha foi positiva, capturando oito fêmeas de *A. aegypti* na ocasião.

Observou-se um padrão sazonal, caracterizado pelo maior número de capturas e de percentual de armadilhas positivas nas semanas correspondentes aos primeiros meses dos anos 2007 e 2008 e aos últimos meses do ano de 2007 (FIG. 21, 22 e 23).

TABELA 15. Resultados anuais do monitoramento do vetor realizado mediante o uso de armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG) de fevereiro de 2007 a abril de 2008

Ano	Instaladas	Positivas	IPM	Capturas	IMFA	Desv. Padrão
2007	3995	175	4,38	314	0,078	0,486
2008	1779	302	16,97	499	0,280	0,794
Total geral	5774	477	8,26	813	0,140	0,610

IPM = Índice de Positividade da MosquiTRAP

IMFA = Índice Médio de Fêmeas de *Aedes*

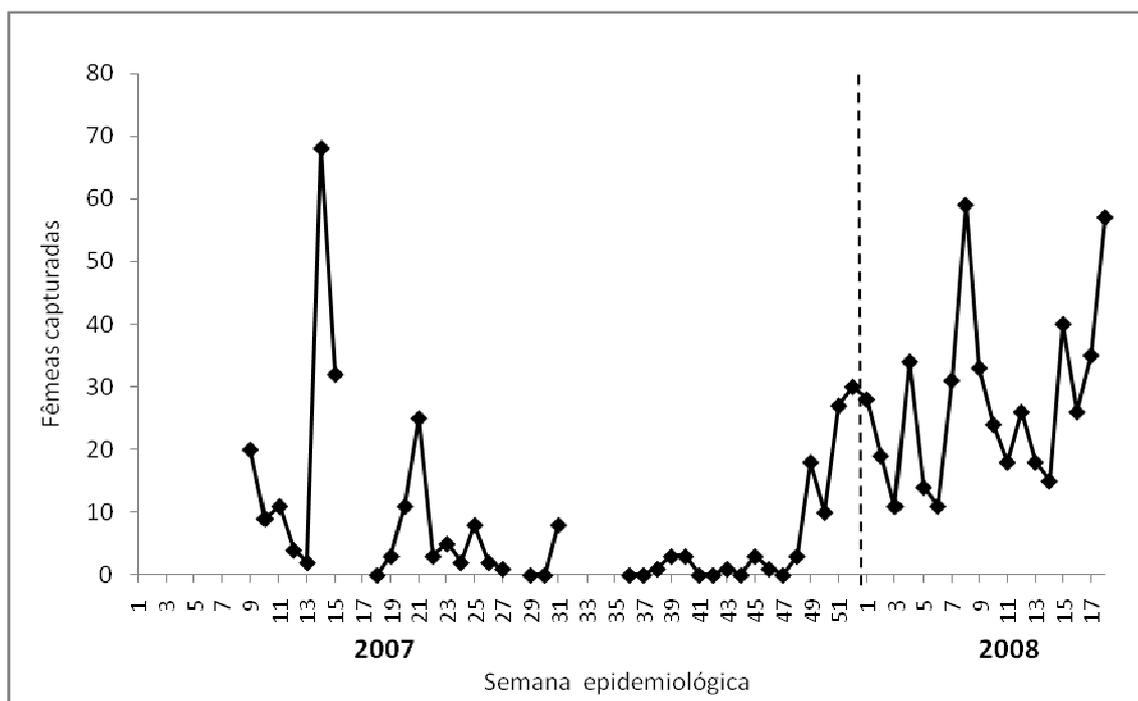


FIGURA 21. Número de fêmeas de *A. aegypti* capturadas por semana epidemiológica de instalação das armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008.

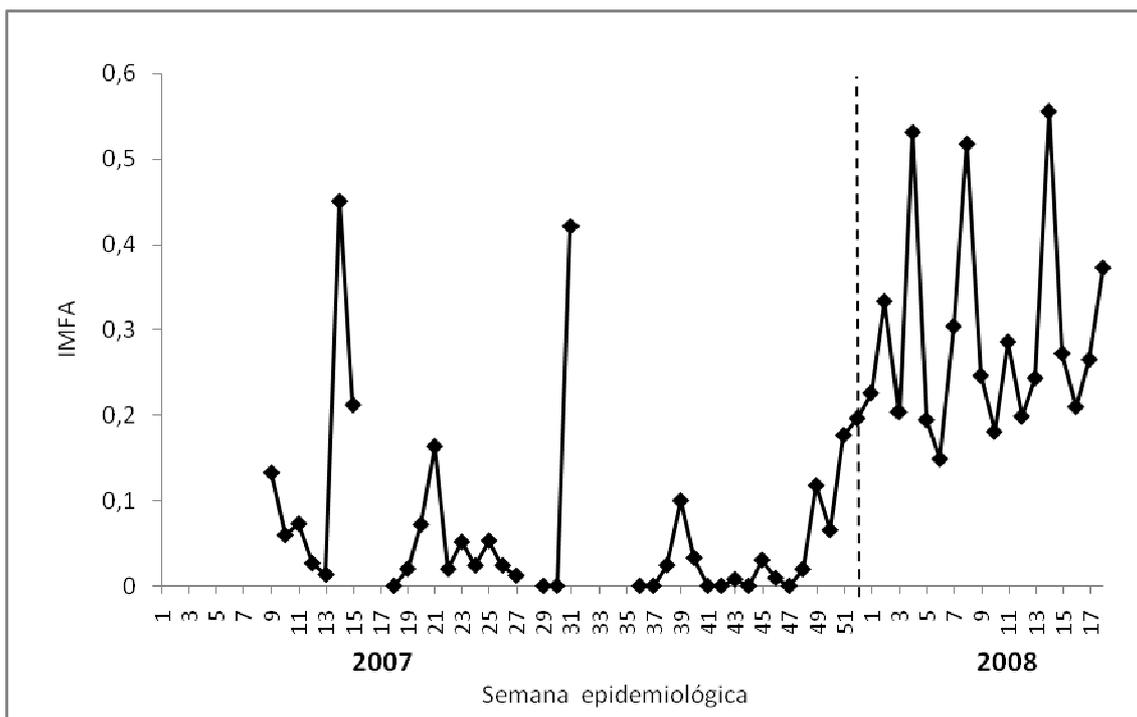


FIGURA 22. Índice Médio de fêmeas de *A. aegypti* capturadas por semana epidemiológica de instalação das armadilhas MosquiTRAP no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008.

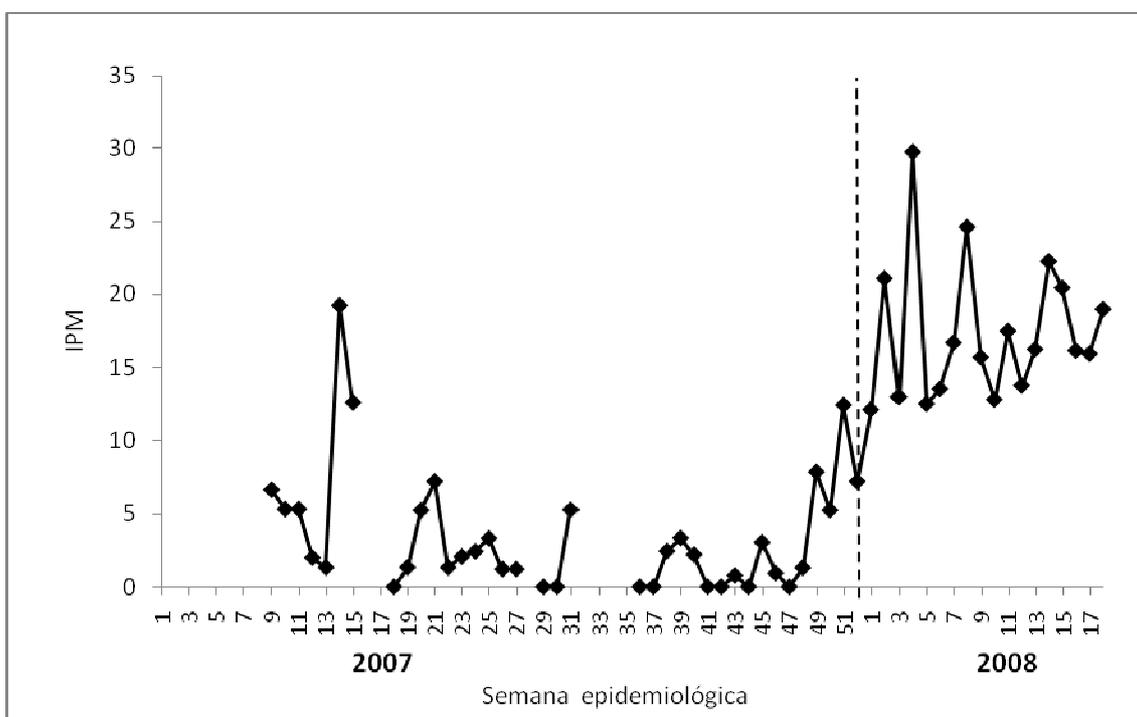


FIGURA 23. Índice de Positividade da MosquiTRAP, por semana epidemiológica de instalação no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte (MG), de fevereiro de 2007 a abril de 2008.

5.2 Semivariograma

A determinação do semivariograma para as armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP demonstrou que nos períodos em que a correlação espacial foi verificada, o valor do alcance foi de aproximadamente 500 m, demonstrando que após esta distância é ausente a correlação espacial entre os resultados obtidos em cada armadilha considerando as vistorias realizadas em armadilhas instaladas em uma mesma semana (FIG. 24).

Considerando as instalações das ovitrampas, foi verificada correlação espacial nos resultados obtidos no monitoramento de 15 semanas epidemiológicas nos D.S. Norte e Oeste no ano de 2007. Em 2008, foi verificada correlação espacial nos resultados obtidos do monitoramento de 11 semanas epidemiológicas.

No ano de 2007, considerando as armadilhas MosquiTRAP, foram verificadas correlações espaciais entre as capturas verificadas em oito períodos de monitoramento, e em 2008, em 6 ocasiões.

A figura 24 apresenta alguns dos resultados obtidos dos semivariogramas experimentais. Para demonstração da correlação espacial entre os resultados do monitoramento pelas ovitrampas, são demonstradas as análises realizadas para as semanas epidemiológicas número 12 de 2007 no D.S. Norte e no D.S. Oeste (FIG. 24 A e 24 B). Para a análise do monitoramento realizado mediante as ovitrampas no D.S. Norte e Oeste em 2008, são demonstrados os dados relativos à 4ª semana epidemiológica (FIG. 24 C e D). A correlação espacial observada entre os resultados do monitoramento do vetor pelas MosquiTRAPs são demonstradas para a 14ª semana epidemiológica de 2007 e para a 12ª semana epidemiológica de 2008 (FIG. 24 E e F).

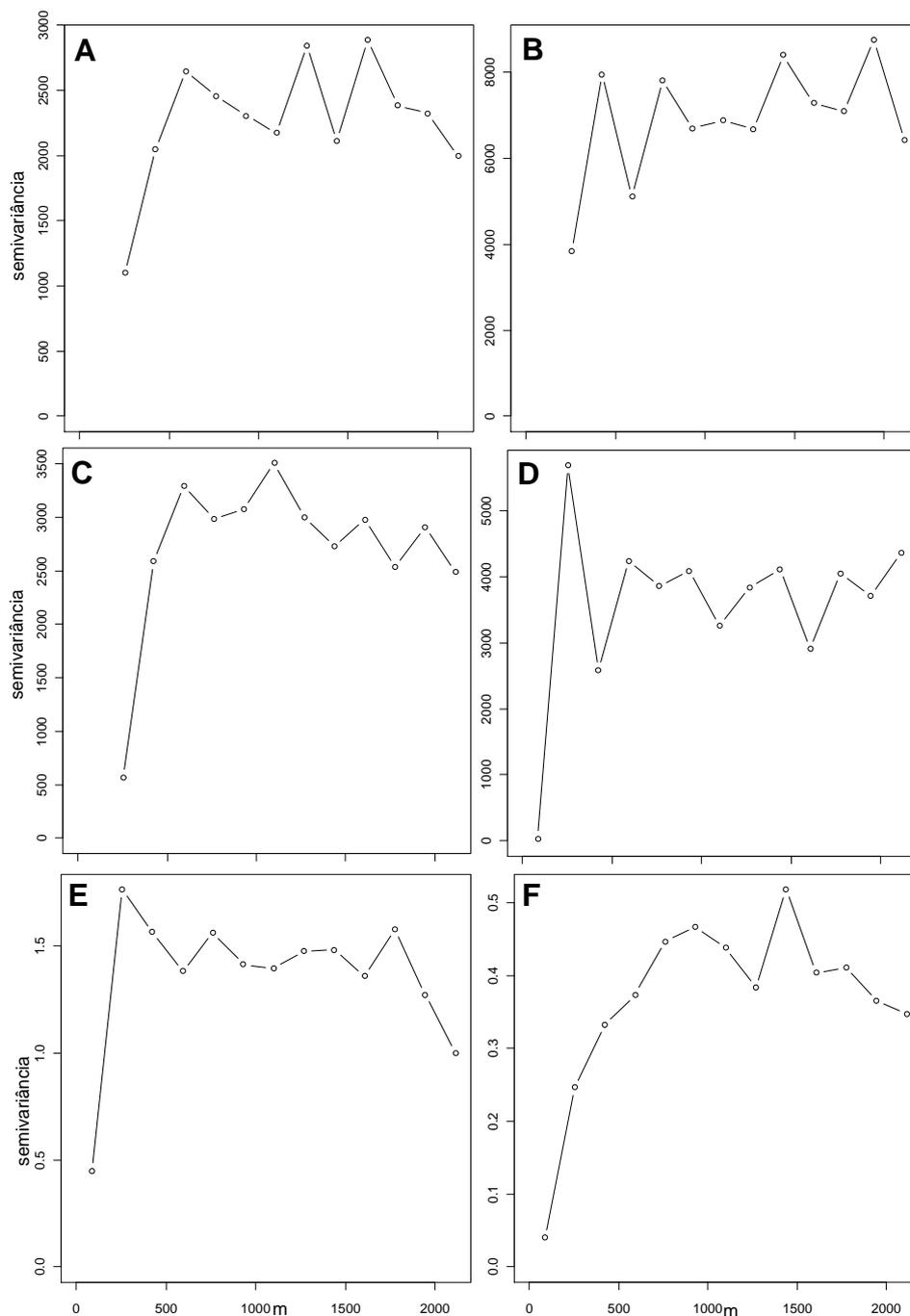


FIGURA 24. Semivariogramas experimentais realizados através dos resultados semanais do monitoramento do vetor obtidos mediante as armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte (MG), de 1º de janeiro de 2007 a 30 de junho de 2008. A) ovitrampa, Distrito Sanitário Oeste, 12ª semana epidemiológica de 2007; B) ovitrampa, Distrito Sanitário Norte, 12ª semana epidemiológica de 2007; C) ovitrampa, Distrito Sanitário Oeste, 4ª semana epidemiológica de 2008; D) ovitrampa, Distrito Sanitário Norte, 14ª semana epidemiológica de 2008; E) MosquiTRAP, Distrito Sanitário Oeste, 14ª semana epidemiológica de 2007; F) MosquiTRAP, Distrito Sanitário Oeste, 12ª semana epidemiológica de 2008.

5.3 Detecção de conglomerados espaciais e temporais.

5.3.1 Conglomerados de casos

Utilizando a varredura circular, considerando a distribuição de Poisson espaço-temporal foi possível a detecção de conglomerados de casos de dengue ocorridos na população residente nos distritos sanitários, demonstrando a ocorrência não aleatória de transmissão da doença.

A. Distrito Sanitário Norte

Considerando $\alpha = 0,05$ foi possível a detecção de 23 conglomerados significativos no D.S. Norte. A medida dos raios dos conglomerados foi de $331 \pm 34,31$ m, sendo a duração média de $60,2 \pm 5,52$ dias (TAB. 16). A maior duração foi observada no conglomerado 21 (131 dias) enquanto que a menor duração foi de 21 dias ocorrendo nos conglomerados 13, 14 e 22. A maior medida de raio foi observada no conglomerado 4 (média 496,73 m) (TAB. 16). Nota-se que os conglomerados número 14 e 20 apresentaram raio nulo, sugerindo que os casos de dengue agregados se encontravam na mesma quadra (TAB. 16 e FIG. 25). O total de conglomerados identificados abrangeu a área de 782 quadras pertencentes ao D.S. Norte (TAB. 16 e FIG. 25).

O número total de casos de dengue ocorridos no D.S. Norte que originaram os conglomerados foi de 874, sendo que no conglomerado 1 foi observado o maior número de casos de dengue (111) agregados espaço-temporalmente. O conglomerado com menor número de casos de dengue foi o conglomerado 23, onde ocorreu apenas três casos . (TAB. 16).

TABELA 16. Conglomerados de casos de dengue detectados pela varredura circular (distribuição de Poisson espaço-temporal). Distrito Sanitário Norte, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	p valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	02722	610.970,00	805.135,38	486,19	13/3/2008	17/5/2008	65	66	347,93	0,001	111	1,87	59,21
2	02093	610.590,81	806.735,88	493,71	4/4/2008	30/6/2008	87	86	265,37	0,001	95	2,26	42,05
3	03955	612.030,50	803.922,50	470,06	4/4/2008	8/6/2008	65	78	257,32	0,001	93	2,27	40,96
4	10466	612.247,69	807.542,19	496,73	13/3/2008	8/6/2008	87	74	215,40	0,001	89	3,10	28,71
5	00261	613.009,06	805.502,81	483,07	4/4/2008	17/5/2008	43	48	204,47	0,001	59	0,70	84,30
6	03407	612.769,06	804.478,38	487,82	4/4/2008	8/6/2008	65	51	148,71	0,001	54	1,32	40,94
7	02546	610.076,06	805.576,13	453,78	4/4/2008	17/5/2008	43	57	132,42	0,001	54	1,80	30,02
8	06089	614.311,63	805.847,75	458,83	4/4/2008	30/6/2008	87	57	116,93	0,001	48	1,62	29,58
9	01047	611.970,19	806.156,19	477,52	4/4/2008	30/6/2008	87	60	114,50	0,001	53	2,39	22,18
10	07591	610.946,88	807.766,56	442,47	13/3/2008	17/5/2008	65	30	111,29	0,001	39	0,86	45,57
11	03120	612.026,50	805.101,56	492,98	26/4/2008	8/6/2008	43	43	100,25	0,001	35	0,76	46,13
12	02101	609.164,31	806.974,38	328,32	4/4/2008	8/6/2008	65	16	84,15	0,001	25	0,32	77,09
13	07450	610.238,00	810.567,00	241,63	26/4/2008	17/5/2008	21	16	79,22	0,001	15	0,03	530,89
14	08377	611.881,75	809.026,69	0,00	13/3/2008	3/4/2008	21	1	60,57	0,001	8	0,00	5.261,01
15	03260	613.678,31	806.411,50	185,54	4/4/2008	17/5/2008	43	10	50,60	0,001	14	0,14	99,49
16	04159	609.986,00	807.798,81	338,03	13/3/2008	25/4/2008	43	24	49,13	0,001	19	0,55	34,85
17	09470	612.771,81	806.406,69	320,18	4/4/2008	8/6/2008	65	18	46,48	0,001	20	0,75	26,58
18	06139	611.309,31	808.570,06	139,47	5/3/2007	31/5/2007	87	5	41,57	0,001	9	0,03	273,89
19	07636	610.757,00	810.008,13	274,49	13/3/2008	17/5/2008	65	21	35,97	0,001	12	0,23	53,25
20	12156	614.849,19	806.970,25	0,00	24/11/2007	6/1/2008	43	1	31,47	0,001	4	0,00	7.081,77
21	04666	611.230,88	809.092,25	228,91	16/12/2007	25/4/2008	131	9	20,78	0,001	10	0,48	20,63
22	05716	615.959,56	808.313,63	166,17	11/2/2002	4/3/2002	21	7	19,53	0,001	5	0,04	133,81
23	08493	614.157,31	807.154,88	148,95	4/4/2008	17/5/2008	43	4	19,29	0,002	3	0,00	1.685,37

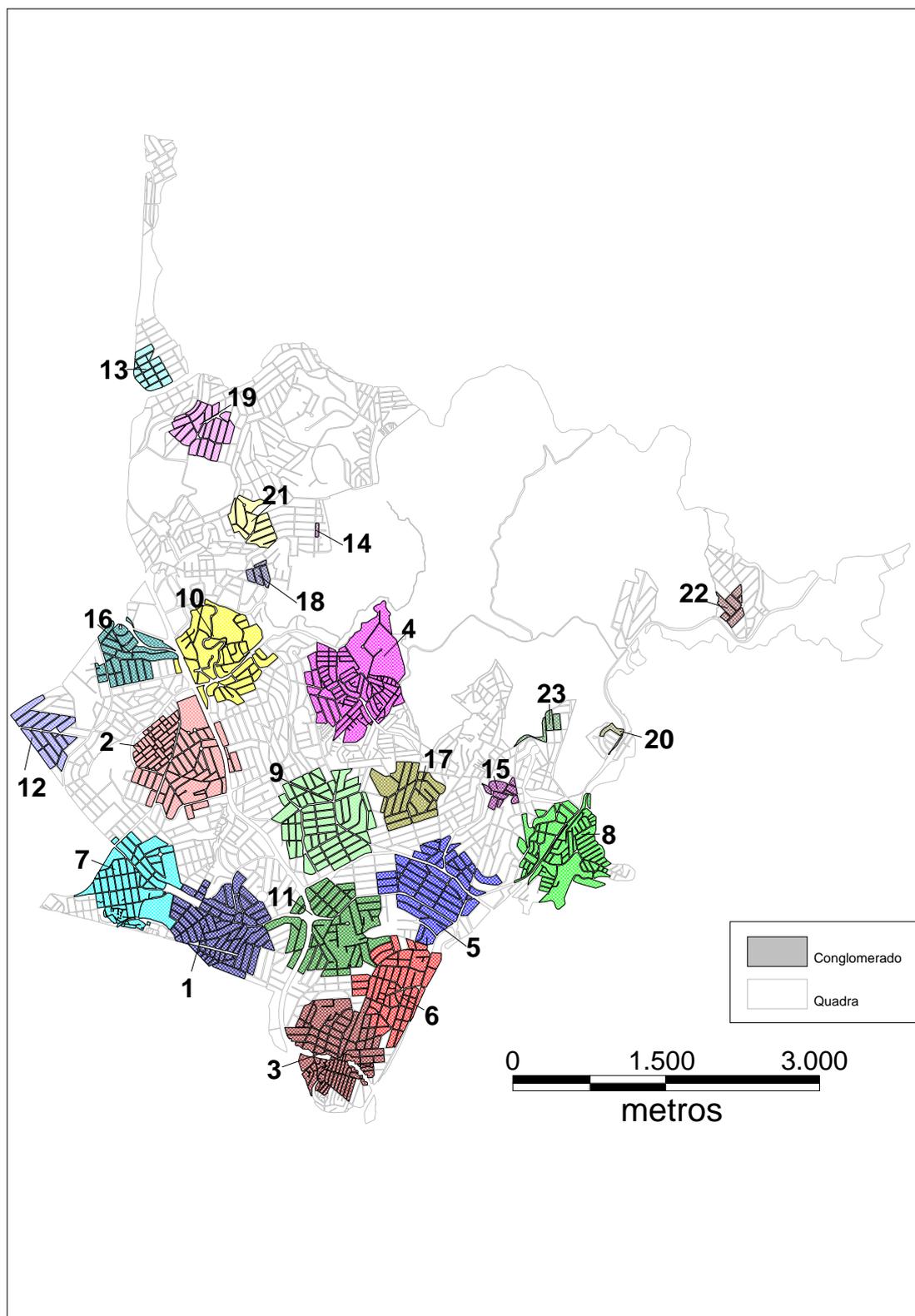


FIGURA 25. Localização geográfica dos conglomerados de casos de dengue detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

B. Distrito Sanitário Oeste

No D.S. Oeste foram detectados 24 conglomerados ($p = 0,05$). A média dos valores dos raios dos conglomerados foi de $343,21 \pm 34,59$ m e a duração média de $75,08 \pm 5,77$ dias. Os conglomerados número 13 e 16 apresentaram a maior duração (131 dias) enquanto que a menor duração foi verificada no conglomerado 17 (21 dias). O conglomerado contendo o maior raio foi o conglomerado 4 (495,19 m) e os de raio nulo foram observados nos conglomerados 19 e 22 (TAB. 17). Considerando as áreas dos conglomerados de casos de dengue, houve a abrangência de 830 quadras pertencentes ao D.S. Oeste (TAB. 17 e FIG. 26).

No D.S. Oeste, 482 casos de dengue formaram os conglomerados ocorridos no período avaliado. O conglomerado 1 obteve o maior número de casos de dengue (74) agregados no raio de 484,40 m do caso inicial durante o período de 65 dias. O menor número de casos agregados ocorreu no conglomerado 19, sendo quatro casos de dengue ocorridos em uma mesma quadra durante o período de 43 dias. A menor razão foi de 12,77, verificada no conglomerado 16 enquanto que a maior razão obtida entre o número de casos observados e esperados ocorreu no conglomerado 7, sendo valor de 1334, sendo que dos oito casos ocorridos, esperava-se a ocorrência de 0,01. (TAB. 17 e FIG. 26).

TABELA 17. Conglomerados de casos de dengue detectados pela varredura circular (distribuição de Poisson espaço-temporal). Distrito Sanitário Oeste, Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	P valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	01902	606.404,13	794.208,94	484,40	13/3/2007	17/5/2007	65	54	259,87	0,001	74	0,84	87,73
2	12850	607.658,44	793.284,25	442,52	19/2/2007	17/5/2007	87	58	119,71	0,001	49	1,65	29,76
3	07928	608.605,56	794.300,69	475,58	19/2/2007	8/6/2007	109	73	114,35	0,001	55	2,71	20,33
4	02467	604.717,75	794.450,38	495,19	28/1/2002	25/4/2002	87	83	82,82	0,001	47	3,23	14,57
5	01451	607.407,38	794.395,50	495,12	13/3/2007	8/6/2007	87	61	51,49	0,001	28	1,76	15,92
6	05888	608.104,06	793.813,94	202,76	26/3/2006	30/5/2006	65	11	50,47	0,001	18	0,41	43,59
7	01430	608.204,56	796.990,69	140,86	21/3/2008	25/5/2008	65	3	49,60	0,001	8	0,01	1.334,00
8	00521	606.837,31	795.813,25	493,21	19/2/2002	3/4/2002	43	77	44,23	0,001	18	0,59	30,52
9	08914	606.926,00	793.585,25	350,36	26/3/2006	30/5/2006	65	24	43,69	0,001	16	0,40	40,46
10	02892	608.432,56	795.473,56	406,17	21/3/2008	16/6/2008	87	45	40,73	0,001	22	1,36	16,16
11	04765	607.704,56	792.451,75	217,59	13/3/2007	8/6/2007	87	9	39,18	0,001	13	0,24	54,10
12	03721	607.227,19	791.995,94	486,57	21/3/2008	16/6/2008	87	46	33,18	0,001	18	1,12	16,05
13	03734	606.013,13	792.943,63	432,98	6/1/2002	17/5/2002	131	31	33,17	0,001	17	0,94	18,00
14	01531	608.558,94	796.642,75	472,56	6/1/2002	12/3/2002	65	58	30,42	0,001	15	0,77	19,53
15	00386	607.425,63	795.747,69	98,75	28/2/2003	12/4/2003	43	2	25,16	0,001	6	0,03	178,69
16	09964	608.609,69	793.139,31	464,26	19/2/2007	30/6/2007	131	37	24,45	0,001	15	1,17	12,77
17	00803	606.798,38	796.425,94	105,37	12/4/2008	3/5/2008	21	3	23,61	0,001	5	0,02	303,91
18	12113	606.217,06	795.126,00	421,95	21/3/2008	16/6/2008	87	30	20,95	0,002	10	0,48	20,99
19	04144	606.820,50	792.707,19	0,00	28/1/2002	12/3/2002	43	1	20,55	0,003	4	0,01	461,38
20	05134	606.810,00	791.269,06	378,85	21/3/2008	3/5/2008	43	28	19,15	0,007	8	0,28	28,68
21	05248	604.308,25	793.669,50	232,76	19/2/2007	17/5/2007	87	11	18,40	0,012	10	0,62	16,03
22	10770	608.006,06	792.199,25	0,00	28/2/2008	16/6/2008	109	1	17,93	0,013	6	0,11	52,89
23	04260	605.801,50	792.135,44	486,91	21/3/2008	25/5/2008	65	39	17,77	0,015	10	0,67	14,99
24	08132	605.073,19	792.803,38	452,25	21/3/2008	3/5/2008	43	45	17,29	0,022	10	0,70	14,24

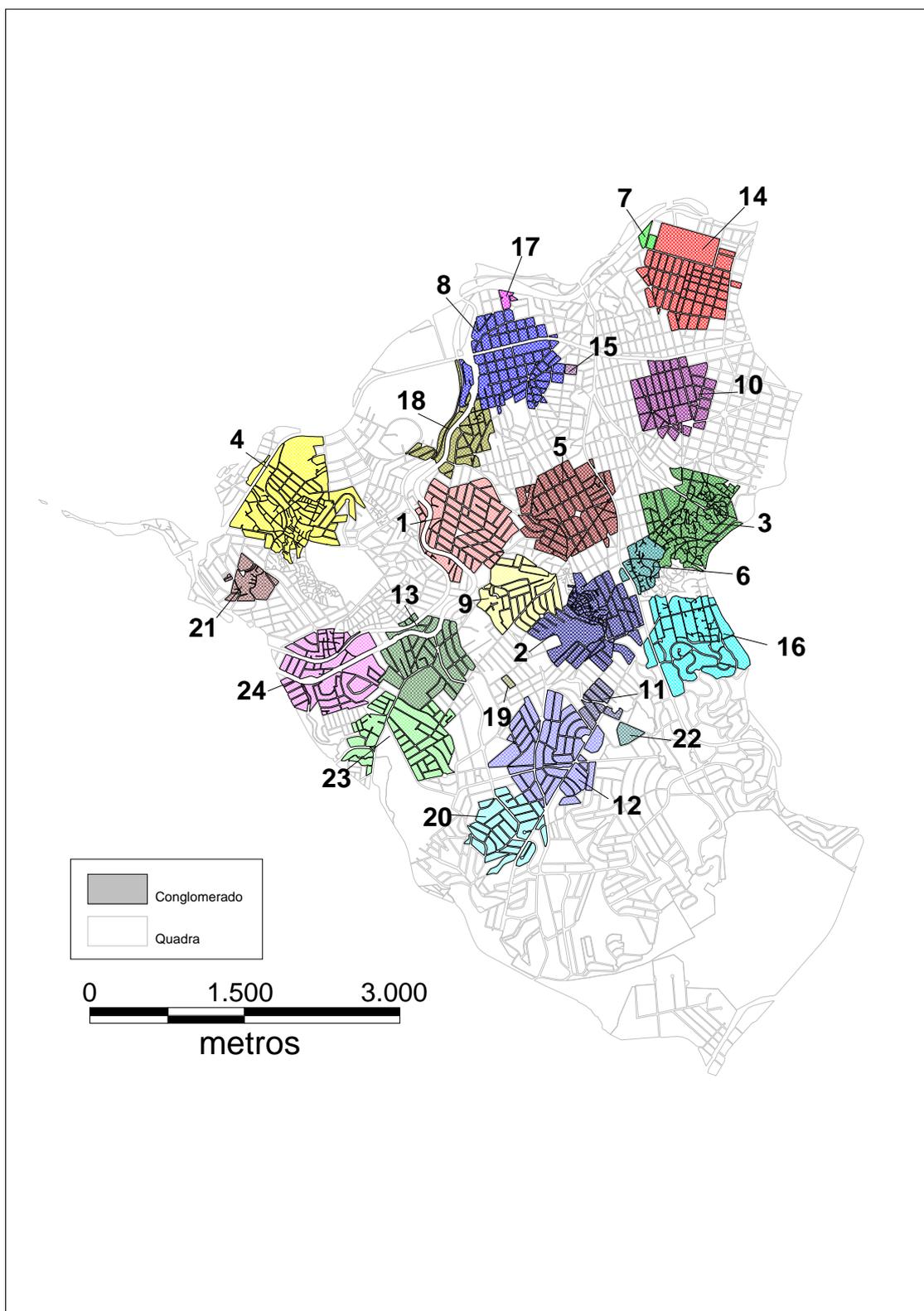


FIGURA 26. Localização geográfica dos conglomerados de casos de dengue detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

5.3.2 Conglomerados de ovos coletados pelas ovitrampas

Foram detectados conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas instaladas no Distritos Sanitários Norte e Oeste no período compreendido entre 1º de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008, mediante a permutação espaço-temporal.

A. Distrito Sanitário Norte

Foram detectados nove conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas (FIG. 27).

O período de duração dos conglomerados é bastante variável, sendo possível verificar a presença constante de *Aedes* sp. em algumas localidades durante períodos maiores que um ano. O conglomerado com maior duração foi o conglomerado 5 (791 dias), iniciando-se em maio de 2004 e terminando em julho de 2006. Os conglomerados de menor duração foram os conglomerados 3 e 8, ambos durando 87 dias. A média de duração dos conglomerados foi de $351 \pm 81,66$ dias (TAB. 18).

A distância máxima obtida para os raios dos conglomerados foi de 3.492,11 m, observada no conglomerado cinco, abrangendo 213 quadras. Foram detectados conglomerados de raio nulo no 3 e 7, que ocorreram em apenas uma quadra (TAB. 18). O total de quadras pertencentes ao D.S. Norte que constituíram a área dos conglomerados foi de 944 quadras.

B. Distrito Sanitário Oeste

Foram observados 20 conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (FIG. 28). A média de duração dos conglomerados foi de $283,9 \pm 60,2$ dias e a duração máxima foi de 835 dias no conglomerado 5, ocorrendo de março de 2006 a julho de 2008. A menor duração foi de 21 dias referente aos conglomerados número 6, 16 e 18 (TAB. 19).

A média dos raios dos conglomerados foi de $324,98 \pm 75,62$ m, sendo que o conglomerado 5 apresentou a maior medida de raio observada, sendo de 1432,81 m. Conglomerados de raio nulo, abrangendo apenas uma única quadra, foram os conglomerados 1, 3, 6, 15 e 19 (TAB. 19).

TABELA 18. Conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	P valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	07157	611.154,50	807.673,44	1.378,73	18/9/2006	23/12/2007	461	398	4.648,89	0,001	32.802	18.721,01	1,75
2	03068	611.113,50	805.347,13	401,42	5/9/2002	14/1/2003	131	38	2.679,62	0,001	4.246	1.074,22	3,95
3	00592	612.729,75	805.992,00	0,00	28/10/2003	23/1/2004	87	1	2.524,30	0,001	1.471	104,67	14,05
4	02342	609.652,56	806.225,38	684,13	15/1/2003	20/4/2004	461	54	2.108,52	0,001	8.058	3.566,36	2,26
5	09395	610.208,00	812.446,00	3.492,11	13/5/2004	13/7/2006	791	213	2.056,79	0,001	17.793	10.671,97	1,67
6	04019	612.280,25	804.404,25	832,61	2/12/2007	25/5/2008	175	168	1.907,97	0,001	17.304	10.511,27	1,65
7	07726	613.031,19	804.785,13	0,00	5/5/2003	25/6/2004	417	1	1.774,55	0,001	2.211	447,23	4,94
8	08594	612.501,38	806.653,56	343,91	6/2/2008	3/5/2008	87	28	1.676,34	0,001	2.624	655,79	4,00
9	05495	611.713,56	805.884,13	429,33	13/6/2005	14/12/2006	549	43	791,32	0,001	2.378	927,76	2,56

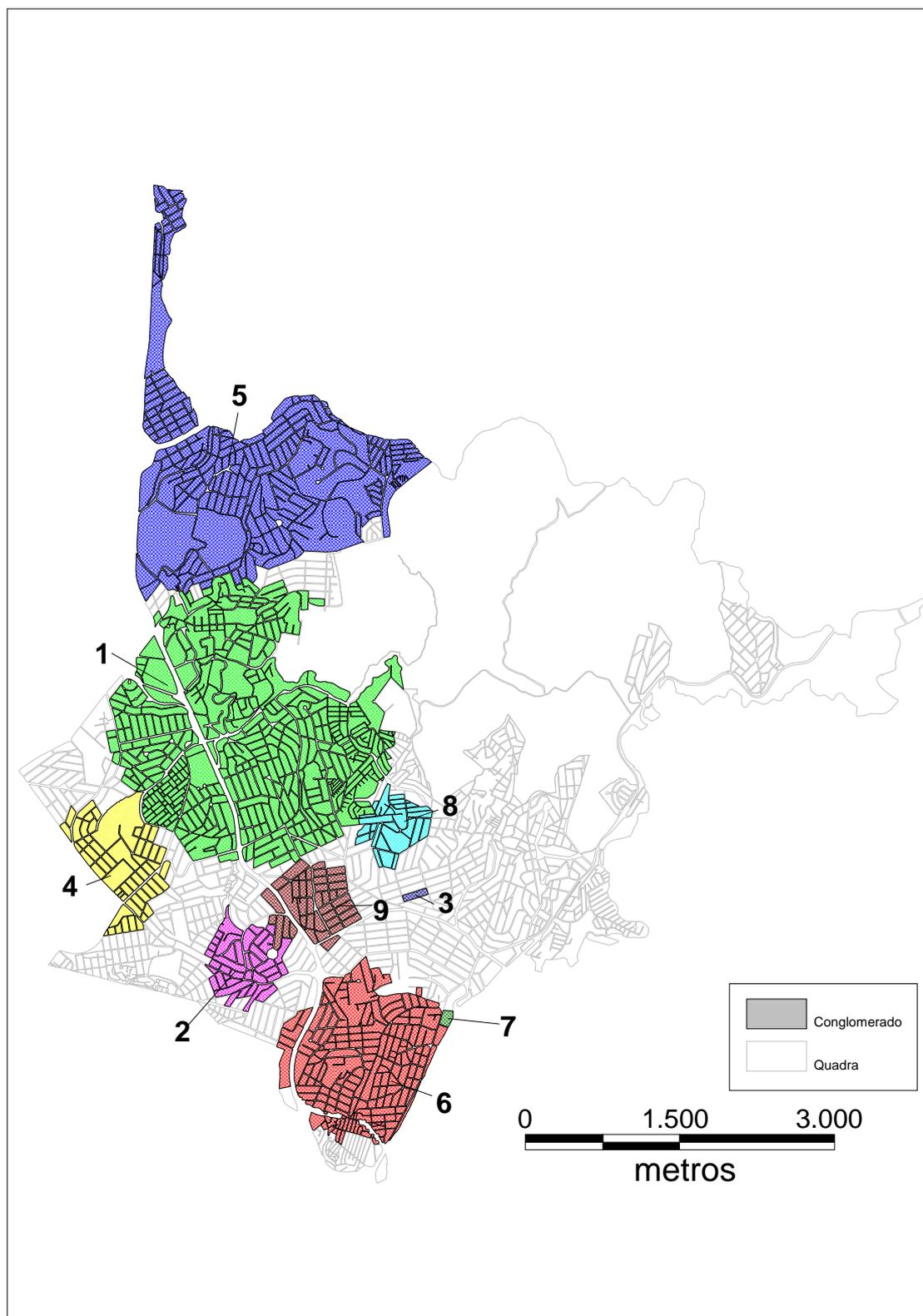


FIGURA 27. Localização geográfica dos conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

TABELA 19. Conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	P valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	05604	608.673,94	794.454,81	0,00	28/2/2008	3/5/2008	65	1	2.439,34	0,001	1.364	89,83	15,18
2	09762	608.743,81	793.937,31	446,28	5/9/2002	26/11/2004	813	43	2.418,87	0,001	11.739	5.788,39	2,03
3	06758	606.526,19	795.399,81	0,00	19/10/2002	12/5/2004	571	1	2.065,45	0,001	4.897	1.667,80	2,94
4	09951	608.577,06	793.282,81	205,47	14/8/2007	8/7/2008	329	10	1.968,88	0,001	3.081	770,83	4,00
5	05654	606.157,19	793.135,56	1.432,81	26/3/2006	8/7/2008	835	453	1.913,61	0,001	30.452	21.288,31	1,43
6	06777	608.726,25	792.020,06	0,00	19/12/2004	9/1/2005	21	1	1.459,28	0,001	627	23,38	26,82
7	13610	604.825,63	794.879,13	280,48	24/12/2007	5/2/2008	43	12	1.213,29	0,001	779	65,77	11,84
8	03388	608.068,38	794.448,00	279,72	28/2/2008	8/7/2008	131	20	1.124,93	0,001	617	39,10	15,78
9	11772	606.937,19	790.871,44	223,78	22/3/2003	21/9/2004	549	8	1.108,17	0,001	1.462	312,68	4,68
10	01239	608.335,75	796.611,75	572,73	18/6/2003	7/3/2004	263	77	996,29	0,001	3.182	1.284,24	2,48
11	00156	607.889,75	795.340,31	567,18	31/8/2004	7/4/2005	219	95	994,88	0,001	5.811	3.055,09	1,90
12	07538	605.453,25	795.655,63	491,42	22/5/2005	22/10/2005	153	4	893,64	0,001	1.496	394,94	3,79
13	00575	607.220,19	795.866,56	237,31	10/10/2006	18/2/2007	131	21	795,18	0,001	1.325	348,40	3,80
14	02643	604.155,75	793.931,38	626,75	22/9/2004	5/12/2005	439	83	752,55	0,001	7.052	4.298,04	1,64
15	00769	606.706,13	796.375,00	0,00	1/2/2005	27/12/2005	329	1	646,11	0,001	2.339	1.004,34	2,33
16	05512	604.899,94	794.388,75	263,73	24/1/2004	14/2/2004	21	31	630,52	0,001	673	115,23	5,84
17	09385	606.653,88	796.701,06	263,20	5/9/2002	3/6/2004	637	4	602,25	0,001	1.349	440,81	3,06
18	06660	607.093,63	795.407,50	60,09	4/5/2008	25/5/2008	21	3	518,22	0,001	196	5,27	37,22
19	06582	603.572,38	794.171,31	0,00	24/12/2002	27/2/2003	65	1	514,27	0,001	346	31,56	10,96
20	09150	608.154,19	792.428,00	548,75	17/3/2005	29/4/2005	43	35	401,03	0,001	1.075	392,77	2,74

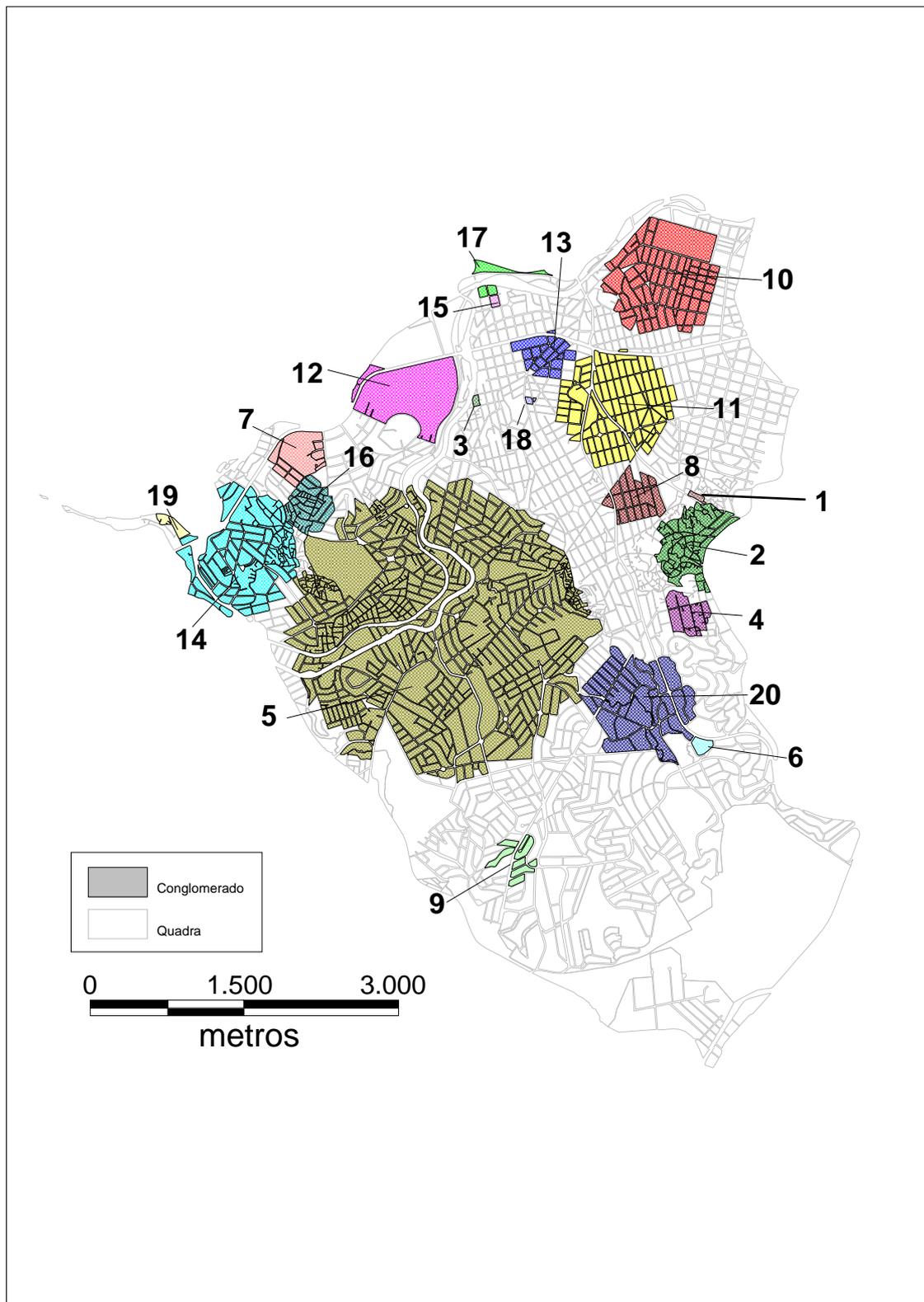


FIGURA 28. Localização geográfica dos conglomerados de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas ovitrampas, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

5.3.3 Conglomerados de *Aedes aegypti* coletados pelas armadilhas MosquiTRAP

Foram detectados 10 conglomerados de *A. aegypti* coletados pelas armadilhas MosquiTRAP no D.S. Oeste (TAB. 20 e FIG. 29).

Os conglomerados detectados foram relativos às capturas de 306 fêmeas de *A. aegypti* durante o período de fevereiro de 2007 a maio de 2008. O maior número de insetos capturados que constituíram um conglomerado foi de 152 fêmeas de *A. aegypti*, sendo esperada a ocorrência de 92 fêmeas, originando o conglomerado 2, com raio de 1056,54 m e duração de 87 dias (TAB. 20).

A duração média dos conglomerados foi de $42 \pm 11,4$ dias, sendo que a maior duração foi observada no conglomerado 5 (126 dias) e a menor duração dos dentre os conglomerados foi de 21 dias (conglomerados 1, 3, 4, 6, 9 e 10)(TAB. 20).

A média dos raios dos conglomerados foi de $351,7 \pm 109,9$ m, sendo os conglomerados 1 e 3 com raios nulos. O maior raio obtido foi observado no conglomerado 2 (1056,54 m), abrangendo 307 quadras (TAB. 20).

Os conglomerados detectados foram distribuídos em todos os meses no período avaliado, exceto os meses de setembro, outubro e novembro de 2007 (TAB. 20). As capturas nos meses em que não foram detectados conglomerados, ocorreram aleatoriamente provavelmente devido ao reduzido número de capturas realizadas no período (FIG. 21).

TABELA 20. Conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti*. coletadas pelas armadilhas MosquiTRAP, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 – 2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	P valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	05944	606.089,38	794.089,69	0,00	27/7/2007	17/8/2007	21	1	22,70	0,001	8	0,18	45,17
2	07449	607.823,88	794.044,56	1.056,54	10/2/2008	7/5/2008	87	307	19,16	0,001	152	91,62	1,66
3	03719	605.867,69	792.921,69	0,00	6/12/2007	27/12/2007	21	1	17,43	0,001	11	0,91	12,13
4	04097	606.739,25	792.912,69	377,33	28/12/2007	18/1/2008	21	24	16,33	0,001	16	2,50	6,41
5	10801	607.650,13	792.149,25	544,48	28/2/2007	4/7/2007	126	44	15,76	0,001	44	16,72	2,63
6	02293	605.141,94	795.090,06	788,87	19/1/2008	9/2/2008	21	84	15,01	0,001	27	7,62	3,54
7	01739	606.711,56	794.429,69	118,66	17/3/2007	29/4/2007	43	3	13,43	0,001	14	2,35	5,97
8	02987	605.776,38	793.908,81	197,07	28/2/2007	7/4/2007	38	11	12,96	0,001	18	4,07	4,43
9	12214	604.884,06	794.132,88	207,97	22/5/2007	12/6/2007	21	16	12,74	0,001	7	0,45	15,68
10	06433	608.159,00	792.799,13	226,08	6/12/2007	27/12/2007	21	7	11,27	0,003	9	1,07	8,40

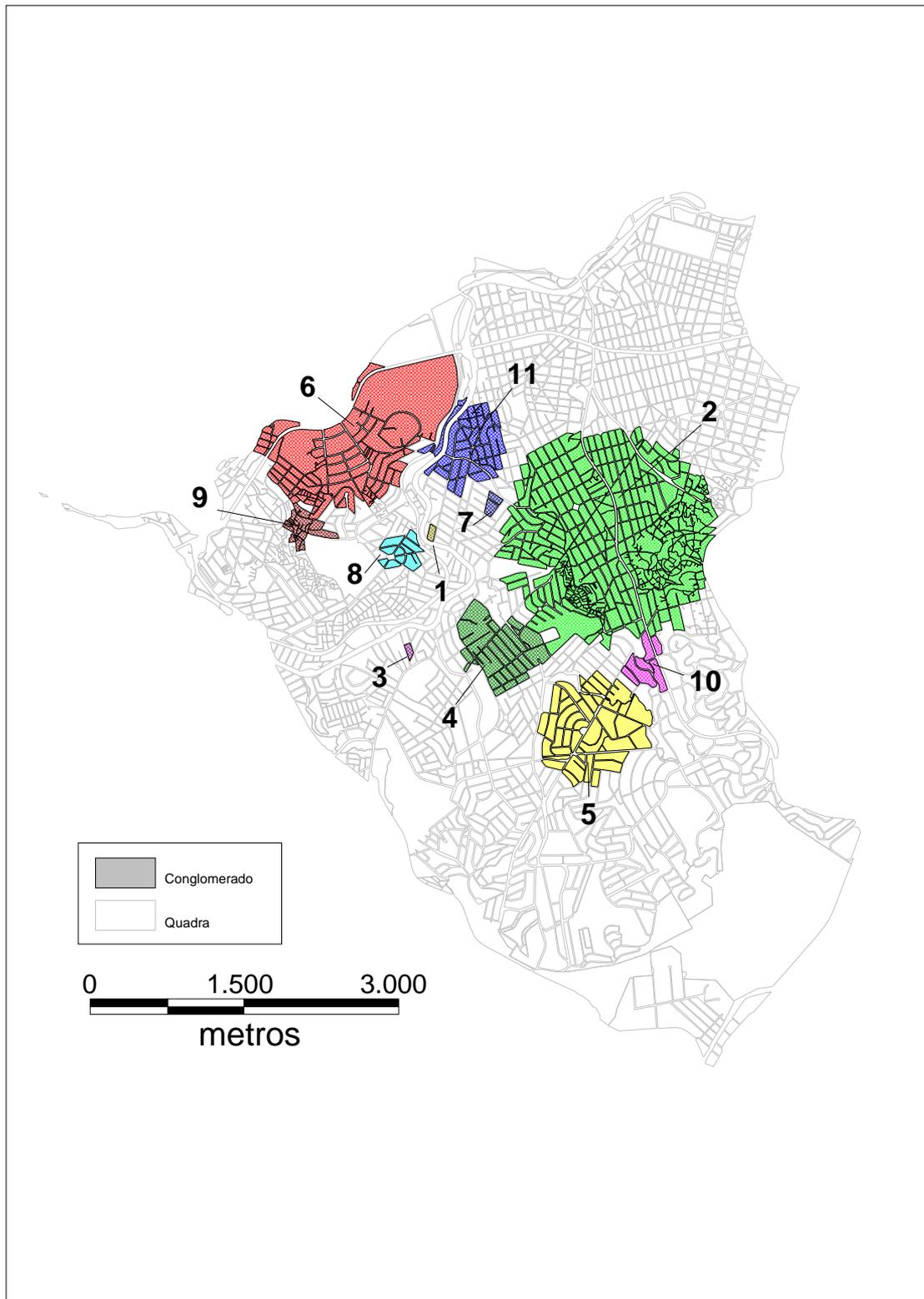


FIGURA 29. Localização geográfica dos conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* coletadas pelas armadilhas MosquiTRAP, detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Armadilhas instaladas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 – 2008.

5.3.4 Conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* coletadas durante as atividades de pesquisa larvária

Foram detectados quatro conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* no D.S. Norte (TAB. 21 e FIG. 30). Os conglomerados no D.S. Norte apresentaram a duração média de $136,5 \pm 42,7$ dias, sendo a duração máxima de 249 dias (conglomerado 3). A média dos raios dos conglomerados detectados foi de $379,63 \pm 52,10$ m. O conglomerado 1 apresentou o maior raio (472,53 m), representando a aglomeração de 21 imóveis que continham larvas de *A. aegypti* no período de 99 dias (TAB. 21). O número de imóveis infestados que formaram os conglomerados foi de 66 imóveis, abrangendo uma área total de 1518,51 m, composta por 176 quadras pertencentes à área do D.S. Norte. Os conglomerados ocorreram durante os anos de 2006, 2007 e 2008.

No D.S. Oeste foram detectados quatro conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* (TAB. 22 e FIG. 31) e dois conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. albopictus* (TAB. 23 e FIG. 32). Os conglomerados de larvas de *A. aegypti* tiveram a duração média de $424,0 \pm 241,95$ dias sendo a média dos raios dos conglomerados de $691,39 \pm 273,34$ m. O conglomerado que teve a maior duração, de 1149 dias e a maior medida do raio, 1417,24 m foi o conglomerado 4. No total, 1696 imóveis constituíram os conglomerados detectados, sendo o conglomerado 4, o que incluiu o maior número de imóveis infestados por *A. aegypti*, sendo 368 imóveis. Os conglomerados ocorreram em 2002, 2007 e 2008 (conglomerados 3, 1 e 2 respectivamente), o conglomerado 4 ocorreu de fevereiro de 2003 a abril de 2006 (TAB. 22).

Cada conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. albopictus*, detectados no D.S. Oeste possuíram a duração de 99 dias . A medida do raio do conglomerado 1 foi de 163,09 m, abrangendo seis quadras, e do conglomerado 2 foi de 935,26 m, abrangendo 191 quadras. O conglomerado 1 teve sua duração de novembro de 2007 a março de 2008, e o conglomerado 2, de dezembro de 2006 a março de 2007 (TAB. 23).

TABELA 21. Conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	p valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	09988	610.063,75	807.033,38	472,53	9/10/2007	16/1/2008	99	80	27,78	0,001	21	2,31	9,08
2	05467	611.710,56	805.733,56	389,38	17/1/2008	6/3/2008	49	33	27,68	0,001	13	0,60	21,72
3	06747	611.225,31	806.786,06	231,91	23/3/2007	27/11/2007	249	11	23,17	0,001	12	0,68	17,64
4	01440	610.676,63	805.837,44	424,69	24/10/2006	22/3/2007	149	52	10,63	0,051	20	5,80	3,45

TABELA 22. Conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	p valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	03230	605.784,25	793.607,25	403,52	1/2/2007	19/8/2007	199	56	64,66	0,001	55	7,16	7,68
2	01984	606.362,69	794.060,44	163,41	9/10/2007	25/4/2008	199	8	34,82	0,001	37	6,33	5,85
3	08970	605.150,19	794.810,13	781,38	27/2/2002	26/7/2002	149	119	20,17	0,001	79	35,36	2,23
4	00298	607.857,56	794.680,56	1417,24	12/2/2003	6/4/2006	1149	594	17,37	0,001	368	270,72	1,36

TABELA 23. Conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus* detectados pela varredura circular (Permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Conglomerado	Localização	Coordenadas métricas		Raio (m)	Início	Término	Duração (dias)	Quadras	L.L.R.	p valor	Observados	Esperados	Observados/ Esperados
		X(m)	Y(m)										
1	01956	606.425,31	794.088,13	163,09	28/11/2007	6/3/2008	99	6	9,00	0,013	5	0,33	15,18
2	05626	605.829,38	793.075,94	935,26	13/12/2006	22/3/2007	99	191	8,15	0,055	5	0,40	12,65

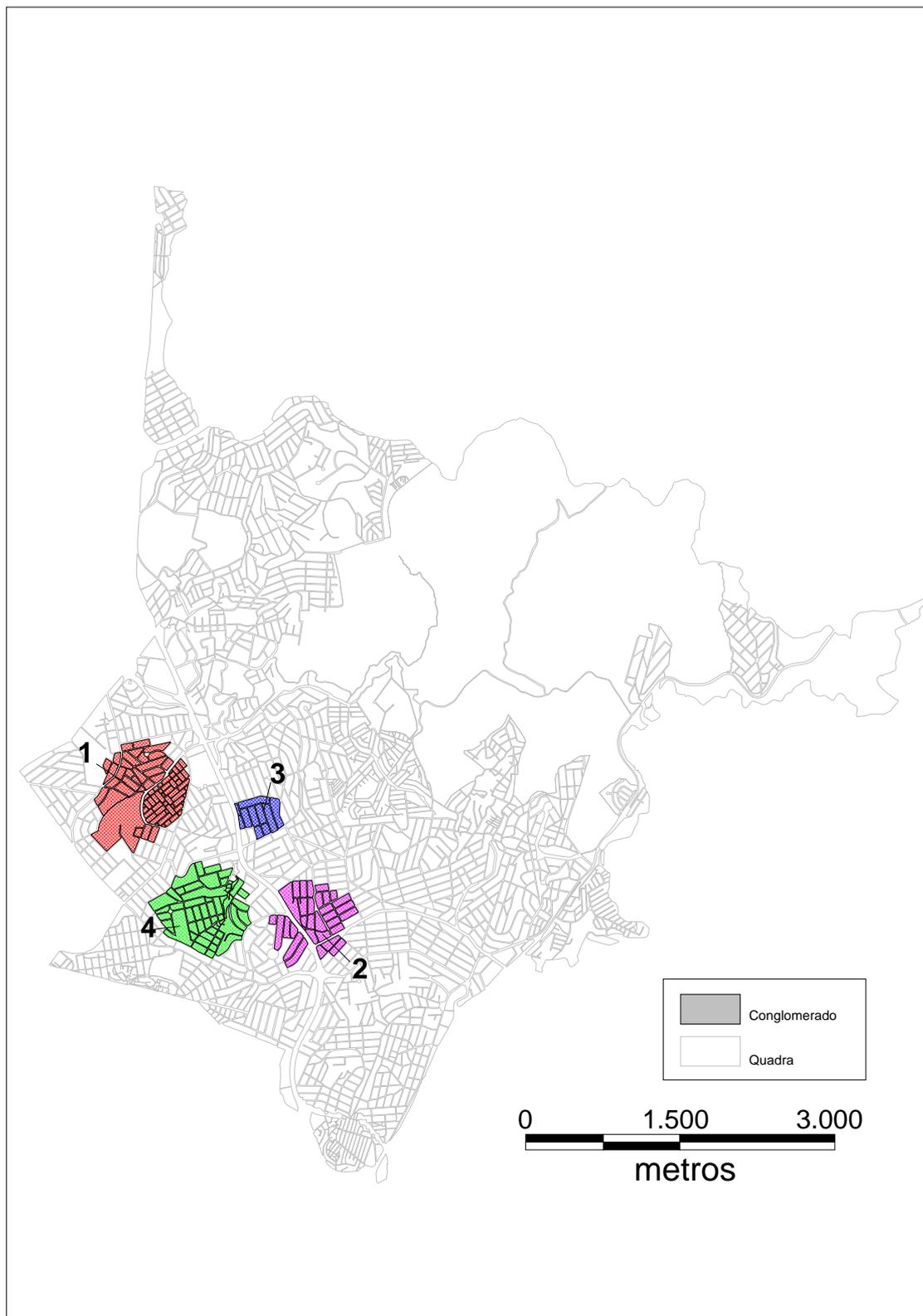


FIGURA 30. Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

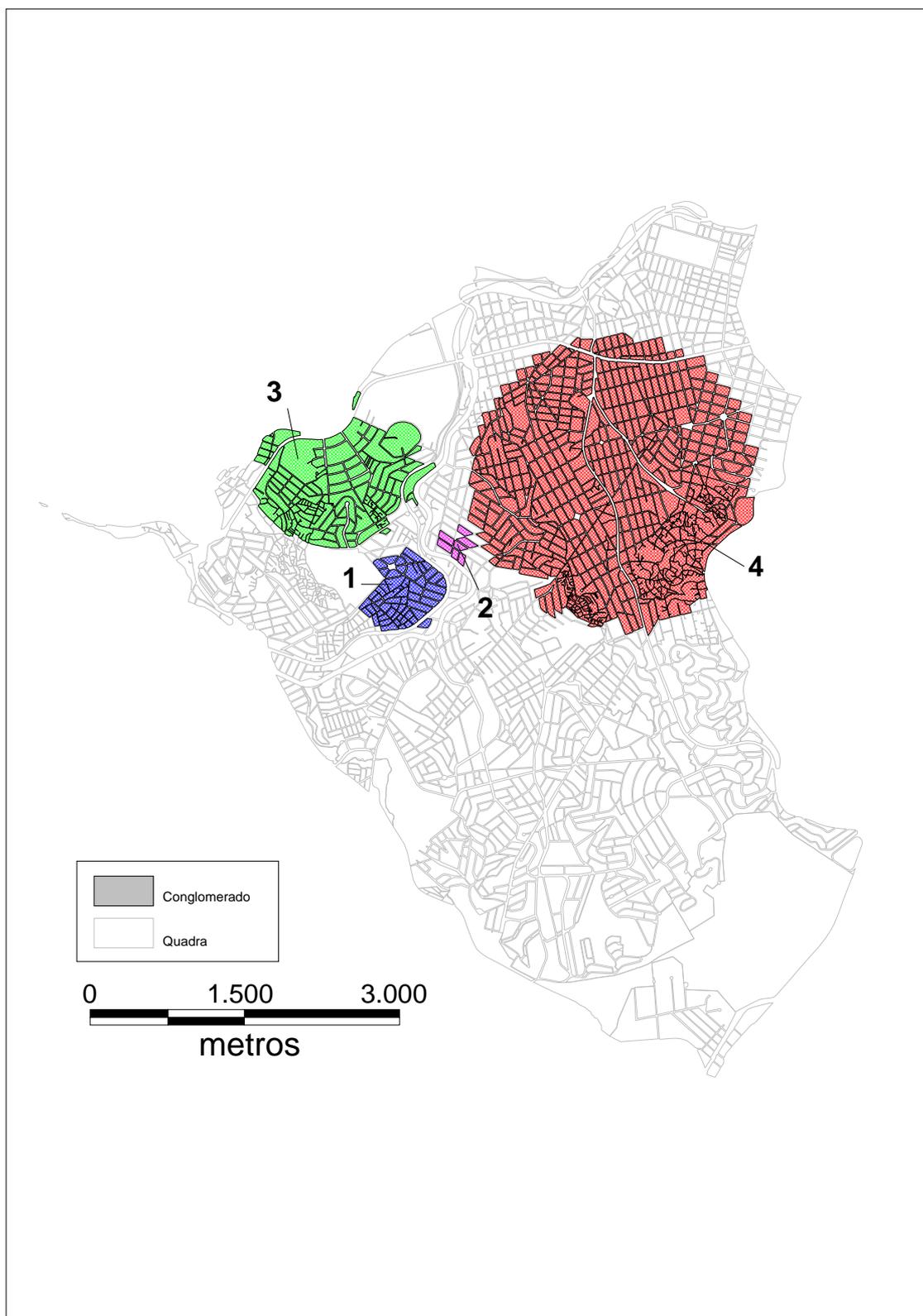


FIGURA 31. Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.



FIGURA 32. Localização geográfica dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus* detectados pela varredura circular (permutação espaço-temporal). Larvas coletadas durante as atividades de pesquisa larvária realizadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 – 2008.

5.3.5 Sobreposições dos conglomerados detectados pela varredura circular espaço-temporal

A. Conglomerados de casos X conglomerados do monitoramento do vetor

- **Casos de dengue e ovitrampas**

Foram observadas sete áreas de sobreposição espaço-temporal entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de ovos de *Aedes* sp. em cada Distrito Sanitário, totalizando 14 áreas de sobreposição.

No D.S. Norte, as sobreposições identificadas possuíram a área média de $199.120,8 \pm 73.384,8$ m², sendo a média do período sobreposto de $40,4 \pm 9,6$ dias. A menor área de sobreposição verificada ocorreu na sobreposição 9/8 (FIG. 33) (sobreposição entre o conglomerado de casos número 9 e o conglomerado de ovos número 8), de $15.671,9$ m². A maior área de sobreposição verificada foi de $451.343,3$ m², 3/6 (FIG. 33), ocorreu entre o conglomerado de casos número 3 e o conglomerado de ovos número 6.

Quanto à duração das sobreposições, a menor duração (7 dias) ocorreu na sobreposição identificada como 21/1 (conglomerado de casos número 21 e o conglomerado de ovos número 1). A maior duração (87 dias) dentre as sobreposições ocorreu entre o conglomerado de casos de dengue 18 e o de ovos número 1 (TAB. 24 e FIG 33).

As sobreposições no D.S. Oeste apresentaram a área média de $309.987,8 \pm 56.423,0$, sendo a média do período sobreposto de $71,29 \pm 6,29$ dias. A menor área ($52.645,1$ m²) de sobreposição ocorreu no entre o conglomerado de casos de dengue 5 e de ovos número 5 e a maior área de sobreposição ($463.606,9$ m²) foi entre o conglomerado de casos de dengue 1 e o conglomerado de ovos 5. Em relação à duração das sobreposições, o maior período observado foi de 87 dias nas sobreposições identificadas entre o conglomerado de ovos 5 e os conglomerados de casos de dengue 2, 5 e 12 (TAB. 24, FIG. 34).

- **Casos de dengue e MosquiTRAP**

Foram observadas três áreas de sobreposição espaço-temporal entre os conglomerados de casos de dengue e conglomerados de fêmeas de *A. aegypti* capturadas pelas armadilhas MosquiTRAP (TAB. 25 e FIG. 35).. A maior área e a maior duração foram observados na sobreposição espaço-temporal que ocorreu entre o conglomerado de casos número 11 e o conglomerado de mosquitos número 5 (11/5) (85.026,1 m²) havendo ocorrência temporal concomitante desses conglomerados durante 87 dias (TAB. 25, FIG. 35).

Uma quarta área relativa ao conglomerado de casos número 18 e ao conglomerado de fêmeas número 6 (identificada como 18/6) demonstrou que após 41 dias do fim do conglomerado de fêmeas de *A. aegypti* (conglomerado 6) houve o surgimento do conglomerado de casos de dengue (conglomerado 18) (TAB. 25 e FIG 35).A área total de sobreposição observada foi de 139.482,7 m², do total de 2.039.634,8 m² relativos aos conglomerados avaliados. Quanto à duração total da sobreposição, o período sobreposto foi de 133 dias, do total de 269 dias de duração dos conglomerados que apresentaram sobreposição (TAB. 25).

- **Casos de dengue e pesquisa larvária**

Ocorreram sobreposições espaciais e temporais entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* no D.S. Oeste (TAB. 26, FIG. 37). As quatro sobreposições verificadas compreenderam o total de 801.545,30 m², sendo a área total dos conglomerados que apresentaram sobreposições, 16.496.448,9 m². A soma dos períodos de sobreposições foi de 122 dias, sendo o período total dos conglomerados que apresentaram sobreposições de 3.680 dias (TAB. 26).

A sobreposição 4/3 (entre o conglomerado de casos número 4 e o conglomerado de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* número 3) foi a que apresentou maior área de sobreposição (568.338,7 m²), e o maior período de sobreposição entre os conglomerados, de 57 dias. A sobreposição identificada como 6/4 apresentou 134.449,9 m² de área e o período de duração de 11 dias. (TAB. 26, FIG. 37).

No D.S. Norte nas áreas identificadas como 9/2 e 11/2 foram verificados os surgimentos dos conglomerados de casos de dengue após 29 dias do término do conglomerado de imóveis que continham larvas de *A. aegypti* (conglomerado 2). A ocorrência dos conglomerados apresentaram a concordância de 154.886 m², sobreposição 9/2, e de 32.113,6 m² na sobreposição 11/2 (TAB. 26).

Foi verificada sobreposição entre o conglomerado de casos de dengue número 1 e o conglomerado de imóveis com presença de larvas *A. albopictus* número 2. A área sobreposta foi de 37.431,1 m², havendo ocorrência dos dois conglomerados em um período concomitante de 56 dias. A área total dos dois conglomerados foi de 2.692.696,3 m² e o período total de duração de 155 dias (TAB. 27, FIG. 38).

TABELA 24. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (coletados pelas ovitrampas), detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

D.S.	Conglomerados de casos de dengue			Conglomerados de ovos			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Norte	3	521.832,10	109	6	1.537.182,34	175	2.059.014,44	189	3/6	451.343,33	51	33
	6	434.006,51	65	6	1.537.182,34	175	1.552.554,27	189	6/6	418.634,59	51	
	9	587.421,18	65	8	287.695,92	87	859.445,23	145	9/8	15.671,88	29	
	11	560.563,87	87	6	1.537.182,34	175	1.762.129,40	189	11/6	335.616,81	29	
	17	269.740,17	21	8	287.695,92	87	46.431.2,48	123	17/8	93.123,62	29	
	18	347.73,17	87	1	4.224.041,53	461	4.224.041,53	461	18/1	34.773,17	87	
	21	131.246,34	87	1	4.224.041,53	461	4.310.605,83	585	21/1	44.682,04	7	
Oeste	1	509.124,86	65	5	5.075.809,83	835	5.121.327,75	835	1/5	463.606,94	65	34
	2	551.406,68	87	5	5.075.809,83	835	5.381.010,07	835	2/5	246.206,44	87	
	5	573.858,05	87	5	5.075.809,83	835	5.597.022,78	835	5/5	52.645,10	87	
	9	351.938,82	65	5	5.075.809,83	835	5.075.809,83	835	9/5	351.938,82	65	
	12	595.716,56	87	5	5.075.809,83	835	5.466.987,31	835	12/5	204.539,09	87	
	23	440.666,83	65	5	5.075.809,83	835	5.079.654,01	835	23/5	436.822,65	65	
	24	476.243,23	43	5	5.075.809,83	835	5.137.897,66	835	24/5	414.155,40	43	
Total		6.038.538,37	1.020		49.165.690,74	7.466	52.091.812,57	7.726		3.563.759,87	782	

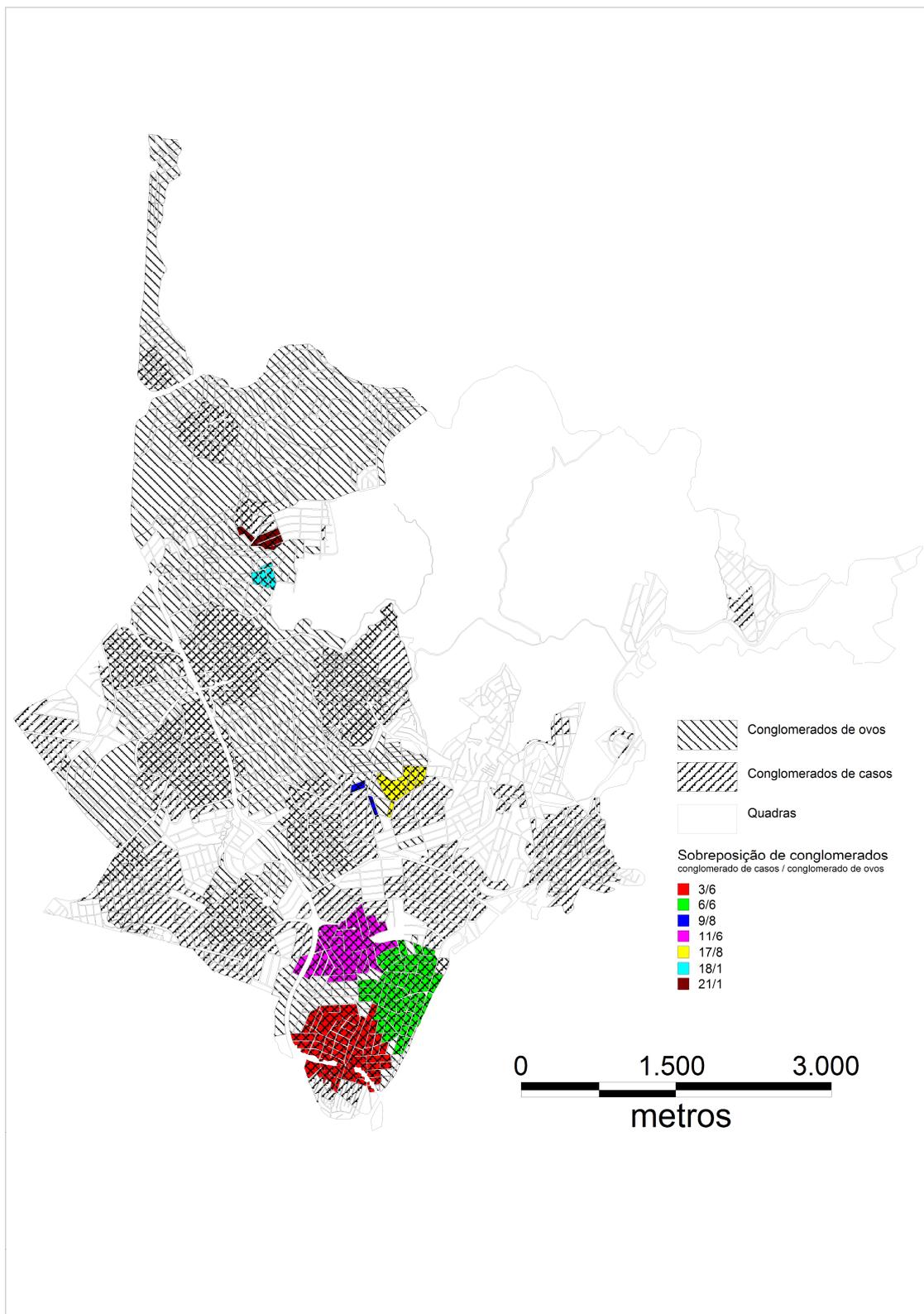


FIGURA 33. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (coletados pelas ovitrampas) detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

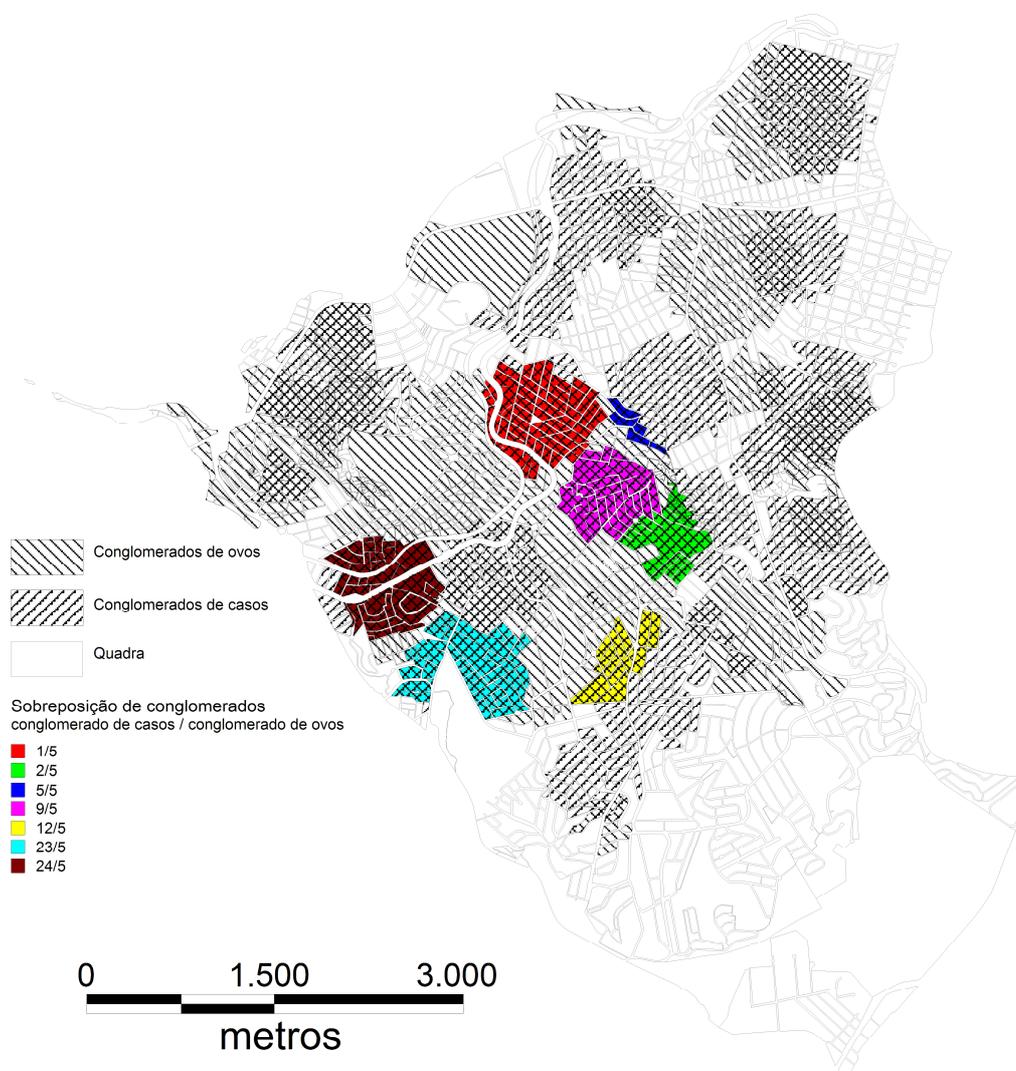


FIGURA 34. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (coletados pelas ovitrampas) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

TABELA 25. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.

D.S.	Conglomerados de casos de dengue			Conglomerados de mosquitos			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Oeste	1	509.124,86	65	7	22.246,72	43	509.124,86	65	1/7	22.246,72	43	35
	1	509.124,86	65	11	349.673,60	16	826.588,52	78	1/11	32.209,93	3	
	11	85.026,09	87	5	703.921,42	126	703.921,42	126	11/5	85.026,09	87	
	18	230.106,67	87	6	1.430.801,09	21	1.655.438,74	-	18/6*	5.469,02	-	
Total		1.103.275,81	217		1.075.841,73	185	2.039.634,80	269		139.482,74	133	

* ocorreu conglomerado de casos de dengue 41 dias após o fim do conglomerado de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP.

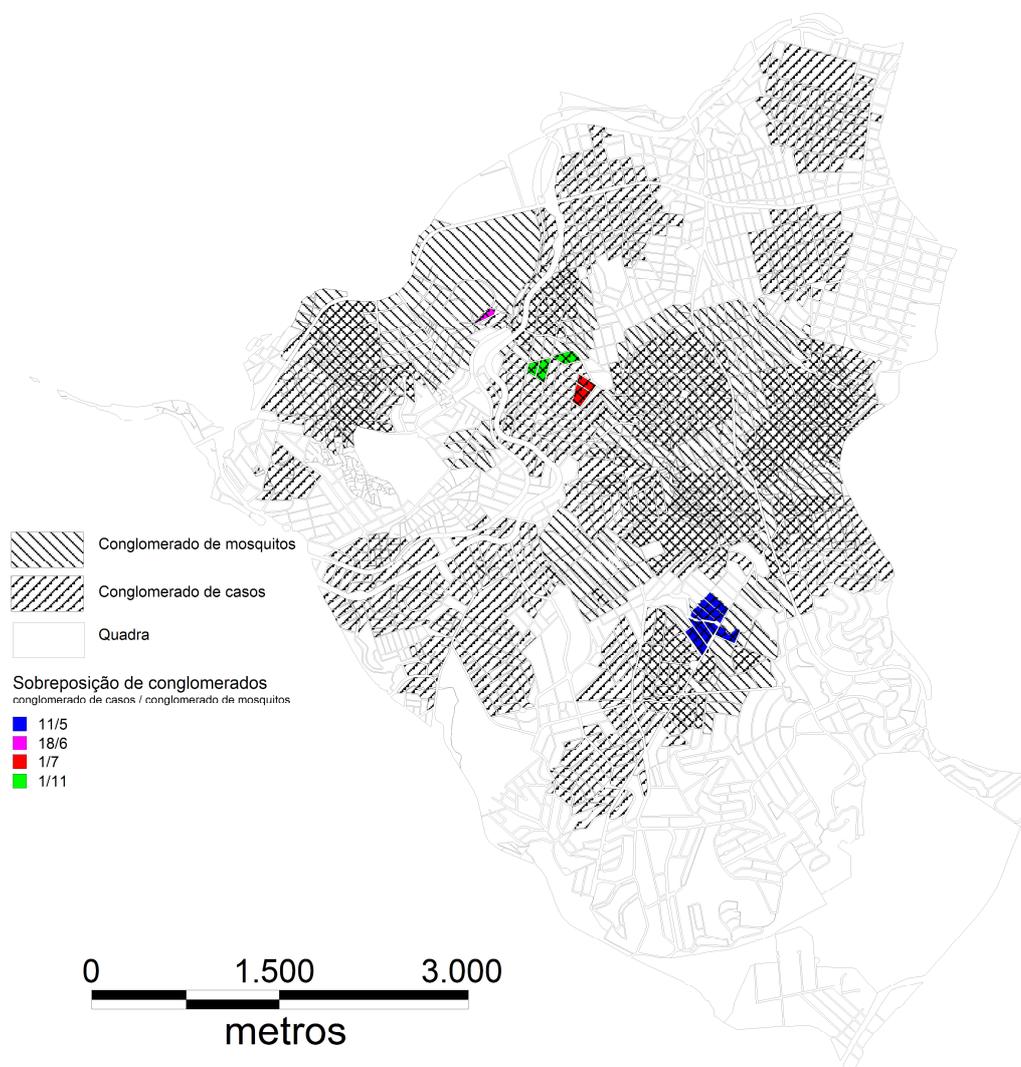


FIGURA 35. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* (coletadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.

TABELA 26. Sobreposições espaciais e temporais entre conglomerados de casos de dengue e conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária) detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

D.S.	Conglomerados de casos de dengue			Conglomerados de imóveis com larvas			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Norte	9	587.421,18	87	2	348.689,09	49	781.224,23	-	9/2 *	154.886,04	-	36
	11	560.563,87	43	2	348.689,09	49	877.139,35	-	11/2 *	32.113,61	-	
Oeste	4	760.597,02	87	3	1.297.452,93	149	1.489.711,23	179	4/3	568.338,72	57	37
	6	134.449,95	65	4	4.914.484,56	1149	4.914.484,56	1149	6/4	134.449,95	11	
	9	351.938,82	65	4	4.914.484,56	1149	5.177.768,65	1203	9/4	88.654,73	11	
	15	10.101,90	43	4	4.914.484,56	1149	4.914.484,56	1149	15/4	10.101,90	43	
Total		1.257.087,70	390		1.604.0906,60	3596	16.496.449,00	3680		801.545,30	122	

* ocorreu conglomerado de casos de dengue 29 dias após o fim do conglomerado de larvas de *A. aegypti* capturadas através das pesquisas larvárias.

TABELA 27. Sobreposição espaço-temporal entre conglomerado de casos de dengue e conglomerado de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus* (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

D.S.	Conglomerados de casos de dengue			Conglomerados de imóveis com larvas			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Oeste	1	509.124,86	655	2	2.221.275,57	99	2.692.969,28	155	1/2	37.431,14	56	38

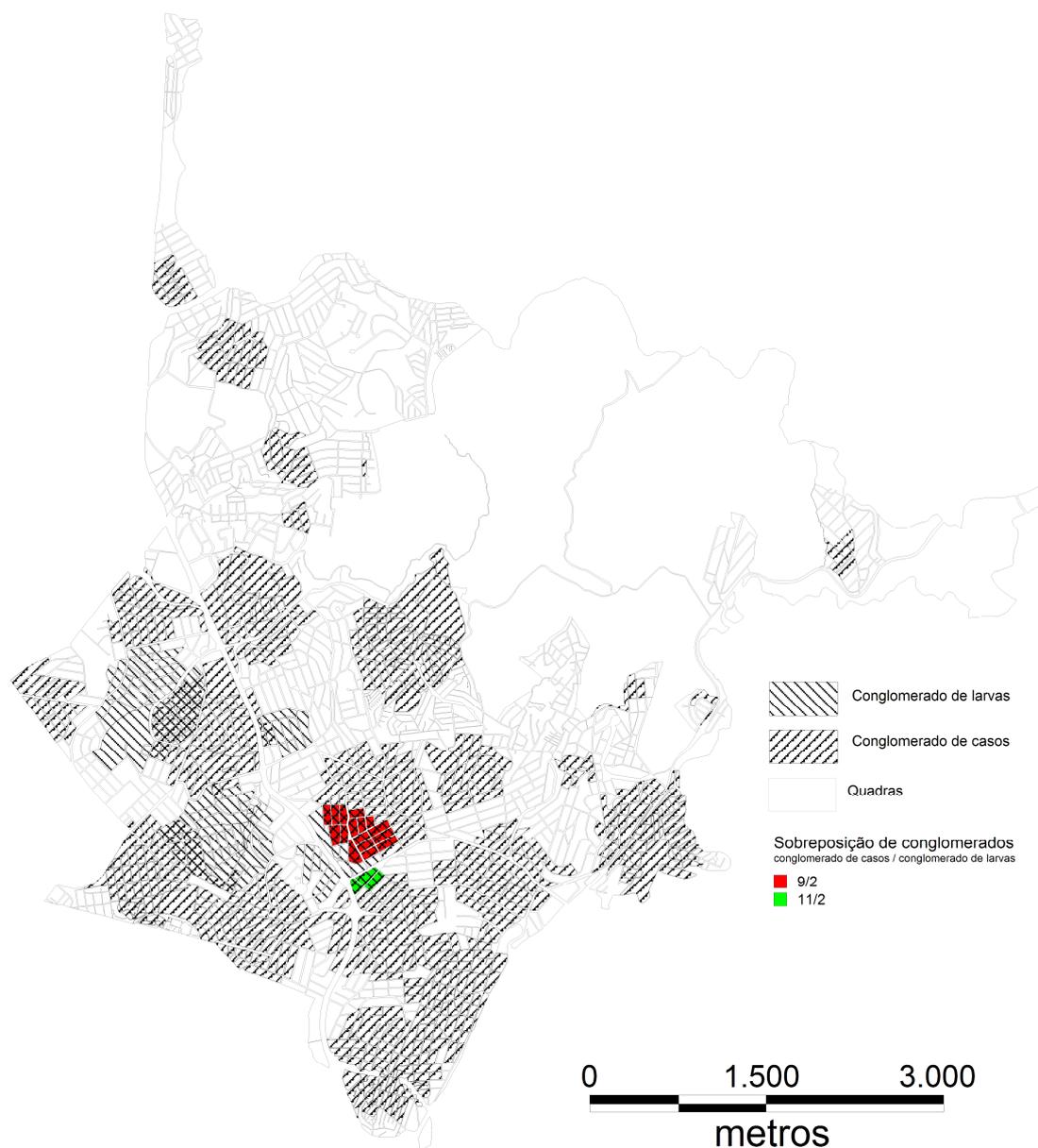


FIGURA 36. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

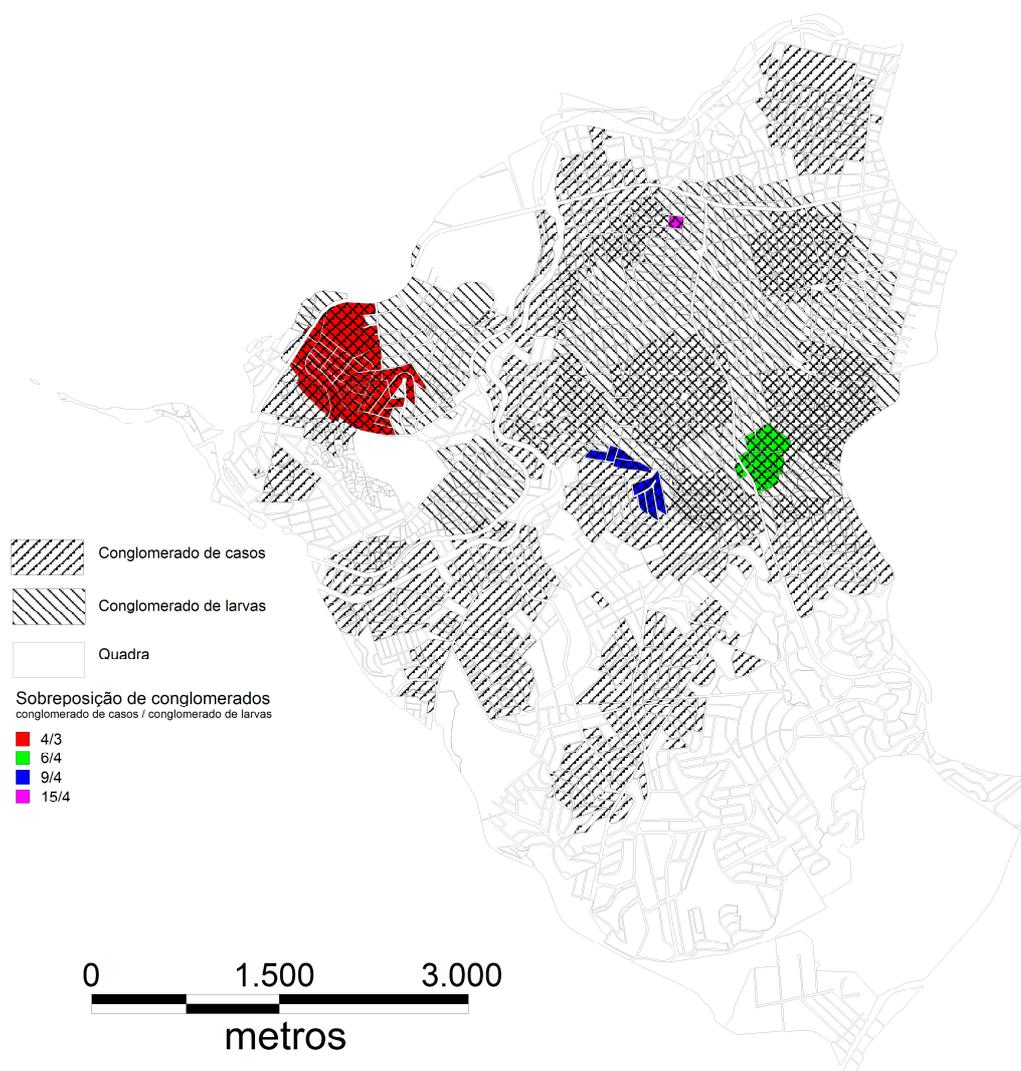


FIGURA 37. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

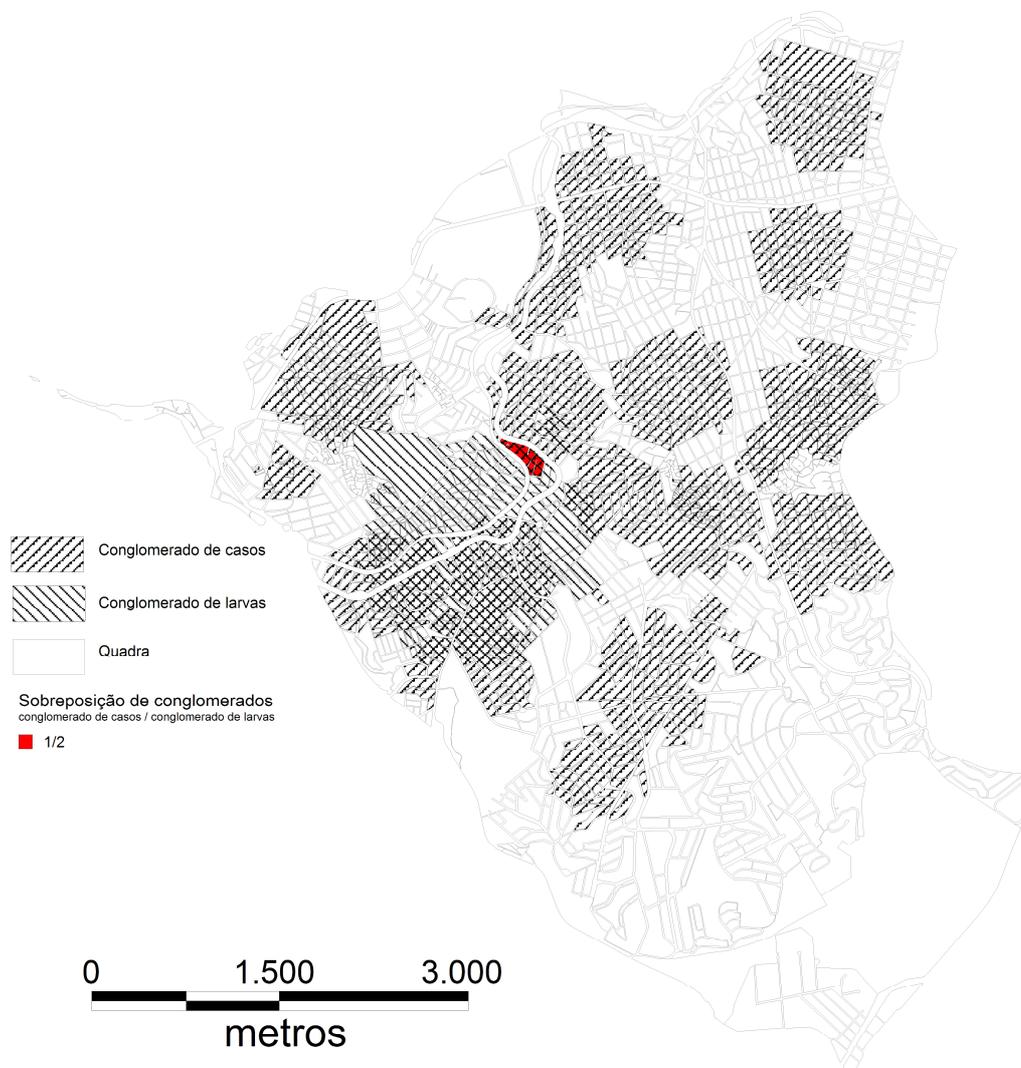


FIGURA 38. Localização geográfica da sobreposição entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus* detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos do monitoramento do vetor.

A proporção de sobreposição espacial entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de *Aedes sp* foi de 0,06841. Entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de fêmeas de *A. aegypti*, a proporção de sobreposição espacial foi de 0,06839. A comparação das proporções através do teste Qui-quadrado, demonstrou não haver diferença significativa entre as proporções de áreas sobrepostas dos conglomerados obtidos do monitoramento realizado pelas armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP ($\chi^2 = 0,02$; $p = 0,8818$). Diferença significativa foi verificada entre as proporções de sobreposição temporal obtidas quando se comparou o período sobreposto entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos e de mosquitos. A proporção de sobreposição temporal entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de ovos de *Aedes sp* foi de 0,1012. Já a proporção de sobreposição temporal entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados de fêmeas de *A. aegypti* foi de 0,4944, sendo significativamente maior que a proporção temporal obtida pelos conglomerados detectados a partir da armadilha de oviposição ($\chi^2 = 396,6$; $p < 0,001$) (TAB.28).

Quanto às sobreposições verificadas entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados do monitoramento do vetor realizado pelas pesquisas larvárias, a proporção de sobreposição espacial deste método de monitoramento com os conglomerados de casos de dengue foi de 0,04859, sendo significativamente inferior às sobreposições observadas dos conglomerados obtidos através das armadilhas ovitrampa e MosquiTRAP ($\chi^2 = 82621,4$; $p < 0,001$; $\chi^2 = 14763,2$; $p < 0,001$). A proporção de sobreposição temporal foi de 0,0332 também significativamente inferior às proporções de sobreposições relativas aos demais métodos de monitoramento ($\chi^2 = 158,25$; $p < 0,001$; $\chi^2 = 883,01$; $p < 0,001$) (TAB. 28).

TABELA 28. Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor (ovitampa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Método de monitoramento	Área (m ²)			χ^2	Período (dias)			χ^2
	Área sobreposta aos conglomerados de casos	Área não sobreposta aos conglomerados de casos	Proporção de sobreposição espacial		Período sobreposto aos conglomerados de casos	Período não sobreposto aos conglomerados de casos	Proporção de sobreposição temporal	
Ovitampa	3.563.759,87	48.528.052,70	0,06841	$\chi^2 = 0,02; p = 0,8818$	782	6.944	0,1012	$\chi^2 = 396,6; p < 0,001$
MosquiTRAP	139.482,74	1.900.152,05	0,06839		133	136	0,4944	
Ovitampa	3.563.759,87	48.528.052,70	0,06841	$\chi^2 = 82.621,4; p < 0,001$	782	6.944	0,1012	$\chi^2 = 158,2; p < 0,001$
Pesquisa Larvária	801.545,30	15.694.903,70	0,04859		122	3.558	0,0332	
MosquiTRAP	139.482,74	1.900.152,05	0,06839	$\chi^2 = 14.763,2; p < 0,001$	133	136	0,4944	$\chi^2 = 883,0; p < 0,001$
Pesquisa Larvária	801.545,30	15.694.903,70	0,04859		122	3.558	0,0332	

B. Sobreposições entre os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor

- **Ovitampa X Pesquisa Larvária**

Foram verificadas sete sobreposições espaciais e temporais entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. e conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* nos D.S. Norte (TAB 29, FIG 39) e Oeste (TAB 29, FIG 40).

A média das áreas sobrepostas observadas foi de $337.256,0 \pm 87.127,0$ m² com duração média de $229,3 \pm 77,7$ dias. Dentre as sobreposições, o maior valor de área observado foi de 758.962,3 m² ocorrida no D.S. Oeste, identificada como 11/4. O maior período de duração das sobreposições ocorreu entre o conglomerado de ovos número 2 e o conglomerado de imóveis positivos (contendo larvas de *A. aegypti*) número 4 no D.S. Oeste havendo sobreposição pelo período de 653 dias. A menor área de sobreposição observada ocorreu no D.S. Oeste, sendo identificada como 5/2, cuja área foi de 56.630,0 m². (TAB. 29, FIG. 40).

Ocorreram duas sobreposições entre os conglomerados de ovos e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. albopictus* no D.S. Oeste. As sobreposições foram identificadas como 5/1 (área de 48.274,7 m²) e 5/2 (área de 2.269.550,3 m²), sendo a duração de ambas as sobreposições de 99 dias (TAB. 30, FIG 41).

TABELA 29. Sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp.(coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002 - 2008.

D.S.	Conglomerados de ovos			Conglomerados de imóveis com larvas			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	
Norte	1	4.224.041,53	461	1	585.563,09	99	4.502.641,35	485	1/1	305.078,87	75	39
	1	4.224.041,53	461	3	116.423,87	249	4.224.041,53	461	1/3	116.423,87	249	
Oeste	2	323.676,69	813	4	4.914.484,56	1.149	4.918.014,63	1.309	2/4	320.146,62	653	40
	5	5.075.809,83	835	1	358.073,44	199	5.075.809,83	835	5/1	358.073,44	199	
	5	5.075.809,83	835	2	56.630,04	199	5.075.809,83	835	5/2	56.630,04	199	
	5	5.075.809,83	835	4	4.914.484,56	1.149	9.544.817,72	1.973	5/4	445.476,67	11	
	11	758.962,28	219	4	4.914.484,56	1.149	4.914.484,56	1.149	11/4	758.962,28	219	
Total		24.758.151,52	4.459		15.860.144,11	4.193	38.255.619,44	7.047		2.360.791,78	1.605	

TABELA 30. Sobreposições entre o conglomerado de ovos de *Aedes* sp.(coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus* (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste e Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

D.S.	Conglomerados de ovos			Conglomerados de imóveis com larvas			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	
Oeste	5	5.075.809,83	835	1	48.274,71	99	5.075.809,83	835	5/1	48.274,71	99	41
	5	5.075.809,83	835	2	2.221.275,57	99	5.075.809,83	835	5/2	2.221.275,57	99	
Total		10.151.619,66	1.670		2.269.550,27	198	10.151.619,66	1.670		2.269.550,27	198	

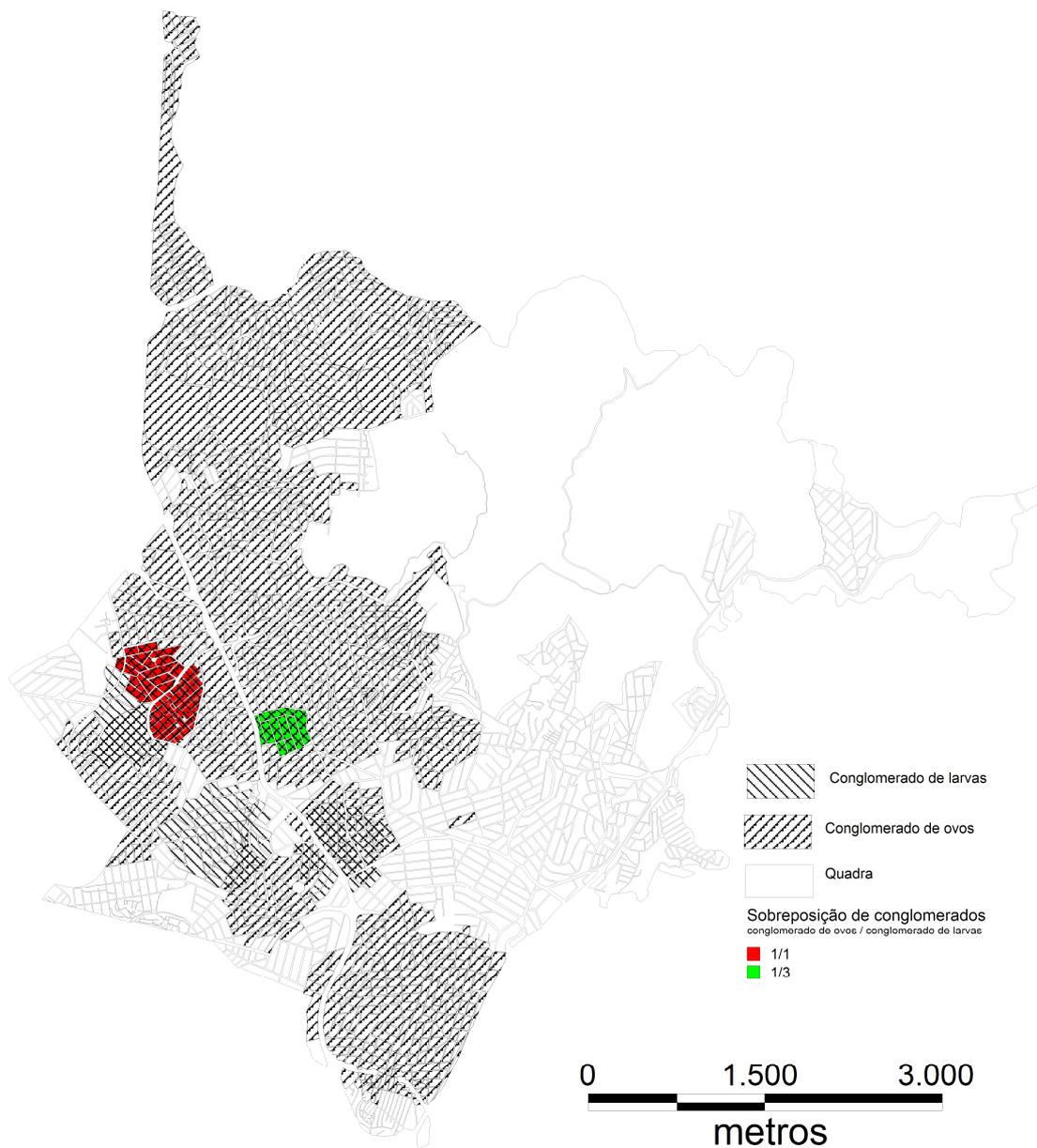


FIGURA 39. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* detectados no Distrito Sanitário Norte de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

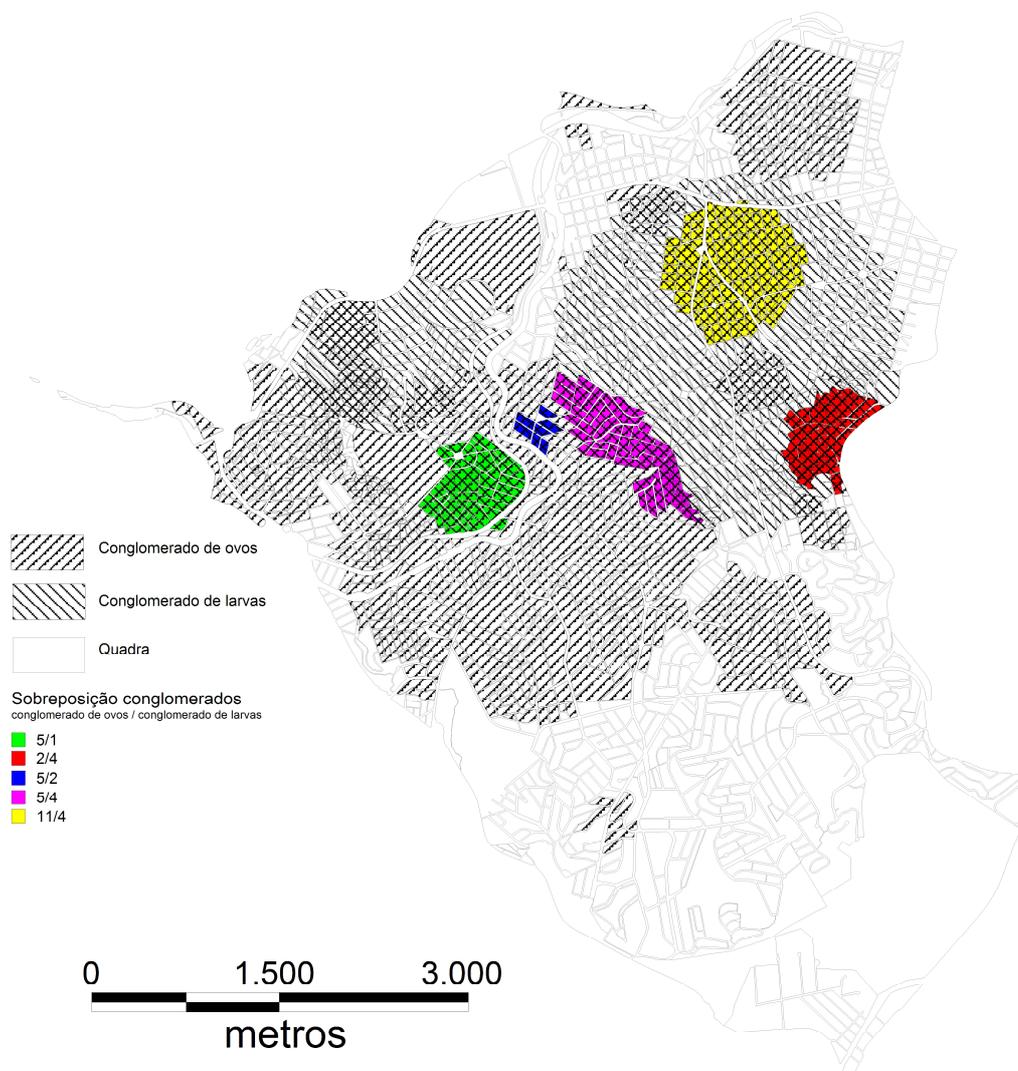


FIGURA 40. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti*, verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

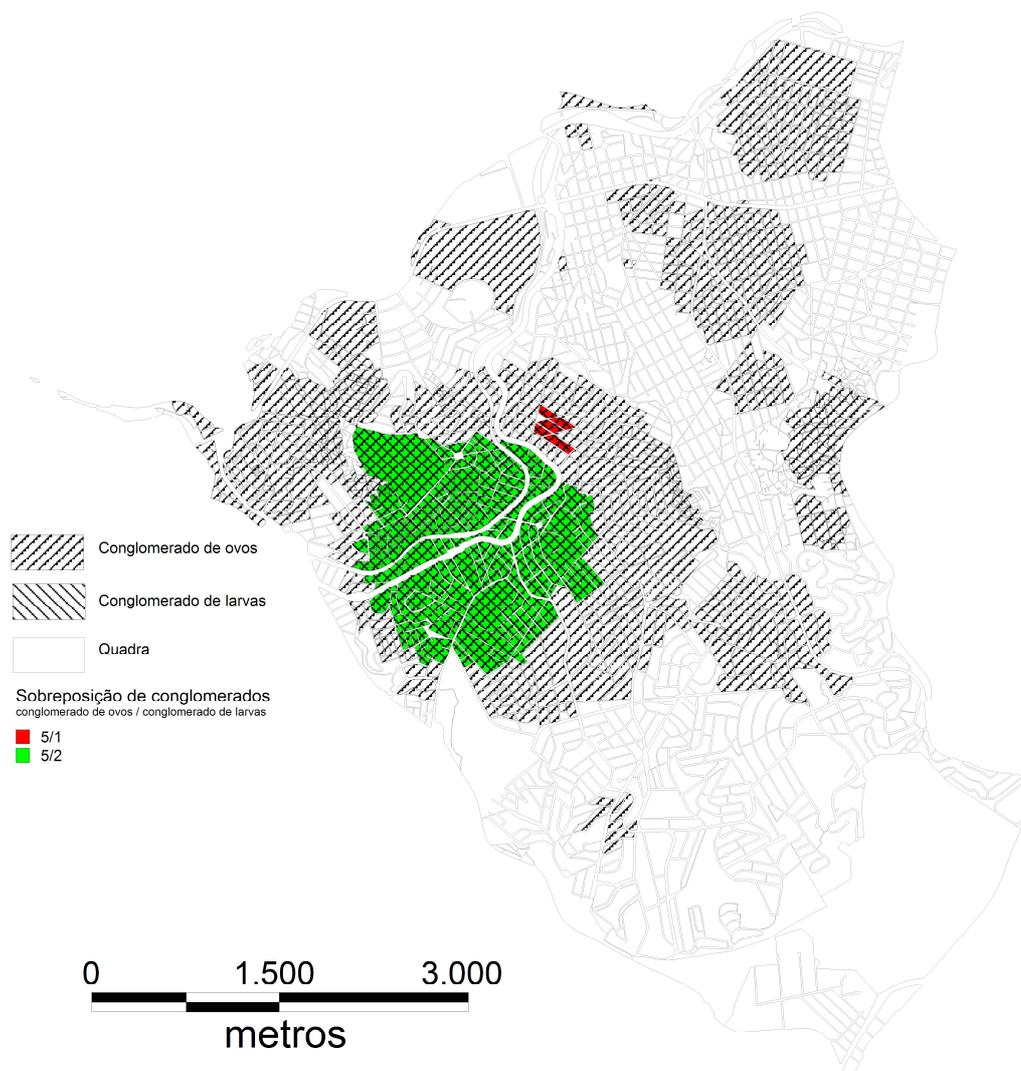


FIGURA 41. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes albopictus*, verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

- **Pesquisa larvária X MosquiTRAP**

Foi verificada uma sobreposição entre o conglomerado de imóveis 01 contendo larvas de *A. aegypti* ocorrido no D.S. Oeste e o conglomerado de fêmeas de *A. aegypti* 08 coletadas pelas armadilhas MosquiTRAP, com o período sobreposto de 38 dias dos 199 dias que constituíram os conglomerados que apresentaram sobreposição. A área sobreposta foi de 67.173,224 m² (TAB. 31, FIG 42).

- **Ovitampa X MosquiTRAP**

Considerando os períodos em que as armadilhas ovitampa e MosquiTRAP foram utilizadas conjuntamente no monitoramento (25 de fevereiro de 2007 a 10 de maio de 2008), foram identificadas 12 sobreposições de conglomerados. Os períodos dos conglomerados em que as duas armadilhas estavam sendo utilizadas no monitoramento do vetor foram de 270, 440 e 72 dias para os conglomerados 4, 5 e 8, respectivamente (TAB. 32).

A área total das sobreposições foi de 1.592.147,4 m², sendo o período total das sobreposições observadas, de 629 dias. A soma das áreas dos conglomerados que possuíram as sobreposições foi de 53.869.963,0 m², e a soma das durações desses conglomerados foi de 3.970 dias, considerando apenas o período de duração, e não a data de ocorrência de cada conglomerado (TAB. 32, FIG 43).

- **Pesquisa larvária: conglomerados de imóveis com presença de larvas de *Aedes aegypti* X conglomerados de imóveis com presença de larvas de *Aedes albopictus***

Foram observadas sobreposições entre os conglomerados obtidos mediante os resultados das pesquisas larvárias realizadas no D.S. Oeste, demonstrando áreas e períodos em que as duas espécies coexistiram (TAB. 33 e FIG. 44). A sobreposição identificada como 1/2 apresentou área de 358.073,4 m² e duração de 49 dias e a 2/1 apresentou 24.726,6 m² de área, sendo seu período de duração de 99 dias (TAB. 33).

A área de sobreposição entre os conglomerados de casos de dengue e de imóveis com larvas de *A. albopictus* não foi sobreposta pelas áreas onde as duas espécies foram identificadas e formaram sobreposições de seus conglomerados.

TABELA 31. Sobreposição entre o conglomerado de larvas de *Aedes aegypti* (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) e o conglomerado de fêmeas de *Aedes aegypti* (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.

D.S.	Conglomerados de imóveis com larvas			Conglomerados de mosquitos			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Oeste	1	358073.437	199	8	90758.804	38	381659.018	199	1/8	67173.224	38*	42

* Para avaliação do período sobreposto somente foi considerado o período no qual as armadilhas MosquiTRAP foram utilizadas (entre 25/02/2007 e 10/05/2008)

TABELA 32. Sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* (capturadas pelas MosquiTRAPs) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007 - 2008.

D.S.	Conglomerados de ovos			Conglomerados de mosquitos			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	Área (m)	Duração (dias)	Identificação	Área (m)	Duração (dias)	
Oeste	1	8.695,41	87	2	2.834.860,23	87	2.834.860,23	65	1/2	8.695,41	65	43
	4 *	121.947,95	329	2	2.834.860,23	87	2.905.400,15	270	4/2	51.408,03	87	
	5 *	5.075.809,83	835	1	9.366,04	21	5.075.809,83	440	5/1	9.366,04	21	
	5 *	5.075.809,83	835	2	2.834.860,23	87	7.357.016,93	440	5/2	553.653,13	87	
	5 *	5.075.809,83	835	3	8.075,84	21	5.075.809,83	440	5/3	8.075,84	21	
	5 *	5.075.809,83	835	4	403.059,47	21	5.075.809,83	440	5/4	403.059,47	21	
	5 *	5.075.809,83	835	5	703.921,42	126	5.721.006,70	440	5/5	58.724,55	126	
	5 *	5.075.809,83	835	7	22.246,72	43	5.075.809,83	440	5/7	22.246,72	43	
	5 *	5.075.809,83	835	8	90.758,80	38	5.075.809,83	440	5/8	90.758,80	38	
	5 *	5.075.809,83	835	11	349.673,60	16	5.405.968,55	440	5/11	19.514,87	16	
	7	192.059,27	47	6	1.430.801,09	21	1.430.801,09	43	7/6	192.059,27	17	
8 *	174.585,20	131	2	2.834.860,23	87	2.834.860,23	72	8/2	174.585,20	87		
Total	41.103.766,48	7274		14.357.343,90	655	53.868.963,03	3970		1.592.147,36	629		

* Para avaliação do período sobreposto somente foi considerado o período no qual as armadilhas MosquiTRAP foram utilizadas (entre 25/02/2007 e 10/05/2008)

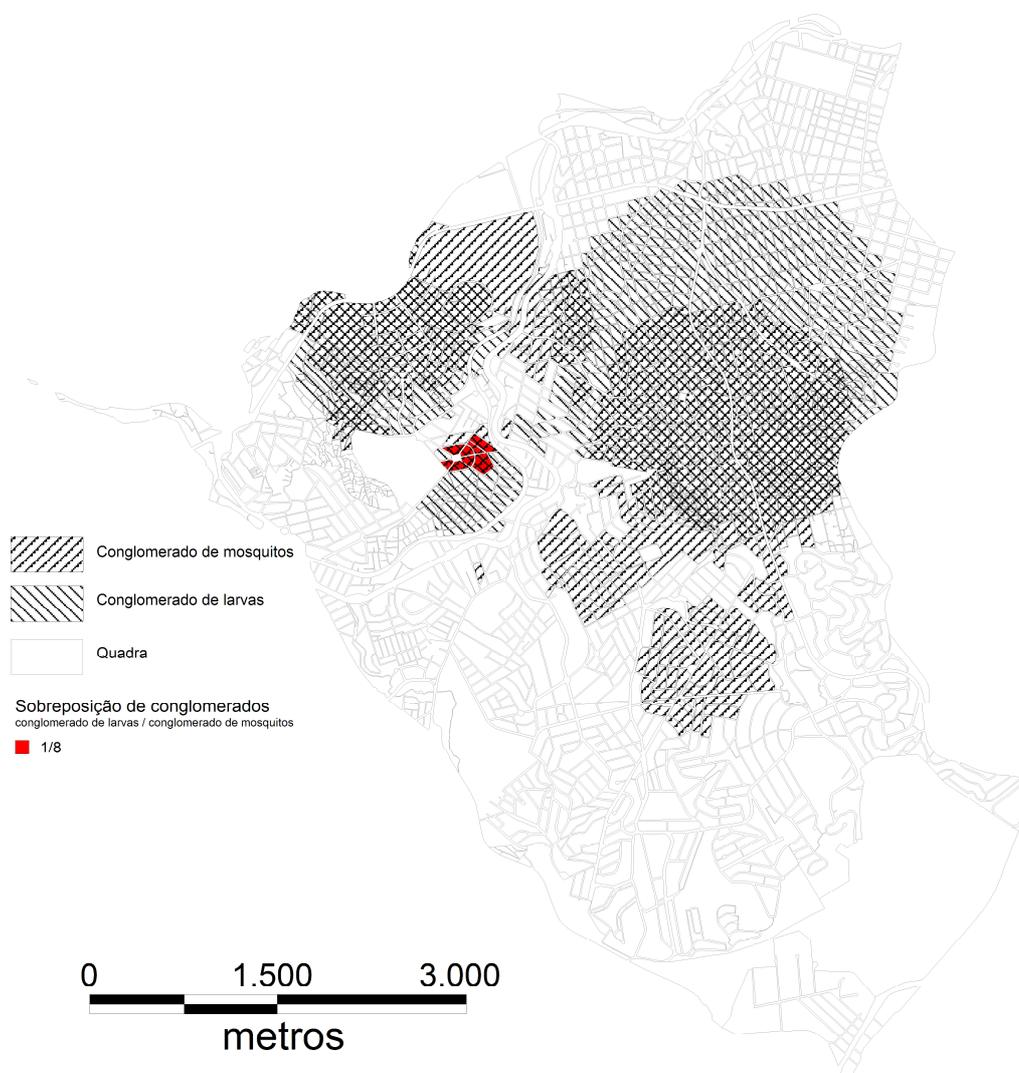


FIGURA 42. Localização geográfica da sobreposição entre o conglomerado de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* (pesquisa larvária) e o conglomerado de fêmeas de *Aedes aegypti* (MosquiTRAP), verificada no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.

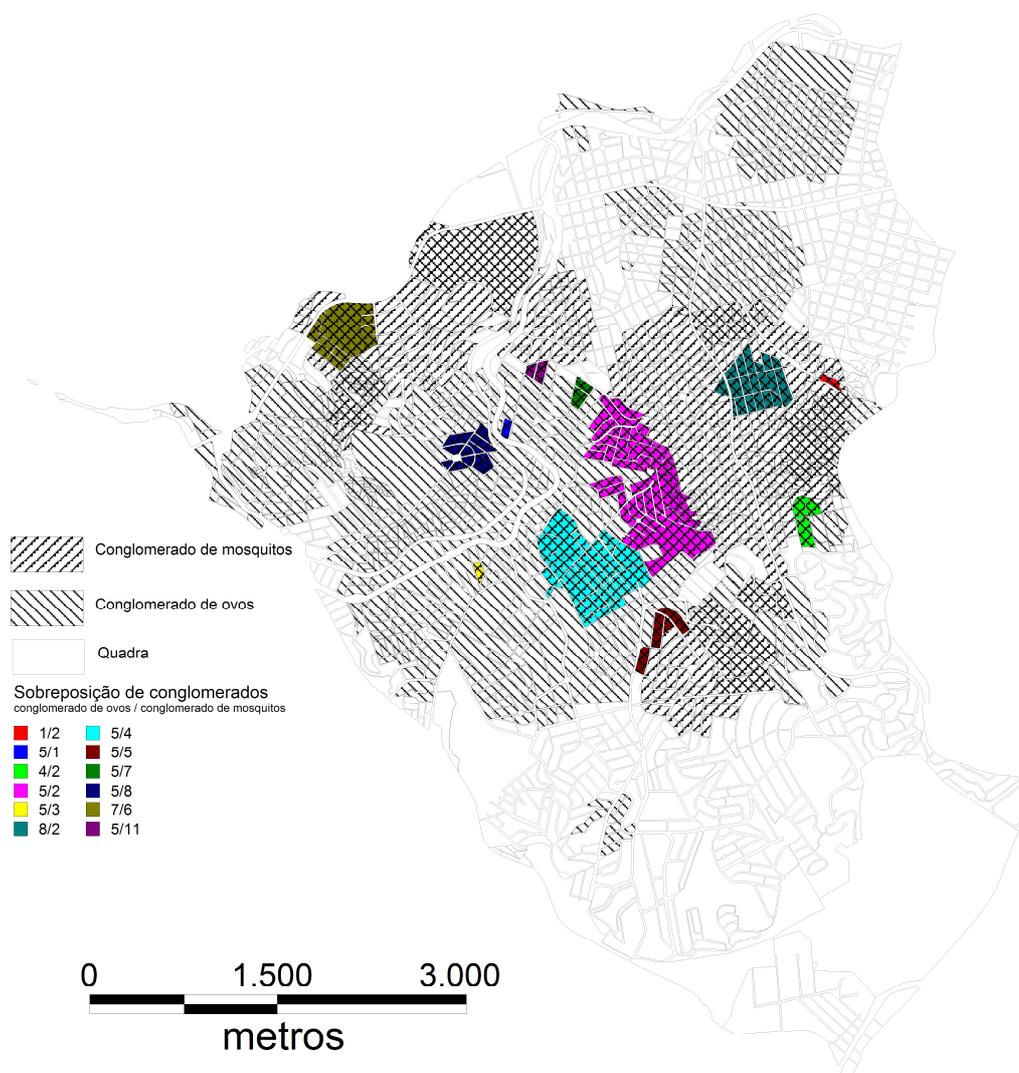


FIGURA 43. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (coletados pelas ovitrampas) e os conglomerados de fêmeas de *Aedes aegypti* (coletadas pelas MosquiTRAPs), verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007-2008.

TABELA 33. Sobreposições entre os conglomerados de larvas de *Aedes aegypti* e conglomerados de larvas de *Aedes albopictus* (coletadas através das atividades de pesquisa larvária) detectados no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

D.S.	Conglomerados de imóveis infestados por <i>A. aegypti</i>			Conglomerados de imóveis infestados por <i>A. albopictus</i>			Total		Sobreposição de conglomerados			Figura
	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	Área (m ²)	Duração (dias)	Identificação	Área (m ²)	Duração (dias)	
Oeste	1	358.073,4	199	2	2.221.275,6	99	2.221.275,6	249	1/2	358.073,4	49	44
	2	56.630,0	199	1	48.274,7	99	80.178,2	199	2/1	24.726,6	99	
Total		414.703,5	398		2.269.550,3	198	2.301.453,8	448		382.800,0	148	

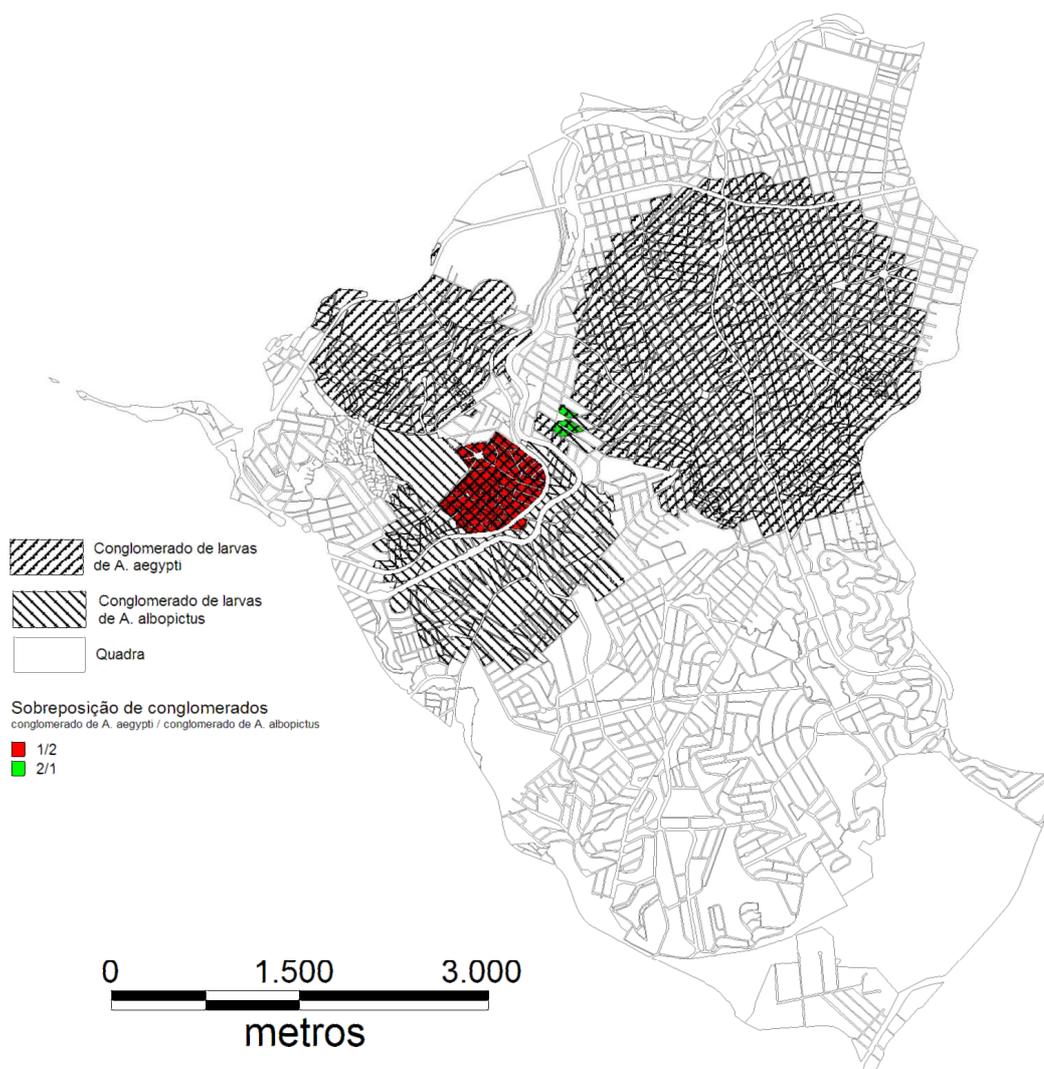


FIGURA 44. Localizações geográficas das sobreposições entre os conglomerados de imóveis contendo larvas de *Aedes aegypti* e os conglomerados de imóveis contendo larvas *Aedes albopictus* (coletadas durante as atividades de pesquisa larvária), verificadas no Distrito Sanitário Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Avaliação das sobreposições entre os conglomerados obtidos pelos diferentes métodos utilizados no monitoramento do vetor.

Considerando as sobreposições ocorridas entre os conglomerados de ovos de *Aedes* sp. (ovitrapas) e os demais métodos, verifica-se diferenças entre as sobreposições ocorridas entre os conglomerados de fêmeas de *A. aegypti* (MosquiTRAP) e os conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* (pesquisa larvária). A proporção de sobreposição espacial dos conglomerados de fêmeas, 0,062 foi significativamente maior que dos conglomerados de imóveis contendo larvas ($\chi^2 = 563195.29$; $p < 0,001$). Já a sobreposição temporal, foi significativamente maior nos conglomerados de imóveis contendo larvas (0,2278), que nos conglomerados de fêmeas de *A. aegypti* (0,1584) ($\chi^2 = 75.48$; $p < 0,001$) (TAB. 34).

Quando se comparou a sobreposição ocorrida entre os conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* e os demais métodos, verifica-se diferença significativa da proporção de sobreposição espacial entre os conglomerados de ovos (proporção de sobreposição = 0,06171) e de fêmeas (proporção de sobreposição = 0,17600) ($\chi^2 = 83818,2$; $p < 0,001$) (TAB. 34).

Comparando-se a sobreposição espacial entre os conglomerados de fêmeas capturadas pelas MosquiTRAPs e os demais métodos, verifica-se maior sobreposição significativa dos conglomerados de imóveis contendo larvas de *A. aegypti* (proporção = 0,17600) em relação aos conglomerados de ovos (proporção = 0,02956) ($\chi^2 = 274115.87$; $p < 0,001$), não havendo diferenças significativas quanto a sobreposição temporal (TAB.34).

TABELA 34. *Aedes aegypti* - sobreposições dos conglomerados detectados utilizando os resultados dos monitoramentos vetoriais (ovitrapa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) Avaliação das sobreposições entre os conglomerados de casos de dengue e os conglomerados obtidos através do monitoramento do vetor (ovitrapa, MosquiTRAP e pesquisa larvária) nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Método de monitoramento do vetor (A)	Método para comparação (B)	Área (m ²)			χ^2	Período (dias)			χ^2
		Área de B sobreposta aos conglomerados de A	Área de B não sobreposta aos conglomerados de A	Proporção de sobreposição espacial		Período de B sobreposto aos conglomerados de A	Período de B não sobreposto aos conglomerados de A	Proporção de sobreposição temporal	
Ovitrapa	Pesquisa Larvária	2.360.791,8	35.894.827,7	0,06171	$\chi^2 = 563195,3; p < 0,001$	1.605	5.442	0,2278	$\chi^2 = 75,5; p < 0,001$
	MosquiTRAP	1.592.147,4	52.276.815,7	0,02956		629	3.341	0,1584	
Pesquisa larvária	Ovitrapa	2.360.791,8	35.894.827,7	0,06171	$\chi^2 = 83818,2; p < 0,001$	1.605	5.442	0,2278	$\chi^2 = 1,49; p = 0,22$
	MosquiTRAP	67.173,2	314.485,8	0,17600		38	161	0,1910	
Mosquitrap	Ovitrapa	1.592.147,4	52.276.815,7	0,02956	$\chi^2 = 274115,9; p < 0,001$	629	3.341	0,1584	$\chi^2 = 1,49; p = 0,22$
	Pesquisa Larvária	67.173,2	314.485,8	0,17600		38	161	0,1910	

5.4 Modelos lineares generalizados

5.4.1 Distância entre os casos de dengue

A distribuição das freqüências dos valores observados para a variável *MEDDISTCASOS* (*Média das distâncias entre os casos de dengue*) demonstra que as distâncias mais comuns entre os casos de dengue foram de 400 a 600 m em todos os três períodos considerados, sendo as maiores freqüências verificadas às distâncias aproximadas a 500 m. Observa-se que distâncias superiores a 600 m foram gradativamente menos freqüentes até a distância máxima de 800 m (FIG. 45).

A freqüência de ocorrência de casos de dengue com distâncias entre 0 e 50 m de outros casos foi expressivamente maior que as freqüências verificadas para distâncias aproximadas a estas, como de 50 a 100 m. Este padrão de ocorrência foi semelhante nos três momentos considerados, havendo drástica redução das freqüências relativas às distâncias maiores que 50 m (FIG. 45).

Observa-se que os histogramas da variável contínua *MEDDISTCASOS* (FIG. 45) não apresentaram distribuição simétrica. Portanto, o Modelo de Regressão Gama foi utilizado. Inicialmente, foi ajustado o modelo maximal para os dados dos D.S. Norte e Oeste de Belo Horizonte considerando os períodos de 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso, sendo este o modelo que se utiliza de todas as variáveis independentes para a variável *MEDDISTCASOS*.

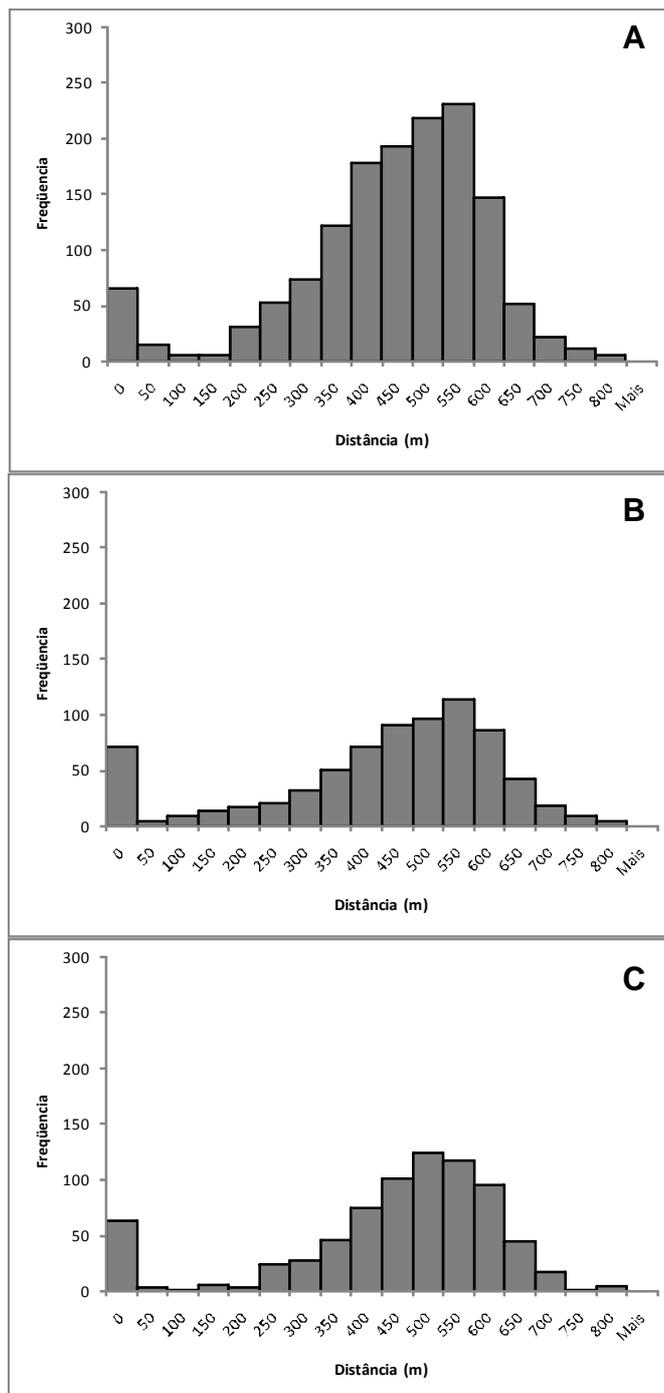


FIGURA 45. Distribuições da variável *MEDDISTCASOS* nas três aproximações utilizadas, considerando os diferentes períodos antes e após a data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, de 2002 a 2008. A) 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso; B) 22 dias antes; C) 22 dias após.

Segundo o modelo maximal ajustado, as covariáveis que em conjunto, influenciaram significativamente a variável *MEDDISTCASOS* foram (variáveis citadas em ordem decrescente do módulo do valor da estimativa): *TEMPMIN* (média diária da temperatura mínima do ar), *TEMPMAX* (média diária da temperatura máxima do ar), *VELVENTOMAX* (média diária da velocidade máxima do vento), *UMIDEREL* (média diária da umidade relativa do ar), *SOMALARVALB* (número de larvas de *A. albopictus* encontradas no entorno do caso mediante pesquisa larvária), *PLUVIO* (média da precipitação mensal acumulada), Soma de *PRECIPIT* (soma da precipitação diária durante o período avaliado), *CONTATRATS* (número de intervenções para controle do vetor realizadas no entorno do caso) e *OVOS* (número de ovos presentes na(s) ovitrapa(s) que monitoraram o entorno do caso) (TAB. 35).

TABELA 35. Modelo maximal para a variável dependente *MEDDISTCASOS* considerando o período de 45 dias entorno da data de início de sintomas de cada caso ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002-2008.

Variáveis	estimativa	Desvio padrão	p-valor	
<i>(Intercepto)</i>	824	178	$3,78*10^{-6}$	***
<i>AREAKM2</i>	5,27	10,4	0,612	
<i>CONTATRATS</i>	-0,049	0,026	0,062	
<i>DIRVENTO</i>	0,226	0,208	0,277	
<i>LARVICIAREA</i>	-0,0002	0,001	0,868	
<i>OVOS</i>	0,016	0,005	0,004	**
<i>POPQDR</i>	0,004	0,004	0,303	
<i>QNTLARVIC</i>	0,0098	0,007	0,141	
<i>RADSOLACUM</i>	-7,75	6,93	0,264	
Soma de <i>PRECIPIT</i>	-0,316	0,037	$<2*10^{-16}$	***
<i>SOMALARVAEG</i>	0,11	0,186	0,555	
<i>SOMALARVALB</i>	-3,25	0,454	$1,20*10^{-12}$	***
<i>TEMPAR</i>	9,89	6,87	0,150	
<i>TEMPMAX</i>	-19,1	6,71	0,004	**
<i>TEMPMIN</i>	27,3	6,74	$5,45*10^{-5}$	***
<i>TRATAREA</i>	-0,005	0,005	0,290	
<i>UMIDREL</i>	-5,29	0,876	$1,99*10^{-9}$	***
<i>VELVENTOMAX</i>	-9,53	2,44	0,0001	***
AIC = 21494				

Para a seleção do melhor modelo foi utilizado o critério de informação de Akaike (1974), o qual é baseado na função log-verossimilhança, com a introdução de um fator de correção. Por meio deste critério foi selecionado o modelo com menor valor de AIC. Portanto, utilizando o comando *stepwise* do *software* R, encontrou-se o melhor modelo.

Verifica-se que todas as variáveis selecionadas para o ajuste do modelo mediante o AIC foram significativas ao nível de 5%, constituindo dessa forma o modelo final.

O valor da estimativa do coeficiente da variável *TEMPMIN* foi o maior entre os valores obtidos para as variáveis meteorológicas incluídas no modelo. Seu valor positivo (31,14) indica que o aumento da temperatura mínima ocasionou o aumento na distância média entre os casos de dengue nas regiões em estudo. Já o valor negativo da umidade relativa do ar (-3,14) indica que o aumento no valor desta variável causou redução na distância entre os casos de dengue registrados. O menor valor observado para a estimativa das variáveis meteorológicas incluídas no modelo foi obtido para a variável que mediu a quantidade de precipitação ocorrida. Seu valor (-1,07) demonstra o efeito de redução da distância entre os casos após a ocorrência de chuvas. As demais variáveis incluídas no modelo apresentaram valores negativos para as estimativas de seus coeficientes. O valor da estimativa do coeficiente da variável relacionada à presença do *A. albopictus* (*SOMALARVALB*) foi de -5,16, sendo maior que a estimativa observada para a variável que considerou o número de ovos de *Aedes* sp. coletados pelas armadilhas, ambas variáveis influenciando negativamente a distância entre os casos de dengue. O número de intervenções para o controle do vetor realizado nas proximidades dos casos de dengue pouco influenciou a distância entre os casos, sendo o valor da estimativa de seu coeficiente (-0,06) o menor dentre os obtidos para as demais variáveis incluídas no modelo ajustado (TAB. 36)

TABELA 36. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável *MEDDISTCASOS*, considerando os períodos de 45 dias em torno da data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.

Variáveis	estimativa	Desvio padrão	p-valor	
(Intercepto)	200,886	102,952	0,051	.
<i>CONTATRATS</i>	-0,060	0,009	$2,89 \cdot 10^{-10}$	***
<i>OVOS</i>	-0,117	0,003	$< 2 \cdot 10^{-16}$	***
<i>Soma.de.PRECIPIT</i>	-1,073	0,024	$< 2 \cdot 10^{-16}$	***
<i>SOMALARVALB</i>	-5,157	0,136	$< 2 \cdot 10^{-16}$	***
<i>TEMPMIN</i>	31,142	3,640	$< 2 \cdot 10^{-16}$	***
<i>UMIDREL</i>	-2,414	0,827	0,004	**

AIC = 19858

Para o segundo e terceiro momentos são apresentados apenas os resultados do melhor modelo por meio do valor de AIC.

Considerando o período de 22 dias antes do surgimento dos casos de dengue, todas as variáveis selecionadas por meio do AIC interferiram significativamente na variável *MEDDISTCASOS*, considerando o nível de significância de 5%. As variáveis foram: *UMIDREL_A* (média diária da umidade relativa do ar no período de 22 dias antes do caso de dengue), *Soma de PRECIPIT_A* (soma da precipitação diária durante o período de 22 dias antes do surgimento do caso de dengue) e *DIRVENTO_A* (média diária da direção do vento na velocidade máxima no período de 22 dias antes do surgimento do caso de dengue), apresentaram os valores da estimativa do coeficiente de -7,08; -0,87 e 0,68, respectivamente.

Observa-se que a umidade relativa do ar apresentou maior influência sobre distância entre os casos dentre as variáveis incluídas no modelo, demonstrando que um aumento em seu valor causou a redução da distância média entre os casos. A ocorrência de chuvas também ocasionou redução na distância entre os casos de dengue, embora seu efeito seja menor que o efeito da umidade relativa do ar. A direção do vento influenciou a distância entre os casos de dengue positivamente, demonstrando que o aumento em seu valor aumentou a distância entre os casos. Entretanto, o módulo da estimativa de seu coeficiente foi o menor dentre as variáveis incluídas no modelo (TAB. 37).

TABELA 37. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável *MEDDISTCASOS*, considerando os períodos de 22 dias anteriores à data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.

Variáveis	estimativa	Desvio padrão	p-valor	
(Intercept)	874,636	119,783	$6,74 \cdot 10^{-13}$	***
DIRVENTO_A	0,678	0,144	$2,90 \cdot 10^{-6}$	***
Soma.de.PRECIPIT_A	-0,874	0,107	$1,52 \cdot 10^{-15}$	***
UMIDREL_A	-7,079	1,294	$5,99 \cdot 10^{-8}$	***

AIC = 11340

No modelo ajustado para a variável *MEDDISTCASOS*, que considerou o período de 22 dias posteriores à data do início de sintomas de cada caso, todas as variáveis propostas mediante o Critério de Informação de Akaike foram relevantes para a variável resposta a nível de 5%. A umidade relativa do ar foi a variável que mais influenciou a distância média entre os casos de dengue, sendo o valor da estimativa de seu coeficiente, de -4,51. A soma da precipitação diária durante o período de 22 dias após o surgimento dos casos de dengue também influenciou negativamente a distância entre os casos, sendo o valor da estimativa de seu coeficiente de -1,21. Já a direção do vento influenciou diretamente a distância entre os casos, sendo o valor da estimativa de seu coeficiente, 0,84, o menor observado entre as variáveis incluídas no modelo (TAB. 38)

TABELA 38. Resultado do melhor modelo por meio do Critério de informação de Akaike para a variável *MEDDISTCASOS*, considerando os períodos de 22 dias posteriores à data de início de sintomas dos casos de dengue ocorridos nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, 2002-2008.

Variáveis	estimativa	Desvio padrão	p-valor	
(Intercept)	584,198	115,931	$5,854 \cdot 10^{-7}$	***
DIRVENTO_D	0,842	0,1508	$3,27 \cdot 10^{-8}$	***
Soma.de.PRECIPIT_D	-1,206	0,129	$<2 \cdot 10^{-16}$	***
UMIDREL_D	-4,513	1,172	0,000127	***

AIC = 9558

A figura 46 demonstra a distribuição dos valores observados para as variáveis incluídas no modelo ajustado para a variável *MEDDISTCASOS* considerando o período de 45 dias em torno da data de início dos sintomas de cada caso. Observa-se que os valores da variável *TEMPMIN* quando a maioria dos casos de dengue ocorreu, estavam cerca de 19°C (FIG. 46 A). Quanto à distribuição dos valores da variável *UMIDREL*, verifica-se que os menores valores para a variável *MEDDISTCASOS* ocorreram quando a umidade relativa do ar foi superiores 85%, concordando com o valor negativo da estimativa do coeficiente verificado para essa variável no modelo ajustado (FIG. 46 B). O volume de chuva registrado nos períodos em que houve ocorrência de casos de dengue, esteve mais freqüentemente próximo a 100 e 150 mm de chuva, sendo também verificada a ocorrência de casos de dengue em períodos em que não houve ocorrência de chuvas (FIG. 46 C). A maior freqüência do número de ovos coletados pelas ovitrampas foi inferior a 100 ovos por armadilha, sendo possível verificar que o aumento no número de ovos ocasionou ligeira redução nos valores da variável *MEDDISTCASOS* (FIG. 46 D). De maneira semelhante, foi verificado o efeito da variável *CONTATRATS* sobre a média da distância entre os casos de dengue (FIG. 46 E). A variável que considerou o número de larvas coletadas de *A. albopictus* demonstrou escassa ocorrência da espécie nas áreas em estudo (FIG. 46 F).

Os gráficos de dispersão para as variáveis incluídas nos modelos ajustados nos períodos anteriores e posteriores à data de ocorrência dos casos apresentaram distribuições semelhantes nos dois momentos (FIG. 47). Valores elevados da variável direção do vento estiveram relacionados à distâncias maiores entre os casos de dengue. Entretanto, a existência de registros possuindo valores menores para esta variável associados à ocorrência de casos de dengue em distâncias variadas, ocasionou a redução do coeficiente verificado para a variável *DIRVENTO* nos modelos ajustados, reduzindo a interferência dessa variável sobre a variável *MEDDISTCASOS* (FIG. 47 A e 47 D). Os valores mais comuns da precipitação acumulada nos períodos de 22 dias antes e 22 dias após a data de ocorrência dos casos de dengue foram 50 e 0 mm de chuva, respectivamente (FIG. 47 B e E). Semelhantemente ao observado para a distribuição da umidade relativa do ar no período de 45 dias em torno de cada caso, os valores mais comuns para a variável *UMIDREL* nos dois momentos foram

de aproximadamente 85%. Valores inferiores a 80% foram mais comuns quando se considerou o período anterior à data de início de sintomas dos casos de dengue, estando nas duas situações, mais relacionados a distâncias maiores entre os casos (FIG. 47 C e 47 F).

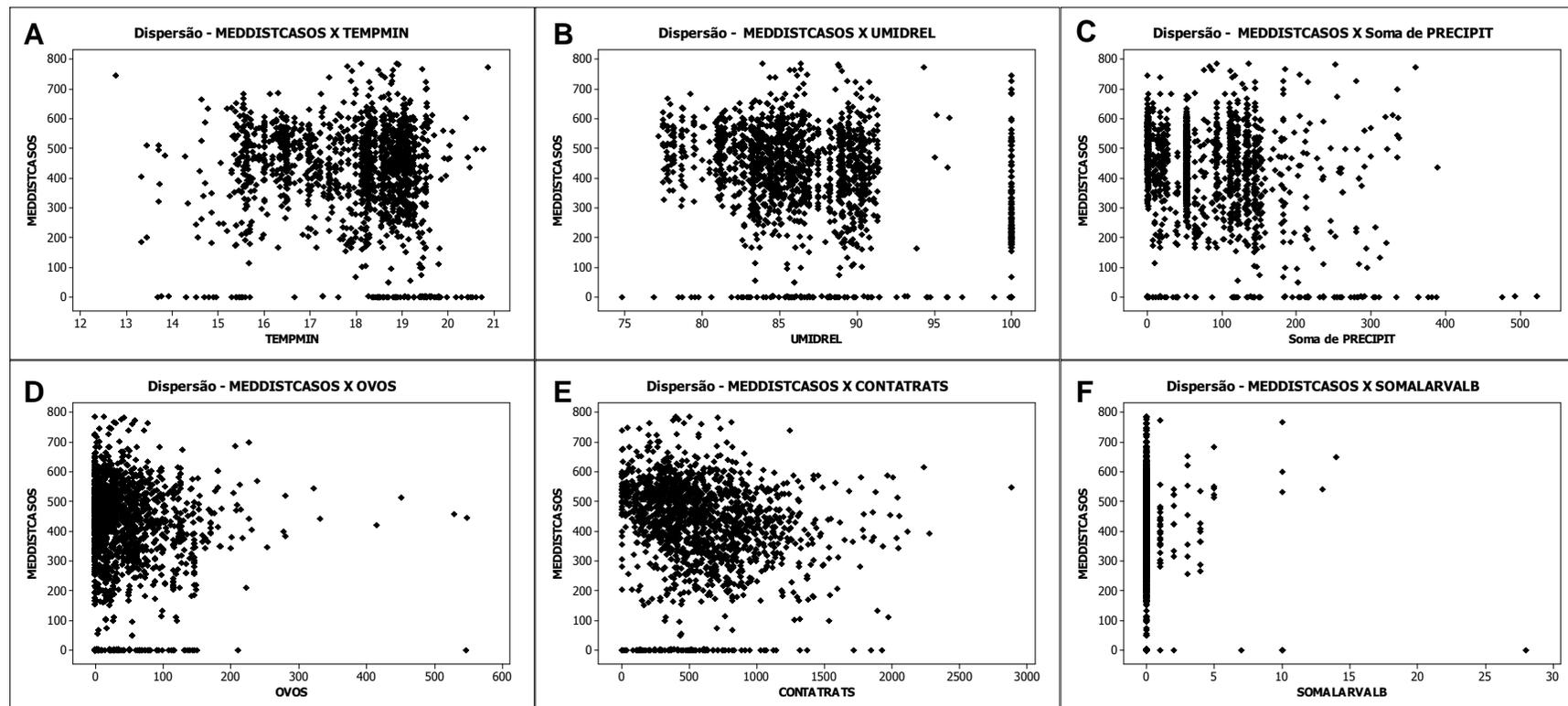


FIGURA 46. Gráficos de dispersão da variável *MEDDISTCASO* e variáveis incluídas no modelo que considerou os 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, de 2002 a 2008. A) *MEDDISTCASOS X TEMPMIN*; B) *MEDDISTCASOS X UMIDREL*; C) *MEDDISTCASOS X Soma de PRECIPIT*; D) *MEDDISTCASOS X OVOS*; E) *MEDDISTCASOS X CONTATRATS*; F) *MEDDISTCASOS X SOMALARVALB*.

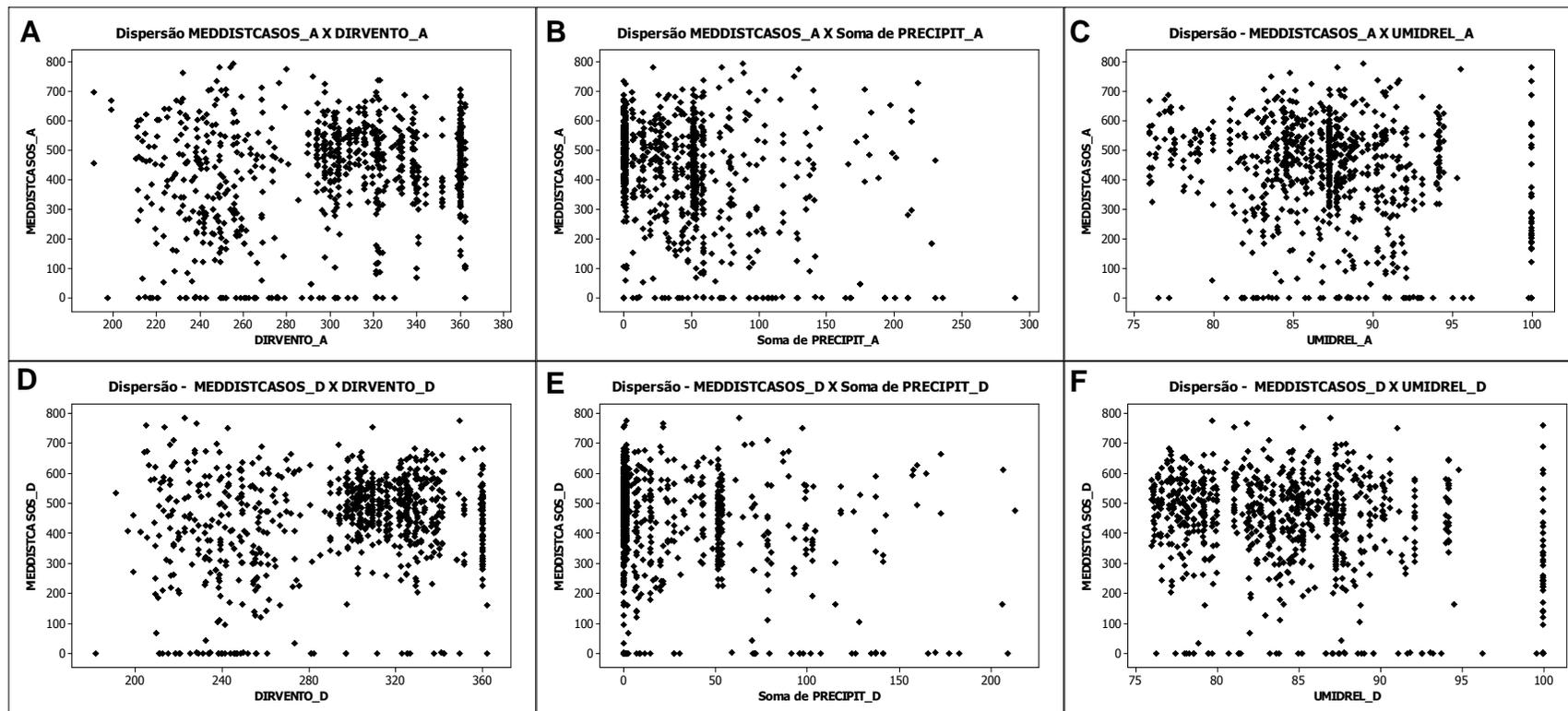


FIGURA 47. Gráficos de dispersão da variável *MEDDISTCASO* e variáveis incluídas nos modelos que consideraram os períodos de 22 dias anteriores e 22 dias posteriores à data de início de sintomas de cada caso de dengue ocorrido nos Distritos Sanitários Norte e Oeste de Belo Horizonte, Minas Gerais, de 2002 a 2008. A) *MEDDISTCASOS_A* X *DIRVENTO_A*; B) *MEDDISTCASOS_A* X *Soma de PRECIPIT_A*; C) *MEDDISTCASOS_D* X *UMIDREL_A*; D) *MEDDISTCASOS_D* X *DIRVENTO_D*; E) *MEDDISTCASOS_D* X *Soma de PRECIPIT_D*; F) *MEDDISTCASOS_D* X *UMIDREL_D*.

5.4.2 Monitoramento do vetor

A. Modelo de Regressão de Poisson

Utilizando o *software* R versão 2.8, foram ajustados modelos de regressão de Poisson para a variável *Número de mosquitos capturados (MOSQTRAP)*, no primeiro momento, e, no segundo momento, para a variável *Número de ovos capturados (OVOS)*, pois estas assumiram valores inteiros, em relação às variáveis: número de intervenções para controle do vetor no entorno da armadilha (*CONTATRATS*), quantidade média de larvicida utilizado por vistoria na área do entorno da armadilha (*LARVICMED*), soma da quantidade de larvicida utilizado na área do entorno da armadilha (*LARVICSUM*), média diária da radiação solar global acumulada (*RADSOLACUM*), média diária da temperatura média do ar (*TEMPAR*), média diária da temperatura máxima do ar (*TEMPMAX*), média diária da temperatura mínima do ar (*TEMPMIN*), média diária da umidade relativa do ar (*UMIDREL*) e média da precipitação diária (*PRECIPITMED*). O período de agregação destas variáveis foi de 50 dias anteriores à data de instalação das armadilhas.

- **MosquiTRAP – capturas de adultos de *Aedes aegypti***

Primeiramente buscou-se determinar quais variáveis influenciaram individualmente o número de mosquitos capturados pelas armadilhas. Posteriormente as variáveis que influenciaram a captura de mosquitos foram adicionadas em um modelo final.

O ajuste individual das variáveis utilizadas demonstrou que apenas as variáveis *LARVICMED* (quantidade média de larvicida utilizado por vistoria na área do entorno da armadilha) e *RADSOLACUM* (média diária da radiação solar global acumulada) não interferiram no número de capturas realizadas pelas armadilhas (variável *MOSQTRAP*) (TAB. 39).

O número de intervenções realizadas para o controle do vetor no entorno da armadilha (variável *CONTATRATS*) interferiu na captura de mosquitos ($p < 0,05$), sugerindo um aumento no número de mosquitos capturados quando se aumenta o número de intervenções realizadas.. O uso do larvicida durante as intervenções para o controle do vetor (variável *LARVICSUM*) demonstrou interferir significativamente

na captura de mosquitos ($p < 0,05$). Segundo o modelo, o aumento na quantidade de larvicida utilizado nas ações de controle do vetor, aumentou o número de mosquitos capturados na armadilha MosquiTRAP entre tanto o valor da estimativa de seu coeficiente foi de aproximadamente 10^{-5} (TAB. 39).

Aparentemente, a precipitação e a umidade relativa do ar influenciaram na captura de mosquitos na armadilha, sugerindo que quanto maior a média de precipitação diária e a umidade do ar, maior o número de mosquitos capturados pela armadilha. Considerando as variáveis que expressaram a temperatura, percebe-se que as três medições de temperatura (temperatura média, mínima e máxima) interferiram significativamente nas capturas realizadas pelas armadilhas. Entretanto, comparando-se os modelos ajustados verifica-se que dentre as três medições de temperatura, o menor valor de AIC foi obtido para a temperatura mínima, sendo esta a variável mais apta a compor o modelo final para a variável *MOSQTRAP* (TAB. 39).

Tendo-se o conhecimento de quais variáveis interferiram na captura de mosquitos, o modelo maximal foi proposto sendo utilizadas apenas as variáveis significativas ($p < 0,05$) (TAB. 40). Utilizando o Critério de Informação de Akaike o modelo maximal foi refinado sendo obtido o modelo final (TAB. 41). Observa-se que as variáveis *PRECIPITMED* (média da precipitação diária) e *TEMPMIN* (média diária da temperatura mínima do ar) compõem o modelo final de regressão de Poisson para a variável *MOSQTRAP* (TAB. 41)

TABELA 39. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável *Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)*.

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC	
I	(Intercepto)	-2,1009	0,0629	$<2*10^{-16}$	***	5466,3
	CONTATRATS	0,0003	0,0001	0,0044	**	
II	(Intercepto)	-1,9418	0,0362	$<2*10^{-16}$	***	5470,7
	LARVICMED	-0,0011	0,0007	0,123		
III	(Intercepto)	-2,088	0,0472	$<2*10^{-16}$	***	5455
	LARVICSUM	0,00004	0,00001	0,000005	***	
IV	(Intercepto)	-2,8997	0,0757	$<2*10^{-16}$	***	5169,8
	PRECIPITMED	0,2898	0,0172	$<2*10^{-16}$	***	
V	(Intercepto)	-1,6934	0,3066	$3,31*10^{-8}$	***	5473,4
	RADSOLACUM	-0,0352	0,0407	0,388		
VI	(Intercepto)	-8,3937	0,8945	$<2*10^{-16}$	***	5418,3
	TEMPAR	0,2455	0,0339	$4,49*10^{-13}$	***	
VII	(Intercepto)	-10,6711	1,1554	$<2e-16$	***	5412
	TEMPMAX	0,3106	0,0410	$3,49*10^{-14}$	***	
VIII	(Intercepto)	-7,6039	0,5708	$<2*10^{-16}$	***	5376
	TEMPMIN	0,3019	0,0301	$<2*10^{-16}$	***	
IX	(Intercepto)	-9,4966	0,5916	$<2*10^{-16}$	***	5283,7
	UMIDREL	0,0879	0,0068	$<2*10^{-16}$	***	

TABELA 40. Modelo maximal proposto para a variável *Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)*

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC	
Maximal	(Intercepto)	-4,5725	0,9329	0,000001	***	5167,6
	PRECIPITMED	0,2760	0,0259	$<2*10^{-16}$	***	
	TEMPMIN	0,0977	0,0408	0,0165	*	
	UMIDREL	-0,0013	0,0109	0,9019		

TABELA 41. Modelo final para a variável *Número de mosquitos capturados pelas armadilhas MosquiTRAP (MOSQTRAP)*

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC	
Final	(Intercepto)	-4,6482	0,7035	$3,91*10^{-11}$	***	5165,6
	PRECIPITMED	0,2738	0,0186	$<2*10^{-16}$	***	
	TEMPMIN	0,0960	0,0382	0,0121	*	

Considerando as variáveis incluídas no modelo final ajustado para a variável *MOSQTRAP*, foi avaliada a média de mosquitos obtida pelo uso do modelo após substituição dos valores de suas variáveis por valores observados para estas variáveis no D.S. Oeste durante o período de estudo. Foram utilizadas as médias dos valores observados das variáveis durante o período de formação dos conglomerados de mosquitos detectados no D.S. Oeste mediante a varredura espaço-temporal (TAB.20). A avaliação do modelo é apresentada para os valores das variáveis vigentes no período de duração do conglomerado número 2, uma vez que este conglomerado apresentou o maior período de duração, sendo mais provável a obtenção de valores mais robustos para as médias utilizadas.

O valor médio para a variável *PRECIPITMED*, observado no período de duração do conglomerado 2 foi de 84,99 mm³ e o valor da variável *TEPMIN* foi de 17,15°C. Observa-se elevada freqüência da ausência de capturas pelas armadilhas, sendo menos freqüente a captura de números superiores a 10 mosquitos por armadilha (FIG. 48 A). Verificando a distribuição de Poisson para os valores obtidos por meio do modelo ajustado, utilizando os valores vigentes no período, observa-se que a probabilidade de ausência de captura foi de aproximadamente 90%. Ainda segundo o modelo ajustado, a ocorrência de uma única captura, foi inferior a 2%, e aproximadamente zero a probabilidade de captura superior a 2 mosquitos por armadilha (FIG. 48 B)

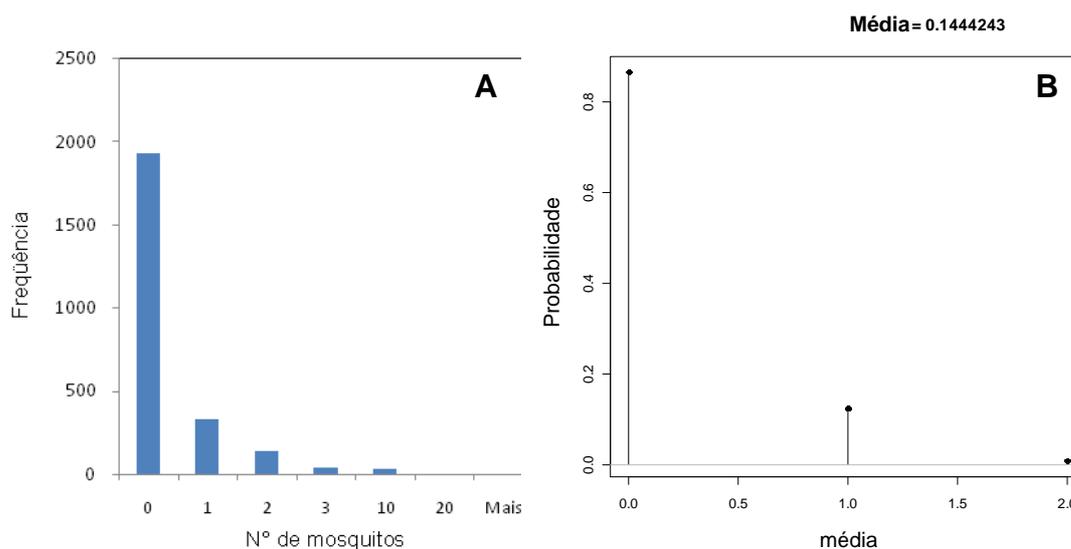


FIGURA 48. Distribuição dos valores obtidos para o monitoramento mediante as armadilhas MosquiTRAP, considerando o conglomerado de mosquitos nº 2 do D.S. Oeste. A) freqüência dos valores observados; B) Distribuição de Poisson dos valores obtidos pelo modelo ajustado considerando os parâmetros vigentes no período de ocorrência do conglomerado nº 2.

- **Ovitrapas – ovos coletados**

Primeiramente, buscou-se determinar quais as variáveis interferiram individualmente no número de ovos coletados pelas ovitrampas (TAB. 42), sendo estas variáveis selecionadas para o ajuste do modelo final.

Observa-se que dentre as variáveis avaliadas, apenas o número de intervenções para controle do vetor no entorno da armadilha (variável *CONTATRATS*), não interferiu no número de ovos coletados nas ovitrampas (variável *OVOS*). O uso do larvicida, representado pela variável *LARVICMED*, interferiu na captura de ovos ($p < 0,05$). Observa-se que o uso do larvicida nas atividades de controle do vetor afetou o número de ovos coletados pelas armadilhas. Entretanto, o valor da estimativa de seu coeficiente ($2 \cdot 10^{-5}$) foi o menor dentre as variáveis significativas, representando reduzido efeito sobre as coletas de ovos (TAB. 42).

Todas as variáveis meteorológicas consideradas interferiram na variável *O-VOS*, demonstrando que o aumento no valor dessas variáveis ocasionou aumento no número de ovos coletados pelas armadilhas. Aparentemente, a média diária da temperatura mínima do ar (*TEMPMIN*) foi a variável que mais interferiu na coleta de ovos pelas armadilhas, sendo que dentre as três medições de temperatura, é a temperatura mínima foi a mais adequada para o modelo final, pois apresentou o menor valor de AIC (TAB. 42).

Após a determinação das variáveis que interferiram na captura de ovos, foi proposto um modelo maximal, apenas com as variáveis significativas (TAB. 43). As variáveis selecionadas no ajuste do modelo final foram: *PRECIPITMED* ($\beta = 0,14$), *RADSOLACUM* ($\beta = 0,18$), *TEMPMIN* ($\beta = 0,36$), e *UMIDREL* ($\beta = 0,004$). A variável *LARVICSUM* não foi adicionada ao modelo final devido ao reduzido valor da estimativa de seu coeficiente (aproximadamente 10^{-5}). Dessa forma, segundo o modelo final ajustado o aumento na temperatura mínima, o aumento na incidência da radiação solar, no volume de chuvas e na umidade relativa do ar, causaram aumento no número de ovos coletados pelas ovitrampas nas áreas de estudo, sendo maior dentre as variáveis o efeito da temperatura mínima (TAB. 44).

TABELA 42. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável *Número de ovos coletados pelas ovitrapas (OVOS)*

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC
I	(Intercepto)	3,151	0,0038	$<2*10^{-16}$ ***	919692
	CONTATRATS	-0,000003	0,000002	0,182	
II	(Intercepto)	3,1335	0,0019	$<2*10^{-16}$ ***	919001
	LARVICMED	0,0040	0,0001	$<2*10^{-16}$ ***	
III	(Intercepto)	3,045	0,0023	$<2*10^{-16}$ ***	914170
	LARVICSUM	0,00003	$3,3*10^{-7}$	$<2*10^{-16}$ ***	
IV	(Intercepto)	2,4548	0,0030	$<2*10^{-16}$ ***	794100
	PRECIPITMED	0,2492	0,0007	$<2*10^{-16}$ ***	
V	(Intercepto)	0,8778	0,0178	$<2*10^{-16}$ ***	901864
	RADSOLACUM	0,3085	0,0024	$<2*10^{-16}$ ***	
VI	(Intercepto)	-2,7715	0,0249	$<2*10^{-16}$ ***	862171
	TEMPAR	0,2292	0,0009	$<2*10^{-16}$ ***	
VII	(Intercepto)	-10,1769	0,0443	$<2*10^{-16}$ ***	803232
	TEMPMAX	0,4825	0,0016	$<2*10^{-16}$ ***	
VIII	(Intercepto)	-6,5289	0,0305	$<2*10^{-16}$ ***	764042
	TEMPMIN	0,5319	0,0016	$<2*10^{-16}$ ***	
IX	(Intercepto)	0,5890	0,0180	$<2*10^{-16}$ ***	896135
	UMIDREL	0,02906	0,0002	$<2*10^{-16}$ ***	

TABELA 43. Modelo maximal para a variável *Número de ovos coletados pelas ovitrapas (OVOS)*

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC
Maximal	(Intercepto)	-5,587	0,0425	$<2*10^{-16}$ ***	737397
	LARVICSUM	0,00001	$3,6*10^{-7}$	$<2*10^{-16}$ ***	
	PRECIPITMED	0,1363	0,0010	$<2*10^{-16}$ ***	
	RADSOLACUM	0,1875	0,0027	$<2*10^{-16}$ ***	
	TEMPMIN	0,3558	0,0019	$<2*10^{-16}$ ***	
	UMIDREL	0,0052	0,0003	$<2*10^{-16}$ ***	

TABELA 44. Modelo final para a variável *Número de ovos coletados pelas ovitrapas (OVOS)*

Modelo	Variáveis	estimativa	desv. pad.	p-valor	AIC
Final	(Intercepto)	-5,4975	0,0421	$<2*10^{-16}$ ***	738035
	PRECIPITMED	0,1388	0,0010	$<2*10^{-16}$ ***	
	RADSOLACUM	0,1817	0,0027	$<2*10^{-16}$ ***	
	TEMPMIN	0,3510	0,0019	$<2*10^{-16}$ ***	
	UMIDREL	0,00417	0,0003	$<2*10^{-16}$ ***	

Considerando as variáveis incluídas no modelo ajustado, foi avaliada a média de ovos obtida após substituição dos valores de suas variáveis por valores observados destas durante o período em estudo. Os períodos utilizados para a obtenção dos valores das variáveis a serem utilizados no modelo, foram os relativos aos conglomerados de ovos detectados nas áreas mediante o varredura circular espaço-temporal. Foram utilizados os valores destas variáveis no período de ocorrência dos conglomerados de ovos número 1 dos D.S. Norte (TAB. 18) e do conglomerado 4 do D.S. Oeste (TAB. 19) para visualização da distribuição de Poisson.

No conglomerado ocorrido no D.S. Norte, os valores observados para as variáveis, durante o período de 18 de setembro de 2006 a 23 de dezembro de 2007 foram *PRECIPITMED* (2,59 mm³), *RADSOLACUM* (7,25 MJ/m²), *TEMPMIN* (17,15 °C) e *UMIDREL* (84,99 %), sendo estes valores, as médias dos valores diários verificados durante o período de duração do conglomerado.

Os valores observados no conglomerado de ovos número 4 ocorrido no D.S. Oeste no período de 14 de agosto de 2007 a oito de junho de 2008 foram: *PRECIPITMED* = 2,46 mm³, *RADSOLACUM* = 7,29 MJ/m², *TEMPMIN* = 17,88 °C e *UMIDREL* = 82,12 %.

Durante o período de duração do conglomerado de ovos número 1 do D.S. Norte, segundo o modelo ajustado, a média de ovos por armadilha foi de 14,89. A distribuição das probabilidades da média de ovos obtida segundo o modelo, demonstra que a maior probabilidade de ocorrência de ovos, considerando as variáveis no período é de aproximadamente 15 ovos por armadilha, podendo ocorrer valores entre 5 e 30 ovos, segundo a distribuição de Poisson (FIG. 49 A). Os registros resultantes do monitoramento do vetor mediante as ovitrampas (n=904) demonstraram que a média observada de ovos coletadas na área do conglomerado no seu período de vigência foi de $34,4 \pm 2,86$ ovos.

Segundo o modelo ajustado, considerando o período de vigência do conglomerado de ovos nº 4, no D.S. Oeste, a média de ovos coletados pelas ovitrampas foi de 18,98. Segundo a distribuição de Poisson observada para a variável, existe maior probabilidade de ocorrência do valor encontrado pelo modelo, sendo que os valores variam de aproximadamente 5 ovos por armadilha a aproximadamente 35 ovos por armadilha, sendo a ocorrência dos valores extremos menos provável (FIG. 49 B). Quanto à média do número de ovos coletados pelas ovitrampas na área no período de vigência do conglomerado, os registros (n=17) demonstraram ser de $100,9 \pm$

38,08. Portanto, observa-se que o modelo ajustado explica parcialmente o número de ovos coletados nas ovitrampas nos D.S Norte. e Oeste de Belo Horizonte no período compreendido entre primeiro de janeiro de 2002 a 30 de junho de 2008.

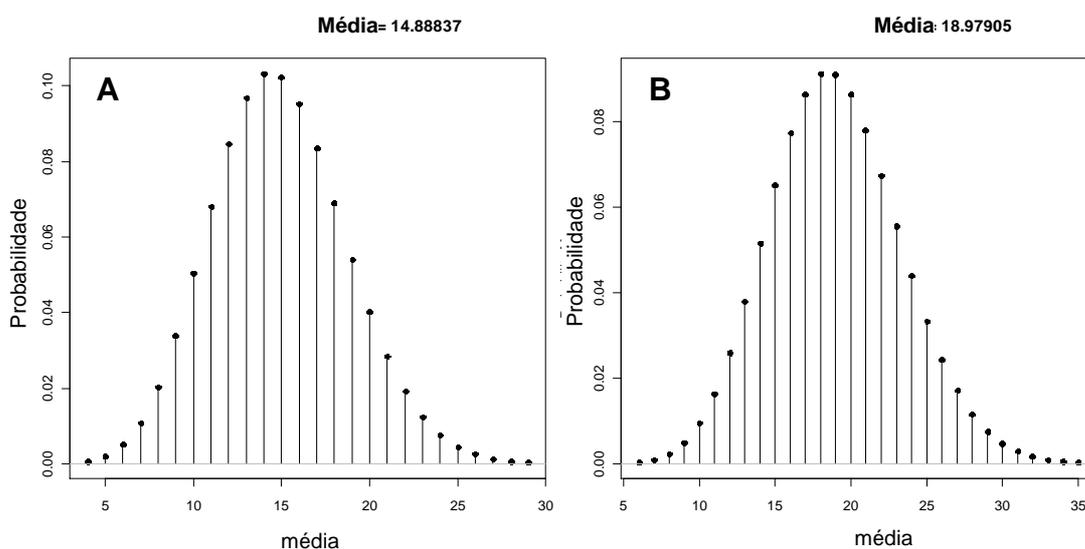


FIGURA 49. Distribuição de Poisson para o valor da média de ovos obtido pelo modelo ajustado, utilizando os valores das observados das variáveis no período de vigência do conglomerado 1 do Distrito Sanitário Norte (A) e conglomerado 4 do Distrito Sanitário Oeste (B) de Belo Horizonte, Minas Gerais.

B. Modelo de Regressão Binomial

Foram ajustados através do *software* R os modelos de regressão binomial para as positivities das ovitrampas instaladas nos D.S. Norte e Oeste e das armadilhas MosquiTRAP instaladas no D.S. Oeste.

- **Positividade das ovitrampas**

Os resultados obtidos para os ajustes dos modelos de regressão binomial para a positividade das ovitrampas, inicialmente realizados considerando cada variável isoladamente, demonstram que dentre as variáveis avaliadas apenas a *LARVICMED* não influenciou significativamente ($p > 0,05$) a probabilidade das armadilhas serem positivas (TAB. 45). As demais variáveis relacionadas ao controle do vetor apresentaram, segundo o modelo, pouca influência sobre a positividade das ovitrampas. Foi verificado que o número de vistorias realizadas para o controle do vetor (variável *CONTATRATS*) e a quantidade utilizada de larvicida durante as vistorias dos imóveis para o controle do vetor (variável *LARVICSUM*), apresentaram as menores influências sobre as probabilidades das armadilhas serem positivas quando comparados aos valores obtidos para as demais variáveis significativas (TAB. 45).

O sinal negativo da estimativa do coeficiente da variável que relacionou o número de atividades realizadas para o controle do vetor, indica que houve redução da probabilidade de positividade da armadilha após as intervenções para o controle. Entretanto, conforme demonstrado, seu reduzido valor demonstra que na prática, o controle do vetor não reduziu a probabilidade de que as armadilhas coletassem ovos de *Aedes* sp. Foi também que o uso do larvicida não influenciou as probabilidades de encontro do vetor pelas ovitrampas, devido ao reduzido valor da estimativa de seu coeficiente, segundo o modelo ajustado (TAB. 45).

O modelo maximal foi ajustado para se avaliar os efeitos das variáveis em conjunto, sendo incluídas nesse modelo as variáveis que isoladamente influenciaram a positividade das armadilhas. Observa-se, segundo o modelo maximal, que as variáveis que significativamente influenciaram a probabilidade de positividade das armadilhas foram *PRECIPITMED*, *TEMPMIN* e *UMIDREL* (TAB. 46). Dentre as variáveis obtidas da temperatura, a temperatura mínima foi incluída no modelo maximal, pois apresentou o menor valor de AIC (14401) dentre as variáveis que consideraram as temperaturas média (AIC = 15368) e máxima do ar (AIC = 14779) (TAB. 45). Ain-

da segundo o modelo maximal, a temperatura mínima foi a variável que mais influenciou significativamente a positividade das armadilhas ($\beta=0,34$). A ocorrência de precipitação (*PRECIPITMED*) demonstrou que a ocorrência de chuvas influenciou a positividade das armadilhas. O valor da estimativa do coeficiente da variável *PRECIPITMED* ($\beta= 0,19$) demonstra que a ocorrência de chuvas influenciou a positividade das armadilhas. A umidade relativa do ar, apresentou a menor estimativa para seu coeficiente dentre as variáveis significativas no modelo, sendo o seu valor de 0,01, demonstrando que dentre as variáveis significativas, a umidade relativa apresenta menor efeito sobre o número de ovos coletados. As variáveis relacionadas ao controle do vetor, que foram significativas quando consideradas isoladamente, não influenciaram significativamente a probabilidade de positividade das armadilhas quando avaliadas em conjunto com as demais, segundo o modelo maximal, demonstrando não interferirem nas probabilidades de coleta de ovos de *Aedes sp.* (TAB. 46).

TABELA 45. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável *Positividade das ovitrampas (OVITPOSIT)*

Variáveis	Estimativa β_0	Estimativa β_i	Erro padrão β_i	p-valor		AIC
<i>CONTATRAT</i>	-0,3082	$-9,4 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$3,4 \cdot 10^{-6}$	***	16406
<i>LARVICMED</i>	-0,4694	0,0020	0,0021	0,3250		16427
<i>LARVICSUM</i>	-0,5562	$2,6 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-11}$	***	16382
<i>PRECIPITMED</i>	-1,2790	0,3859	0,0096	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	14520
<i>RADSOLACUM</i>	-3,1567	0,3699	0,0229	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	16155
<i>TEMPAR</i>	-8,9367	0,3320	0,0109	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	15368
<i>TEMPMAX</i>	-15,1650	0,5390	0,0147	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	14779
<i>TEMPMIN</i>	-9,8270	0,5278	0,0135	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	14401
<i>UMIDREL</i>	-3,6158	0,0362	0,0019	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	16022

TABELA 46. Modelo maximal para a variável *Positividade das ovitrampas (OVITPOSIT)*

Modelo	Variáveis	estimativa	Erro padrão	p valor		AIC
Maximal	(Intercepto)	-8,1050	0,3544	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	14004
	<i>PRECIPITMED</i>	0,1932	0,0125	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	
	<i>TEMPMIN</i>	0,3409	0,0162	$<2 \cdot 10^{-16}$	***	
	<i>UMIDREL</i>	0,0130	0,0024	$4,0 \cdot 10^{-8}$	***	
	<i>CONTATRAT</i>	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$2,3 \cdot 10^{-5}$	0,4190		
	<i>LARVICSUM</i>	$6,2 \cdot 10^{-6}$	$4,3 \cdot 10^{-6}$	0,1560		

O modelo maximal foi, portanto refinado, segundo o Critério de Informação de Akaike, sendo obtido o modelo final, contendo as variáveis *PRECIPITMED*, *TEMPMIN* e *UMIDREL*. O modelo maximal demonstra que a temperatura mínima é a principal variável influenciando a probabilidade de positividade das armadilhas. A ocorrência de chuvas e a umidade relativa também influenciaram a positividade das ovi-trampas, sendo maior a influência da precipitação (β_i *PRECIPITMED* = 0,19) que da umidade relativa (β_i *UMIDREL* = 0,01). Analisando as estimativas dos coeficientes, verifica-se que o aumento no valor dessas variáveis meteorológicas aumenta a probabilidade de que as armadilhas contenham ovos de *Aedes* sp. (TAB. 47).

TABELA 47. Modelo final para a variável *Positividade das ovi-trampas (OVITPOSIT)*

Modelo	Variáveis	estimativa	Erro padrão	p valor	AIC	
Final	(Intercepto)	-8,0226	0,3478	$< 2*10^{-16}$	***	14003
	<i>PRECIPITMED</i>	0,1937	0,0125	$< 2*10^{-16}$	***	
	<i>TEMPMIN</i>	0,3424	0,0161	$< 2*10^{-16}$	***	
	<i>UMIDREL</i>	0,0124	0,0023	$1,1*10^{-7}$	***	

O modelo final ajustado para a probabilidade da positividade das ovi-trampas é composto pelas variáveis *PRECIPTMED*, *TEMPMIN* e *UMIDREL*, definido como:

$$\pi(X) = \frac{\exp\{\beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPITMED} + \beta_2 \text{TEMPMIN} + \beta_3 \text{UMIDREL}\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPITMED} + \beta_2 \text{TEMPMIN} + \beta_3 \text{UMIDREL}\}},$$

considerando a ligação canônica:

$$\log\left\{\frac{\pi(X)}{1-\pi(X)}\right\} = \beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPITMED} + \beta_2 \text{TEMPMIN} + \beta_3 \text{UMIDREL},$$

onde $\pi(X)$ representa a probabilidade de que a armadilha fosse positiva, β_0 representa a proporção esperada de que uma armadilha fosse positiva, β_1 a β_3 representam o efeito de cada covariável na variável *OVITPOSIT* e X representa o vetor das covariáveis ($X = \text{PRECIPITMED}, \text{TEMPMIN}, \text{UMIDREL}$).

Positividade das armadilhas MosquiTRAP

Os ajustes de modelos de regressão binomial para a positividade das armadilhas MosquiTRAP, considerando o efeito de cada variável isoladamente, demonstrou que ao nível de significância de 5%, as variáveis que influenciara a probabilidade da armadilha ser positiva (i. e. conter fêmeas de *A. aegypti* no momento da vistoria) foram *PRECIPITMED*, *TEMPAR*, *TEMPMAX*, *TEMPMIN* e *UMIDREL*. Observa-se que as variáveis relacionadas ao controle do vetor não influenciaram significativamente a probabilidade de positividade das armadilhas, demonstrando não interferirem nas capturas de fêmeas de *A. aegypti* pelas armadilhas MosquiTRAP (TAB. 48).

O modelo maximal foi portanto ajustado e incluídas nesse modelo as variáveis *UMIDREL*, *PRECIPITMED* e *TEMPMIN* (TAB. 49). Dentre as variáveis obtidas mediante a medição da temperatura, a variável que considerou a temperatura mínima foi incluída no modelo maximal, pois apresentou o menor valor de AIC (3184,2) dentre os valores observados para as variáveis que consideraram as temperaturas média (AIC = 3241,6) e máxima do ar (AIC = 3221,8) (TAB. 48).

TABELA 48. Resultados dos modelos considerando o efeito de cada variável individualmente sobre a variável *Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)*.

Variáveis	Estimativa β_0	Estimativa β_i	Erro padrão β_i	p-valor	AIC
<i>CONTATRAT</i>	-2,5344	0,0003	0,0001	0,0632	3270,3
<i>LARVICMED</i>	-2,3891	-0,0011	0,0009	0,2260	3271,5
<i>LARVICSUM</i>	-2,4550	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	0,2120	3272,1
<i>PRECIPITMED</i>	-3,4726	0,3322	0,0242	$<2 \cdot 10^{-16}$ ***	3065,3
<i>RADSOLACUM</i>	-2,0170	-0,0519	0,0554	0,3490	3272,8
<i>TEMPAR</i>	-9,0227	0,2526	0,0461	$4,3 \cdot 10^{-8}$ ***	3241,6
<i>TEMPMAX</i>	-13,3836	0,3912	0,0570	$6,7 \cdot 10^{-12}$ ***	3221,8
<i>TEMPMIN</i>	-9,8966	0,4002	0,0426	$<2 \cdot 10^{-16}$ ***	3184,2
<i>UMIDREL</i>	-10,7583	0,0975	0,0094	$<2 \cdot 10^{-16}$ ***	3149,6

TABELA 49. Modelo maximal para a variável *Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)*

Modelo	Variáveis	estimativa	Erro padrão	p valor	AIC
Maximal	(Intercepto)	-5,7622	1,2854	$7,37 \cdot 10^{-6}$ ***	3127,4
	<i>UMIDREL</i>	-0,0191	0,0154	0,2133	
	<i>PRECIPITMED</i>	0,3342	0,0375	$<2 \cdot 10^{-16}$ ***	
	<i>TEMPMIN</i>	0,2089	0,0554	0,0002 ***	

O modelo final ajustado para a probabilidade de positividade das armadilhas MosquiTRAP, demonstra que a ocorrência de chuvas, medida pela variável *PRECIPITMED*, influenciou a probabilidade da armadilha ser positiva, sendo a probabilidade influenciada conjuntamente pelo valor da temperatura mínima. Os valores obtidos para as estimativas dos coeficientes para estas duas variáveis demonstram que a precipitação (estimativa = 0,30) apresentou maior efeito sobre a probabilidade de positividade das armadilhas que a temperatura mínima (estimativa = 0,18). Devido aos valores positivos das estimativas dos coeficientes das variáveis, observa-se que o aumento no valor das variáveis, ocasionou aumento na probabilidade das armadilhas capturarem fêmeas de *A. aegypti* (TAB. 50).

TABELA 50. Modelo final para a variável *Positividade das armadilhas MosquiTRAP (MOSQPOSIT)*

Modelo	Variáveis	estimativa	Erro padrão	p valor	AIC
	(Intercepto)	-6,8462	0,9617	$1,1 \cdot 10^{-12}$	***
Final	<i>PRECIPITMED</i>	0,3012	0,0264	$< 2 \cdot 10^{-16}$	*** 3055,1
	<i>TEMPMIN</i>	0,1849	0,0520	0,0004	***

O modelo final ajustado para a probabilidade de positividade das armadilhas MosquiTRAP, é portanto dependente da precipitação e do valor da temperatura mínima, sendo definido como:

$$\pi(X) = \frac{\exp\{\beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPIT} + \beta_2 \text{TEMPMIN}\}}{1 + \exp\{\beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPIT} + \beta_2 \text{TEMPMIN}\}},$$

considerando a ligação canônica:

$$\log\left\{\frac{\pi(X)}{1 - \pi(X)}\right\} = \beta_0 + \beta_1 \text{PRECIPIT} + \beta_2 \text{TEMPMIN},$$

onde $\pi(X)$ representa a probabilidade de uma armadilha ser positiva, β_0 representa a proporção esperada de uma armadilha ser positiva, β_1 e β_2 representam o efeito de cada covariável na variável *MOSQPOSIT* e X representa o vetor das covariáveis escolhido nas duas variáveis ($X = \text{PRECIPIT}, \text{TEMPMIN}$) para ser testado no modelo.

6 DISCUSSÃO

As áreas utilizadas no presente estudo exerceram a vigilância epidemiológica da dengue e o controle e monitoramento do vetor como atividades bem estabelecidas e constantes. Os registros dos casos de dengue ocorridos em cada área e os registros das atividades de monitoramento e controle do vetor possibilitaram a análise da situação epidemiológica e a determinação das variáveis que contribuíram para o delineamento de cada situação avaliada.

A sazonalidade da ocorrência da dengue e do aumento na população do vetor foi observada, havendo maiores riscos epidemiológicos para ocorrência da dengue durante os períodos mais quentes e chuvosos do ano. Em estudo ecológico, Corrêa e colaboradores (2005) detectaram em períodos anteriores ao considerado no presente estudo, que a ocorrência da dengue no município de Belo Horizonte segue o mesmo padrão sazonal observado, havendo diferenças na dinâmica da doença nas diferentes regiões que compõe o município. Os dados apresentados no mesmo estudo demonstram que os distritos sanitários Norte e Oeste apresentaram um perfil epidemiológico assemelhado quando se considera a ocorrência da doença na população residente.

Uma das limitações ao uso das informações dos casos de dengue no presente estudo avaliação foi a possibilidade da ocorrência de casos não identificados pelos serviços de vigilância epidemiológica. O uso de informações geográficas relativas ao local de residência dos indivíduos infectados é outra limitação observada nesse delineamento, pois é possível que a infecção tenha ocorrido em outros locais que não o de residência. Entretanto, a dengue é uma doença que comumente afasta o indivíduo de suas atividades, havendo em muitas situações a necessidade de repouso (ARMIEN et al., 2008). Dessa forma, é provável que o indivíduo, ainda no período de viremia que dura aproximadamente sete dias (Ministério da Saúde, 2005), tenha permanecido em algum momento em sua residência, havendo, portanto implicações epidemiológicas para o local de residência e suas proximidades, caso o vetor esteja presente, podendo dar continuidade ao ciclo dos vírus.

O critério de confirmação dos casos de dengue não foi considerado no presente estudo, devido à indisponibilidade da informação em grande parte dos registros obtidos. Assim, casos confirmados por exame laboratorial e casos confirmados pelo critério clínico-epidemiológico não foram distinguidos nas análises.

No presente estudo, devido à indisponibilidade de dados padronizados, outras medidas de controle possivelmente utilizadas nas áreas não foram consideradas, como a utilização de adulticidas e campanhas para retirada de materiais passíveis de acúmulo de água realizadas pelo serviço de limpeza urbana.

Estudos que avaliam a eficácia das medidas de controle se baseiam quase que exclusivamente nos efeitos das medidas sobre os valores obtidos nos levantamentos de índice de infestação (HEINTZE et al., 2007). Conforme demonstrado no presente trabalho e discutido em outros estudos, como de Braga e Valle (2007b) e de Giovannini e colaboradores (2008), a detecção de larvas pelas pesquisas larvárias na maioria das vezes não coincide com a ocorrência de casos de dengue.

O uso das armadilhas de oviposição e de captura de adultos mostrou que o monitoramento do vetor apresentou coincidência espacial e temporal com a ocorrência de casos de dengue. Observou-se aproximadamente 7% de concordância espacial, sendo que a MosquiTRAP apresentou 49% de concordância temporal em relação a 10% de concordância temporal da ovitrampa. Entretanto, é importante considerar que a concordância entre a ocorrência de casos de dengue e a sinalização da presença do vetor somente ocorrerá caso as dinâmicas entre o vetor, o vírus e o hospedeiro sejam favoráveis, o que irá depender de fatores diversos, não apenas da presença e da densidade populacional de *A. aegypti* nas áreas de interesse (EISEN & EISEN, 2008). Outro ponto a ser considerado é que a instalação das ovitrampas ocorreu a cada duas semanas, e a instalação das armadilhas MosquiTRAP foi semanal, não sendo possível inferir com os dados obtidos, se a detecção de conglomerados possa ter sido influenciada pelas diferentes periodicidades. Considerando a periodicidade, vale ressaltar que a janela temporal avaliada na busca por conglomerados possuía a duração equivalente a três semanas.

Quando se comparou os três métodos de monitoramento, a maior concordância entre a pesquisa larvária e a MosquiTRAP, provavelmente ocorreu devido a realização de atividades de pesquisa larvária após determinação de áreas cujas armadilhas MosquiTRAP capturaram insetos, sinalizando infestação da área, havendo portanto direcionamento das ações por parte do pessoal responsável pelo controle do vetor.

Estudos que comparam a sensibilidade da ovitrampa e da MosquiTRAP demonstram que a sensibilidade da armadilha de oviposição é maior (FÁVARO et al., 2008), sendo as ovitrampas, úteis na detecção de infestações em baixas intensida-

des, entretanto, os índices utilizados não podem ser relacionados a abundância dos insetos adultos (FOCKS, 2003). Tendo em vista a utilização das armadilhas MosquiTRAP, os resultados obtidos no presente trabalho demonstram que a detecção de fêmeas de *A. aegypti* através das armadilhas possibilitou uma maior concordância entre a presença do vetor e a ocorrência de dengue. A detecção dos conglomerados de casos de dengue coincidiu espacialmente de maneira similar às ovitrampas, sendo a coincidência temporal, mais precisa quando as armadilhas MosquiTRAP foram utilizadas. Conforme exposto por Fávoro e colaboradores (2008), a maior precisão fornecida pela MosquiTRAP, que captura o indivíduo adulto, possibilitando melhor estimativa da população adulta do vetor, justifica o uso potencial dessa armadilha sendo possível a determinação de índices entomológicos mais precisos relacionados a estimativas de risco, avaliações das ações de controle e a determinação de limiares para ocorrência de transmissão da dengue em uma determinada área.

A infestação das áreas por *A. aegypti* foi mais comum que pelo *A. albopictus*, entretanto, em algumas áreas foi observada a presença apenas do *A. albopictus*, conforme verificado através das pesquisas larvárias. Através dos resultados, foi possível inferir que algumas ovitrampas positivas poderiam possuir ovos do *A. albopictus*. Embora a espécie não seja considerada vetor do vírus na dengue no Brasil, os resultados demonstraram haver áreas onde casos de dengue ocorreram juntamente com a presença de larvas de *A. albopictus*, não sendo detectada no local a presença de larvas de *A. aegypti*. As limitações da metodologia usada nas pesquisas larvárias devem entretanto ser consideradas.

A demonstração indireta da transmissão do vírus da dengue pelo *A. albopictus* conforme verificado no presente trabalho contribui com outros relatos como de Serufo e colaboradores (1993), Evangelista (2003) e Castro e colaboradores (2004), que verificaram a existência de transmissão vertical do vírus em *A. albopictus* em cidades brasileiras. Entretanto, não há evidências de transmissão do vírus entre humanos pela espécie no território brasileiro até o momento (DEGALLIER et al., 2003; BRAGA & VALLE, 2007a).

A distribuição das distâncias médias entre os casos de dengue, demonstra que aproximadamente 5% dos casos ocorreram em distâncias inferiores a 50 m de outro caso, havendo redução abrupta da frequência de ocorrência de casos a distâncias maiores que 50m, sendo observado aumento da frequência para distâncias superiores a 150m. Verifica-se entretanto a maior frequência de ocorrência de casos a dis-

tâncias entre 200 e 500 m (FIG. 45). A delimitação da busca de casos de dengue em um raio de 800m de cada caso demonstrou-se satisfatória, visto que a ocorrência de casos a distâncias maiores que 500 m tornou-se cada vez menos freqüente a medida em que se afastou de um caso estipulado como inicial em determinada área.

Trpis e Hauserman (1986) verificaram por meio de um estudo de marcação e recaptura realizado em um vilarejo africano, que a maioria das fêmeas liberadas permaneciam na residência de liberação ou visitavam uma ou duas residências, cobrindo uma distância média de 57 metros por dia. As distâncias verificadas no presente estudo, considerando que a ocorrência de casos de dengue representa o contato entre o hospedeiro e o vetor, também foram encontradas em estudo de marcação e recaptura realizado na cidade do Rio de Janeiro. Foi verificado que a dispersão das fêmeas variou entre as diferentes localidades. Provavelmente, em ambientes mais heterogêneos as barreiras físicas possam ter reduzido as distâncias percorridas pelos insetos, resultando em baixa dispersão sendo possível a captura dos insetos a distâncias de aproximadamente 50 m dos locais de liberação, sendo a distância máxima observada de 363 m (MACIEL-DE-FREITAS et al., 2007). É provável também que essas áreas de ambientes mais heterogêneos sejam áreas com elevada densidade populacional humana, o que facilita a infecção dos indivíduos uma vez que uma única fêmea pode realizar mais de um repasto sanguíneo em um único ciclo gonotrófico, possibilitando a disseminação do patógeno entre indivíduos geograficamente próximos (HALSTEAD, 2008).

Através do modelo de regressão Gama ajustado para a variável *média da distância entre os casos de dengue* verificou-se que as variáveis que mais influenciaram a distância média entre os casos foram as variáveis meteorológicas. A temperatura mínima foi a variável que mais influenciou a distância entre os casos de dengue, demonstrando que quanto maior a temperatura mínima, maior a distância observada entre os casos ($\beta = 31,142$) quando se considerou o período de 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso. Outras variáveis meteorológicas importantes segundo os modelos ajustados, foram a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar. Quanto maiores foram os valores destas variáveis, menores foram as distâncias observadas entre os casos de dengue, sendo entre essas duas variáveis, maior o efeito da umidade relativa do ar. Associada a precipitação pluviométrica, o aumento na umidade relativa do ar poderia causar a redução da evaporação de recipientes com água, favorecendo a abundância espacial de sítios para oviposição,

podendo portanto haver menor dispersão das fêmeas de *A. aegypti* e conseqüentemente do patógeno.

A aproximação utilizada no ajuste do modelo que considerou os 45 dias em torno da data de início de sintomas de cada caso não especificou em qual momento, antes ou após a ocorrência do caso de dengue, as variáveis influenciaram a distância entre os casos. Portanto, buscou-se diferenciar os dois momentos nos ajustes de outros modelos. Quando se considerou os 22 dias anteriores ao início dos sintomas de cada caso, as variáveis *umidade relativa do ar* e *precipitação* foram as que mais influenciaram na distância entre os casos. Os sinais negativos obtidos para a estimativa dos coeficientes destas variáveis no modelo final ajustado, demonstram que valores elevados da umidade relativa do ar e a ocorrência de chuvas no período de 22 dias anteriores ao surgimento dos casos, reduziu a distância média entre estes. De maneira semelhante, com valores aproximados obtidos para a estimativa dos coeficientes, estas mesmas variáveis influenciaram a distância entre os casos quando se considerou o período de 22 dias posteriores à data de surgimento dos sintomas de cada caso de dengue.

A presença da variável relacionada à precipitação em todos os modelos ajustados para a variável média da distância entre os casos, e o valor negativo da estimativa dos parâmetros em cada modelo, demonstraram que a ocorrência de chuvas reduziu a dispersão das fêmeas de *A. aegypti*, visto que o aumento na quantidade de chuvas reduziu a distância entre os casos. Costa-Ribeiro e colaboradores (2007) demonstraram por meio de um estudo de genética de populações de *A. aegypti*, utilizando amostras obtidas de cidades da região sudeste do Brasil incluindo amostras de Belo Horizonte, que durante a estação seca, houve redução da variabilidade genética da população do mosquito em relação a estação chuvosa. Provavelmente, durante a estação seca, a escassez de chuvas e a redução da disponibilidade de sítios de oviposição apropriados, ocasionou o aumento da dispersão das fêmeas em busca de sítios de oviposição, causando fluxo gênico entre as populações existentes nas localidades e conseqüente redução da variabilidade genética.

Alguns autores demonstraram que climas mais quentes e úmidos favorecem a sobrevivência de *A. aegypti* (YASUNO & TONN, 1970; HIEN, 1975a; HIEN, 1975b; YANG et al., 2008). Além de favorecer a sobrevivência, é provável que temperaturas mais elevadas, geralmente acima de 25°, reduzam o período de incubação extrínseca, e que temperaturas mais elevadas e umidades maiores conjuntamente aumen-

tem a freqüência de picadas em busca de repasto sangüíneo (HALSTEAD, 2008). Dessa forma, pode-se considerar que o efeito da variável *umidade relativa do ar* sobre a distância entre os casos de dengue, no presente estudo, corroboram essas observações. O sinal negativo da estimativa do parâmetro da variável nos modelos ajustados, demonstram que o aumento na umidade relativa do ar reduziu a distância entre os casos de dengue, dessa forma, fêmeas infectadas estariam mais ativas, realizando um maior número de picadas e ocasionando aumento no número de infecções humanas, estando os casos geograficamente aproximados. Considerando esta perspectiva, o aumento na temperatura mínima aumentaria a sobrevivência do vetor, reduziria o período de incubação extrínseca e aumentaria a freqüência de picadas, podendo portanto, uma fêmea se dispersar por distâncias mais longas e causar o aumento da variável *média da distância entre os casos*. Dessa forma, as variáveis temperatura mínima e umidade relativa estariam exercendo efeito contrário nos modelos aqui ajustados. Portanto, o efeito da umidade provavelmente aumentou a atividade hematofágica das fêmeas e reduziu a dispersão em busca de sítios de oviposição, havendo na dispersão maior influência da temperatura do que da umidade relativa, devido aos valores observados para as estimativas dos parâmetros de cada variável.

Segundo os modelos que consideraram os períodos antes e após o surgimento dos casos de dengue, quanto maior o valor da variável *direção do vento na velocidade máxima*, maior a distância entre os casos ($\beta=0,6777$ e $\beta=0,8424$). Avaliando a forma de obtenção da variável, sugere-se que a variável seja desconsiderada nas análises dos resultados obtidos. Segundo Clements (2000), medições das correntes de vento devem ser realizadas nas proximidades do local de estudo, pois efeitos microclimáticos, como os de barreiras físicas proporcionadas por construções humanas, árvores, dentre outros, podem causar erros nas interpretações caso a medição não seja realizada nas proximidades imediatas. Como as PCDs que coletaram os dados utilizados no presente trabalho tinham a localização fixa, a obtenção de valores independentes da localidade (distrito sanitário), dificulta a interpretação dos efeitos da variável sobre os fenômenos avaliados. Ainda segundo Clements (2000), velocidades reduzidas do vento na superfície favorecem o vôo, entretanto o efeito de alguns parâmetros relacionados ao vento sobre o comportamento de *A. aegypti* são pouco compreendidos. .

Os efeitos das variáveis estimadas como responsáveis pelo aumento da dispersão do vetor, poderiam ser avaliados utilizando uma abordagem que utilizasse informações que discriminassem os valores registrados para os diferentes períodos de cada dia. Segundo Clements (2000), estudos que avaliam o comportamento dos insetos em campo devem considerar efeitos relacionados ao ritmo circadiano das espécies. Assim, uma perspectiva para estudos posteriores é a comparação entre valores das variáveis obtidos em diferentes períodos do dia. Tal aproximação possibilitaria avaliar de forma mais precisa os efeitos das variáveis sobre as dinâmicas de *A. aegypti*, podendo-se definir melhor se as variáveis afetam a atividade dos insetos, incluindo vôo e hematofagia, ou afetam o desenvolvimento. Uma sugestão, considerando *A. aegypti*, seria avaliar os efeitos dos valores das variáveis vigentes no período de atividade do inseto, nas primeiras horas após o início da fotofase e nas horas que antecipam a escotofase, e os efeitos dos valores vigentes durante todo dia, comparando-se os resultados obtidos.

As variáveis relacionadas às medidas de controle e à presença do vetor não contribuíram de forma expressiva na distância entre os casos de dengue nos modelos ajustados. Considerando a variável *larvas de A. albopictus coletadas*, observa-se que esta influenciou na distância entre os casos, entretanto, devido a ausência de influência nos demais modelos ajustados e devido a falta de subsídios para que seja considerada uma variável importante no modelo, esta pôde ser desconsiderada na interpretação dos resultados. A baixa densidade populacional verificada para a espécie, que foi refletida no encontro casual de larvas de *A. albopictus* durante as atividades de pesquisa larvária, tenderia a anular a variável no modelo, pois seu parâmetro, considerando um período específico, teria grandes probabilidades de ser multiplicado por zero (ausência de larvas), não alterando a variável *média da distância entre os casos de dengue*.

O sinal negativo da estimativa do parâmetro encontrado para a variável *número de intervenções para controle do vetor* demonstra que o aumento no número de intervenções levaria a redução da distância entre os casos de dengue, entretanto o valor obtido para o parâmetro é reduzido, sendo reduzido também o seu efeito sobre a variável resposta ($\beta = -0,060$). Dessa forma, observa-se que as intervenções para controle apresentaram segundo o modelo ajustado, pouca influência sobre a distribuição dos casos de dengue.

A influência da variável ovos sobre a distância entre os casos de dengue foi provavelmente devido ao comportamento apresentado pelas fêmeas de *A. aegypti* presentes na localidade, que possam ter realizado menor dispersão em busca de sítios de oviposição, havendo maior probabilidade de que a oviposição ocorresse nas armadilhas instaladas nas proximidades. Como conseqüência da reduzida dispersão, a distribuição do patógeno se daria entre a população humana nas imediações, refletindo na ocorrência de casos de dengue mais próximos uns aos outros. O valor da estimativa do parâmetro ($\beta = - 0,117$) demonstra um efeito menor dessa variável em relação às demais. Dificuldades na interpretação dessa variável foram provavelmente devido à grande variabilidade dos valores registrados, visto que foram obtidos por meio de contagens de fenômenos biológicos, sendo verificado valor elevado do seu coeficiente de variação.

Foi detectado que as intervenções realizadas para controle do vetor tiveram pouca ou nenhuma influência na distância média entre os locais de residência dos casos de dengue, conforme verificado através dos modelos ajustados. Buscou-se portanto determinar a influência das intervenções sobre o registro do vetor obtido através das atividades de monitoramento realizadas, por se tratar de uma medida direta do efeito sobre a dinâmica populacional de *A. aegypti*. Em alguns períodos a utilização dos diferentes métodos (pesquisa larvária, armadilha de oviposição e armadilha de captura de adultos) não foi simultânea, levando a necessidade de se escolher períodos nos quais o uso dos métodos de monitoramento forneceu os dados necessários.

Os modelos ajustados para as variáveis *número de mosquitos coletados pelas armadilhas MosquiTRAP* e *número de ovos coletados pelas ovitrampas* apresentaram as variáveis climáticas precipitação, umidade relativa do ar e temperatura mínima como covariáveis, não sendo verificada influência das intervenções realizadas para o controle do vetor sobre o número de insetos e sobre o número de ovos coletados pelas armadilhas. Ambos os resultados coincidem com os resultados observados em estudos que avaliaram o efeito dessas variáveis climáticas sobre as populações de *A. aegypti*, havendo maior sobrevivência do inseto e conseqüentemente maior reprodução durante os períodos mais quentes, sendo que a temperatura mínima é o principal fator limitante para o desenvolvimento, que é mais lento em temperaturas próximas a 15 °C (FÁVARO et al., 2008; YANG et al., 2008).

Foi observado que entre as três medições de temperatura (mínima, média e máxima), a temperatura mínima foi incluída em todos os modelos ajustados. Durante as execuções dos ajustes dos modelos de regressão de Poisson para as variáveis *número de mosquitos capturados* e *número de ovos coletados*, foi verificado que a temperatura mínima apresentou o menor valor de AIC entre as três medições, não só justificando a inclusão dessa variável no modelo final, mas reiterando a sua importância sobre a dinâmica populacional de *A. aegypti*. Donalísio e Glasser (2002) também discutem que a temperatura mínima é a que mais influencia a população do vetor, estando associada à ocorrência de casos de dengue. O efeito da temperatura mínima sobre a população do vetor e conseqüentemente sobre a epidemiologia da dengue, assim como o efeito das chuvas, é também discutido no estudo ecológico retrospectivo realizado em cidades localizadas em Veracruz, México. Nesse estudo, Hurtado-Díaz e colaboradores (2007) argumentam que estudos similares realizados em outras regiões geográficas com condições climáticas diferentes podem ser úteis para se compreender como essas variáveis, temperatura mínima e precipitação afetam a epidemiologia da doença.

Os valores relativos às coletas de ovos de *Aedes* sp. pelas ovitrampas e capturas de adultos nas armadilhas MosquiTRAP, apresentaram alta variabilidade (i.e. grande dispersão em torno da média de ovos coletados ou de mosquitos capturados em cada armadilha), sendo possível que a alta variabilidade, afetasse a interpretação do modelo ajustado. Para se minimizar o efeito da variabilidade inerente a contagem dos mosquitos nas armadilhas MosquiTRAP e dos ovos nas ovitrampas, foram ajustados os modelos de regressão binomial que avaliaram as variáveis que influenciaram a probabilidade de positividade das armadilhas. Os resultados semelhantes aos obtidos no ajuste do modelo de regressão de Poisson foram obtidos na modelagem binomial, reiterando a importância da precipitação pluviométrica e do valor da temperatura mínima nos resultados obtidos através do monitoramento do vetor.

Os modelos ajustados, para se comparar as variáveis influenciando a presença do vetor, demonstraram que a execução das medidas de controle, incluindo o uso de larvicidas nas atividades rotineiras de controle do vetor, não apresentaram efeito sobre a população de *A. aegypti* nas localidades e no período de estudo. O efeito da execução das atividades de controle sobre as variáveis avaliadas não foi verificado, conforme demonstrado nos modelos ajustados, o que dificultou a avaliação do efeito

das atividades de controle sobre a dispersão das fêmeas de *A. aegypti*. Dessa forma, a hipótese apresentada por Reiter e colaboradores (1995) de que a execução das medidas de controle do vetor focadas na eliminação dos depósitos de água poderia causar a dispersão das fêmeas, não pode ser testada no presente trabalho. Não foi possível afirmar segundo os resultados obtidos, se a ausência de influência das ações de controle do vetor sobre a distância entre os casos de dengue rejeita a hipótese apresentada, ou se a ausência do efeito das ações de controle sobre a dispersão foi resultado da ausência de efeito das ações sobre a população de *A. aegypti*.

Em estudo realizado na cidade de Brasília (DF), foi verificado que o uso de inseticidas para o controle das formas larvárias não apresentou efeito significativo sobre a população do vetor estimada mediante levantamentos de índice de infestação (FAVIER et al., 2006). Os autores discutem nesse trabalho, o efeito potencial das variáveis climáticas como principais agentes das flutuações populacionais. Já Vezzani e colaboradores (2004) verificaram a redução da infestação através de pesquisa larvária e uso de ovitrampas em uma área de estudo em Buenos Aires (Argentina) após o uso do larvicida Temephós. Entretanto, o trabalho foi realizado em um cemitério, podendo este ambiente ser caracterizado como ambiente homogêneo, quando se compara ao ambiente comumente encontrado nas comunidades humanas, onde a dinâmica das populações do vetor e de transmissão da doença ocorrem.

Donalísio e colaboradores (2002) verificaram que as atividades de controle do vetor realizadas na cidade de Americana (SP), incluindo a redução de criadouros e o uso do larvicida Temephós além de atividades educativas, não resultaram na redução dos índices de infestação entre as áreas tratadas e controle. Esses autores discutem que a resistência ao larvicida, não foi suficiente para explicar a ineficácia do controle, visto que a susceptibilidade das larvas de *A. aegypti* ao inseticida avaliada em laboratório para as cidades próximas a área de estudo foi de 96,5%, embora sejam recomendados pela OMS valores de mortalidade maiores que 98%. Os autores discutem que considerando os serviços públicos para controle do vetor, falhas podem ser resultantes da interação inadequada entre os profissionais de saúde e a comunidade, dificuldades operacionais e baixa efetividade do uso dos inseticidas tradicionalmente utilizados.

Considerando os dados observados e o esforço realizado para o controle do vetor nas áreas avaliadas no presente estudo, verifica-se que a metodologia de con-

trole conforme utilizado, baseado em rotinas preconizadas pelo PNCD, de pesquisas larvárias para destruição e uso de larvicida em criadouros e potenciais criadouros, devem ser revistas. As dificuldades baseiam-se principalmente na heterogeneidade dos ambientes urbanos avaliados. Conforme verificado, os criadouros mais comuns nas áreas são provavelmente os constituídos pelos pequenos reservatórios artificiais expostos a ação das chuvas, visto que desconsiderando os efeitos da temperatura, a presença do vetor é influenciada principalmente pela ocorrência das chuvas e pela umidade relativa do ar. De fato, dados da Secretaria Municipal de Saúde de Belo Horizonte, demonstram que os criadouros mais comuns no município são os inservíveis, que nas épocas chuvosas constituem os principais criadouros, sendo que nas épocas de escassez de chuvas, os criadouros são mais freqüentemente constituídos pelos reservatórios fixos, mantendo a população do vetor nesses períodos (PESSANHA, 2007).

O controle do vetor torna-se difícil devido principalmente à grande diversidade de criadouros, facilitando a permanência no ambiente de depósitos não inspecionados durante as atividades rotineiras de controle do vetor. Dessa forma, o comportamento denominado *skip oviposition* pode contribuir para a manutenção das infestações prediais mesmo após a realização das vistorias e redução da disponibilidade de parte dos criadouros, visto que a eliminação completa de todos os recipientes com água ou recipientes que possam acumulá-la em momento posterior, é improvável. A reposição dos recipientes disponíveis nos ambientes, em uma periodicidade maior que a periodicidade das vistorias realizadas pelas equipes responsáveis pelo controle do vetor, possibilita que criadouros não eliminados previamente, sirvam como geradores de novas infestações, mitigando os esforços de controle. Nessas situações, o uso de inseticidas com ação residual, como os larvicidas, é insuficiente para afetar a ocorrência e distribuição do vetor.

Outra perspectiva que se apresenta no controle do vetor e conseqüentemente da dengue, tendo em vista que a dengue é um problema urbano e que o comportamento das populações humanas afeta diretamente a colonização do ambiente pelo *A. aegypti*, é o envolvimento das organizações sociais na resolução do problema (HALSTEAD, 2000). O envolvimento referido consiste não só na participação das comunidades onde a dengue é problema de saúde pública, mas na participação de entidades dos setores público e privado na determinação e cumprimento de políticas adequadas ao manejo ambiental urbano. O papel das comunidades deve ser focado

na alteração ambiental como elo importante do controle do vetor integrado e permanente. De forma concomitantemente, as políticas públicas e as ações da iniciativa privada devem garantir meios que favoreçam a situação ambiental adequada. Como exemplo dessas ações, as políticas de reciclagem de materiais podem contribuir na redução dos materiais disponível para reprodução de *A. aegypti* caso o destino adequado para o descarte dos resíduos não seja definido. Como demonstrado por Mazine e colaboradores (1996), apenas a coleta pública dos resíduos sólidos não tem se mostrado suficiente para a redução da presença desses materiais nos ambientes urbanos.

Reiter (2007) argumenta que uma das causas do sucesso das campanhas de erradicação do vetor realizadas na década de 50, foi devido ao uso sistemático do inseticida DDT através do tratamento denominado perifocal, principalmente devido ao comportamento de oviposição em saltos, que aumentava as chances de que o inseto tivesse contato com superfícies tratadas com o produto. Entretanto, o uso de inseticidas em larga escala é atualmente indesejado, visto ser capaz de causar problemas relacionados ao desenvolvimento de resistência por parte das populações vetoriais além de problemas ambientais e de saúde das populações humanas (WHO, 2003).

A realidade atual da distribuição mundial de *A. aegypti* e a complexidade dos ambientes urbanos, onde o mosquito apresenta maiores índices de infestação e de transmissão da dengue, remete à impossibilidade da erradicação da espécie conforme realizada anteriormente.

As ações relacionadas ao problema de saúde pública que a dengue representa, têm atualmente como meta o controle da população do vetor, mantendo-a em níveis seguros para se evitar a ocorrência da doença nas populações humanas. Tendo em vista a perspectiva de controle e não de erradicação e os resultados apresentados neste trabalho e em trabalhos similares discutidos anteriormente, verifica-se que o esforço despendido em ações de larga escala e que apresentam resultados conflitantes, poderia ser suplantado por esforços aplicados em ações de controle locais mais precisas. Essas ações de controle deveriam ser embasadas em dados fornecidos pela vigilância entomológica, definindo-se áreas prioritárias para a execução de ações de controle do vetor. É necessário, portanto o uso de metodologias adequadas para o fornecimento de dados entomológicos precisos a partir dos quais sejam obtidos indicadores apropriados para a determinação dos riscos de transmissão da dengue associados à presença de *A. aegypti* nas áreas monitoradas.

7 CONCLUSÃO

- A metodologia utilizada permitiu a agregação espacial e temporal dos dados, possibilitando o ajuste de modelos de regressão linear e execução das análises estatísticas espaço-temporais.
- A realização das medidas de controle do *A. aegypti*, baseadas na redução dos reservatórios e na utilização de larvicidas não influenciou as coletas de ovos pelas ovitrampas e as capturas de adultos pelas armadilhas Mosqui-TRAP nas áreas de estudo. A probabilidade de que as armadilhas fossem positivas, também não foram influenciadas pelas ações, demonstrando pouca ou nenhuma interferência sobre a população do vetor.
- O monitoramento do vetor mediante as armadilhas ovitrampa e Mosqui-TRAP foi afetado positivamente pelo aumento da temperatura mínima no período anterior às coletas ou capturas, havendo influências positivas em menor escala, da precipitação pluviométrica sobre as coletas e capturas realizadas pelas duas armadilhas e da umidade relativa do ar sobre a coleta de ovos.
- A hipótese de aumento da dispersão de fêmeas de *A. aegypti* em busca de sítios para a oviposição após a realização das medidas de controle empregadas, não pôde ser avaliada no presente estudo, devido a ausência da influência das ações de controle sobre as dinâmicas populacionais do vetor.
- A dispersão de *A. aegypti*, segundo a metodologia utilizada e o modelo ajustado, dependeu das variáveis temperatura mínima, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. Houve aumento da distância entre os casos com o aumento da temperatura mínima e redução da distância com o aumento da precipitação e umidade relativa do ar.
- A detecção dos conglomerados espaço-temporais possibilitou a inferência da existência de risco à ocorrência de transmissão do vírus da dengue pelo *A. albopictus*.

- Apesar da maior sensibilidade já documentada para a ovitrampa, a MosquiTRAP apresentou coincidência similar a esta armadilha na detecção das áreas com ocorrência de dengue, sendo entretanto mais precisa temporalmente.
- Verificou-se maior coincidência entre os conglomerados de fêmeas coletadas pela MosquiTRAP e a ocorrência de dengue, reiterando a importância da utilização de métodos de monitoramento capazes de sinalizarem com maior precisão os riscos de ocorrência da dengue.
- Os resultados obtidos colaboram para uma melhor compreensão dos fenômenos atuantes nas dinâmicas populacionais do vetor e na epidemiologia da dengue no município de Belo Horizonte, MG.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, B., HOLMES, E. C., ZHANG, C., MAMMEN, M. P. JR., NIMMANNITYA, S., KALAYANAROOJ, S., BOOTS, M. Cross-protective immunity can account for the alternating epidemic pattern of dengue virus serotypes circulating in Bangkok. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v.103, n. 38, p.14234-14239. 2006.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control*, v. 19, p. 716-723. 1974

ALMEIDA, M. C. M., ASSUNÇÃO, R. M., PROIETTI, F. A., CAIAFFA, W. T. Dinâmica intra-urbana das epidemias de dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 1996-2002. *Cadernos de Saúde Pública*, v.24, n. 10, p. 2385-2395. 2008.

ARMEN, B., SUAYA, J. A., QUIROZ, E., SAH, B. K., BAYARD, V., MARCHENA, L., CAMPOS, C., SHEPARD, D. S. Clinical Characteristics and National Economic Cost of the 2005 Dengue Epidemic in Panama. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 79, n.3, p. 364-371. 2008.

BALESTRA, A. M., PEREIRA, R. K. O., RIBEIRO, M. J. S., SILVA, J. S., ALENCAR, J. Ocorrência de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) em área urbana do estado do Tocantins. *Neotropical entomology*, v. 37, n. 2, p. 233-235. 2008.

BARATA, E. F., COSTA, A. I. P., CHIARAVALLOTI NETO, F., BARTA, J. M. S., NATAL, D. População de *Aedes aegypti* (L.) em área endêmica de dengue, Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 35, n. 3, p. 237-242. 2001.

BHAMARAPRAVATI, N., SUTEE, Y. Live attenuated tetravalent vaccine. *Vaccine*, v. 18, n. 2, p. 44-47. 2000.

BLANEY, J. E. JR., DURBIN, A. P., MURPHY, B. R., WHITEHEAD, S. S. Development of a live attenuated dengue virus vaccine using reverse genetics. *Viral Immunology*, v. 19, n. 1, p. 10-32. 2006.

BRAGA, I. A., VALLE, D. *Aedes aegypti*: histórico do controle no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. v. 16, n. 2, p. 113-118. 2007a.

BRAGA, I. A., VALLE, D. *Aedes aegypti*: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 16, n. 4, p. 295-302. 2007b.

BRAGA, I. A., GOMES, A. C., NELSON, M. M., MELLO, R. C. G., BERGAMASCHI, D. P., SOUZA, J. M. P. Comparative study between larval surveys and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 33, n. 4, p. 347-353. 2000.

BRAGA, I. A., LIMA, J. B. P., SOARES, S. S., VALLE, D. *Aedes aegypti* resistance to temephos during 2001 in several municipalities in the States of Rio de Janeiro, Ser-

gipe, and Alagoas. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 99, n. 2, p. 199-203. 2004.

BRAKS, M. A. H., HONÓRIO, N. A., LOUNIBOS, L. P., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R., JULIANO, S. A. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae), in Brazil. *Annals of the Entomological Society of America*, v. 97, n. 1, p. 130-139. 2004.

BRAKS, M. A. H., HONÓRIO, N. A., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R., JULIANO, A. S., LOUNIBOS, L. P. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in southeastern Brazil and Florida. *Journal of Medical Entomology*, v. 40, n. 6, p. 785-794. 2003.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico . 2000. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br>> - acesso em 18 de novembro de 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/PCD/> - acesso em 17 de outubro de 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2007a. Disponível em: <portal.saude.gov.br/portal/arquivos/kidengue2/epidemiologia/textos/mapa/entomologia.pdf> – acesso em 25 de agosto de 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Dengue – Instrução para pessoal de combate ao vetor: Manual de normas técnicas. 3ª ed. Ministério da Saúde: Brasília. 2001. 84 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Ministério da Saúde: Brasília. 2002. 32 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS). Balanço Dengue Janeiro a Julho de 2007. Ministério da Saúde. Brasil. 2007b. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/balanco_dengue_jan_jul_2007.pdf> - acesso em 19 de novembro de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Diagnóstico rápido nos municípios para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil – LIRAA: Metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial. Brasília. 2005b. 60 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Guia de vigilância epidemiológica. 6. ed. Brasília. p. 231-253. 2005a.

BRETEAU, H. La fièvre jaune en Afrique-Occidentale Française. Un aspect de la médecine préventive massive. *Bulletin of the World Health Organization*, v. 11, p. 453-481. 1954.

BROOKER, S., CLARKE, S., NJAGI, J.K., POLACK, S., MUGO, B., ESTAMBALE, B., MUCHIRI, E., MAGNUSSEN, P., COX, J. Spatial clustering of malaria and associated risk factors during an epidemic in a highland area of western Kenya. *Tropical Medicine and International Health*, v. 9, p. 757-766. 2004.

CAMPOS, J. R. M., BARBAS, C. S. V., FILOMENO, L. T. B., FERNANDEZ, A., MINAMOTO, H., BARBAS FILHO, J. V., JATENE, F. B. Humam pulmonary dirofilariasis, Analysis of 24 cases from São Paulo, Brazil. *Chest*. v. 112, p. 729-733. 1997.

CASTRO, M.G., NOGUEIRA, R.M., SCHATZMAYR, H.G., MIAGOSTOVICH, M.P., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Dengue virus detection by using reverse transcription-polymerase chain reaction in saliva and progeny of experimentally infected *Aedes albopictus* from Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz.*, v. 99, n. 8, p. 809-814. 2004.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). *Guidelines for Investigating Clusters of Health Events* . *MMWR*, v. 39, p. 1-16. 1990.

CHADEE, D.D., CORBET, P.S. The gonotrophic status of female *Aedes aegypti* (L.) overnight at the oviposition site (Diptera: Culicidae). *Annals Tropical Medical Parasitology*, v. 85, p. 461-466. 1991.

CHAPUT, E. K., MEEK, J. I., HEIMER, R. Spatial analysis of human granulocytic ehrlichiosis near Lyme, Connecticut. *Emerging Infectious Diseases*, v. 8, p. 943-948. 2002.

CHUA, K. B., CHUA, I. L., CHUA, I. E., CHUA, K. H. Differential environmental preferences of gravid female *Aedes* mosquitoes in ovipositing their eggs. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, v.36, n. 5, p. 1132-1138. 2005.

CLEMENTS, A.N. The biology of mosquitoes: Sensory reception and behavior.(2nd Edition). New York: CABI Publishing. 2000. 740 pp.

COLEMAN, M. COLEMAN, M., MABUZA, A. M., KOK, G.COETZEE, M., DURRHEIM, D. N. Using the SaTScan method to detect local malaria clusters for guiding malaria control programmes. *Malaria Journal*, v. 8, p. 68. 2008. Disponível em: <<http://www.malariajournal.com/content/8/1/68>>.

COLTON, Y. M., CHADEE, D. D., SEVERSON, D. W. Natural skip oviposition of the mosquito *Aedes aegypti* indicated by codominant genetic markers. *Medical and Veterinary Entomology*. 17 (2): 195–204. 2003.

CONNOR, M. E., MONROE, W. M. *Stegomyia* indices and their value in yellow fever control. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 3, p. 9-19. 1923.

CONSOLI, R. A. G. B., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fundação Instituto Oswaldo Cruz. 1994.

CORRÊA, P. R. L.; FRANÇA, E., BOGUTCHI, T. F. Infestação pelo *Aedes aegypti* e ocorrência da dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. *Revista de Saúde Pública*, v. 39, n. 1, p. 33-40. 2005.

COSTA-RIBEIRO, M.C.V, LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R., FAILLOUX, A. Low Gene Flow of *Aedes aegypti* between Dengue-Endemic and Dengue-Free Areas in Southeastern and Southern Brazil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 77, n. 2: p. 303-309. 2007.

COUSENS, S., SMITH, P.G., WARD, H., EVERINGTON, D., KNIGHT, R. S. G., ZEIDLER, M., STEWART, G., SMITH-BATHGATE, E. A. B., MACLEOD, M. A., MACKENZIE, J., WILL, R. G. Geographical distribution of variant Creutzfeldt-Jakob disease in Great Britain, 1994-2000. *The Lancet*, v. 357, p. 1002-1007. 2001.

DA SILVA, V. C., SCHERER, P. O., FALCÃO, S. S., ALENCAR, J., CUNHA, S. P., RODRIGUES, I.M., PINHEIRO, N. L. Diversidade de criadouros e tipos de imóveis freqüentados por *Aedes albopictus* e *Aedes aegypti*. *Revista de Saúde Pública*. v. 40, n. 6, p. 1106-1111. 2006.

DEEN, J. Editorial: The challenge of dengue vaccine development and introduction. *Tropical Medicine and International Health*, v. 9, n. 1, p. 1-3. 2004.

DEGALLIER, N.; TEIXEIRA, J.M.S.; SOARES, S.S.; PEREIRA, R.D.; PINTO, S.C.F.; CHAIB, A.J.M.; VASCONCELOS, P.F.C.; OLIVEIRA, E. *Aedes albopictus* may not be vector of dengue virus in human epidemics in Brazil. *Revista de Saúde Pública*, v. 37, n. 3, p. 386-387. 2003.

DONALÍSIO, M. R., GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do Dengue. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 5, n. 3, p. 259-272. 2002.

DONALÍSIO, M.R.C, LEITE, O. F., MAYO, R. C., ALVES, M. J .C .P., DE SOUZA, A. RANGEL, O., ANDRADE V. R., DE OLIVEIRA, S. S., MATIAS, V. L. M. Use of Temephos for Control of Field population of *Aedes aegypti* in Americana São Paulo, Brazil. *Dengue Bulletin*. 26:173-177. 2002.

DRUCK, S., CARVALHO, M.S., CÂMARA, G., MONTEIRO, A.V.M. Análise Espacial de Dados Geográficos. EMBRAPA: Brasília. 2004. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/analise/>

DURBIN, A. P., WHITEHEAD, S. S., MCARTHUR, J., PERREAULT, J. R., BLANEY, J. E. JR., THUMAR, B., MURPHY, B. R., KARRON, R.A. rDEN4delta30, a live attenuated dengue virus type 4 vaccine candidate, is safe, immunogenic, and highly infectious in healthy adult volunteers. *Infectious Diseases*, v. 191, n. 5, p. 710-18. 2005.

DWASS, M. Modified randomization test for nonparametric hypotheses. *Annals of Mathematical Statistics*, v. 28, p. 181-187. 1957. *apud* SCHERER L. R. Detecção de Conglomerados Espaço-Temporais com Geometria Cilíndrica e Não Cilíndrica. Dissertação - (Mestrado em Estatística). Universidade Federal de Minas Gerais. 2007. 85 p.

EDELMAN, R., WASSERMAN, S. S., BODISON, S. A., PUTNAK, R. J., ECKELS, K. H., TANG, D., KANESA-THASAN, N., VAUGHN, D. W., INNIS, B. L., SUN, W. Phase I trial of 16 formulations of a tetravalent live-attenuated dengue vaccine. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 69, n. 6, p. 48-60. 2003.

EDMAN, J. D., SCOTT, T. W., COSTERO, A., MORRISON, A. C., HARRINGTON, L.C., CLARK, G. G. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. *Journal of Medical Entomology*, v. 35, n. 4, p. 578-583. 1998.

EIRAS, A. E. Culicídeos. In: NEVES, D.P. (Org.); DE MELO, A. L., VITOR, R. W. A.; LINARDI, P.M. *Parasitologia Humana*. 11ª ed. Rio de Janeiro: Atheneu. 2005. 494 p.

EIRAS, A. E., RESENDE, M. C., SILVA, I. M. Proposta de validação da MosquiTRAP e do Sistema de Monitoramento Inteligente (MI-Dengue): uma nova tecnologia para o monitoramento e geração de índices de vigilância entomológica para o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Relatório técnico submetido à SVS-MS, 177p. 2006.

EIRAS, A.E. Armadilha para captura de insetos 2002. Depósito de patente no Brasil: PI0203907-9. 2002.

EIRAS, A.E., RESENDE, M.C. Preliminary evaluation of the “Dengue-MI” technology for *Aedes aegypti* monitoring and control. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 25, n. 1, p. 45-48. 2009.

EISEN, R. J., BEARDEN, S. W., WILDER, A. P., MONTENIERI, J. A., ANTOLIN, M. F., GAGE, K. L. Early-phase transmission of *Yersinia pestis* by unblocked fleas as a mechanism explaining rapidly spreading plague epizootics. *Proceedings of the National Academy of Science*, v. 103, p. 15380-15385. 2006a.

EISEN, R. J., LANE R. S., FRITZ, C. L., EISEN, L. Spatial patterns of Lyme disease risk in California based on disease incidence data and modeling of vector-tick exposure. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 75, p. 669-676. 2006b

EISEN, R.J., EISEN, L. Spatial Modeling of Human Risk of Exposure to Vector-Borne Pathogens Based on Epidemiological Versus Arthropod Vector Data. *Journal of Medical Entomology*, v. 45, n. 2, p. 181-192. 2008.

EPI INFO™. v. 3.5.1. Center for Disease Control and Prevention(CDC). Disponível em: < <http://www.cdc.gov/EpiInfo/>>.

EVANGELISTA, K. S. Estudo da transmissão vertical do Dengue vírus em mosquitos do gênero *Aedes* no município de Belo Horizonte. Dissertação - (Mestrado em Microbiologia). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

FÁVARO, E.A., DIBO, M.R., MONDINI, A. FERREIRA, A.C., BARBOSA, A.A.C., EIRAS, A.E., BARATA, E.A.M.F, CHIARAVALLI-NETO, F. Physiological state of *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAPs™ in Mirassol, São Paulo, Brazil. *Journal of Vector Ecology*, v. 31, n. 2, p. 285-291. 2006.

FÁVARO, E.A., MONDINI, A., DIBO, M.R., BARBOSA, A.A., EIRAS, A.E., NETO, F.C. Assessment of entomological indicators of *Aedes aegypti* (L.) from adult and egg collections in São Paulo, Brazil. *Journal of Vector Ecology*. v. 33, n. 1, p. 8-16. 2008.

FAVIER C., DEGALLIER, N., VILARINHOS, P. T. R., CARVALHO, M. S. L., YOSHIZAWA, M. A. C., KNOX, M. B. Effects of climate and different management strategies on *Aedes aegypti* breeding sites: a longitudinal survey in Brasília (DF, Brazil). *Tropical Medicine and International Health*, v.7, n.2, p. 1104-1118. 2006.

FAY, R. W., ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as a surveillance method for *Aedes aegypti*. *Mosquitoes News*, v. 26, p. 531- 535. 1966.

FERNANDEZ, Z., MONCAYO, A.C., CARRAR, A.S., FORATTINI, O.P., WEAVER, S.C. Vector Competence of Rural and Urban Strains of *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) from São Paulo State, Brazil for IC, ID, and IF Subtypes of Venezuelan Equine Encephalitis Virus. *Journal of Medical Entomology*, v. 40, n. 4, p. 522-527. 2003.

FÈVRE, E.M., COELEMAN, P. G., ODIIT, M., MAGONA, J. W., WELBURN, S C., WOOLHOUSE, M. E. J. The origins of a new *Trypanosoma brucei rhodesiense* sleeping sickness outbreak in eastern Uganda. *The Lancet*, v. 358, p. 625-628. 2001.

FOCKS, D. A. A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators for Dengue Vectors. World Health Organization. 38 p. 2003. Disponível em: <http://www.who.int/tdr/svc/publications/tdr-research-publications/dengue_vectors>.

FOCKS, D. A., HAILE, D. G., DANIELS, E., MOUNT, G. A. Dynamic Life Table Model for *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae): Analysis of the Literature and Model Development. *Journal of Medical. Entomology*, v. 30, n. 6, p. 1003-1017. 1993.

FOCKS, D.A., DANIELS, E., HAILE, D.G., KEESLINGA, J.E. 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*, v. 53, n. 5, p. 489-506. 1995.

FORATTINI, O. P. Culicidologia médica. 2. ed. Edusp : São Paulo. 2002. 864 p.

FORATTINI, O. P. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 20, n. 3, p. 244-245. 1986.

GAMA, R.A., SILVA,E.M., SILVA, I.M., RESENDE, M.C., EIRAS, A.E. Evaluation of the sticky MosquiTRAP™ for detecting *Aedes (Stegomyia) aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) during the dry season in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. *Neotropical Entomology*, v. 36, p. 294-302. 2007.

GIOVANINI, E.C., BURATTINI, M.N., COUTINHO, F.A.B., MASSAD, E., TEIXEIRA, M.G. Dynamics of the 2006/2007 dengue outbreak in Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v.103, n. 6, p. 535-539. 2008.

HABER, W. A., MOORE, C. G. *Aedes aegypti* in the Puerto Rican rain forest: results of a one-year survey. *Mosquito Ecology*. 33: 576-578.1973.

HALSTEAD, S.B. Dengue Virus-Mosquito Interactions. *Annual Reviews in Entomology*, v. 53, p. 273-291. 2008.

HALSTEAD, S.B. Pathogenesis of dengue: challenges to molecular biology. *Science*. v. 239, n. 4839, p. 476-481. 1988.

HARRINGTON L.C., BUONACCORSI, J.P., EDMAN J.D., COSTERO, A., KITTAYAPONG, P., CLARK, G.G., SCOTT, T.W. Analysis of survival of young and old *Aedes*

aegypti (Diptera: Culicidae) from Puerto Rico and Thailand. *Journal of Medical Entomology*, n. 38, p. 537–547. 2001.

HARTBERG, W. K. Observations on the mating behaviour of *Aedes aegypti* in nature. *Bulletin of the World Health Organization*, n. 45, p. 849-850. 1971.

HEINTZE, C., GARRIDO, M.V.; KROEGER, A. What do community-based dengue control programmes achieve? A systematic review of published evaluations. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 101, p. 317-325. 2007.

HERMIDA, L., BERNARDO, L., MARTIN, J., ALVAREZ, M., PRADO, I., LOPEZ, C. A recombinant fusion protein containing the domain III of the dengue-2 envelope protein is immunogenic and protective in nonhuman primates. *Vaccine*, v. 24, n. 16, p. 3165-3171. 2006.

HIEN, D.S. Biology of *Aedes aegypti* (L., 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae). II. Effect of environmental conditions on the hatching of larvae. *Acta Parasitologica Polonica*, v. 23, n. 45, p. 537-552. 1975a.

HIEN, D.S. Biology of *Aedes aegypti* (L., 1762) and *Aedes albopictus* (Skuse, 1895) (Diptera, Culicidae). III. Effect of certain environmental conditions on the development of larvae and pupae. *Acta Parasitologica Polonica*, v. 23, n. 46, p. 553-568. 1975b.

HOMBACH, J. Vaccines against dengue: a review of current candidate vaccines at advanced development stages. *Panamerican Journal of Public Health*, v. 21, n. 4, p. 254-260. 2007.

HONÓRIO, A. H., SILVA, W. C., LEITE, P. J., GONÇALVES, J. M., LOUNIBOS, L. P., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 98, n. 2, p. 191-198. 2003.

HUILLARD D'AIGNAUX, J., COUSENS, S. N., DELASNERIE-LAUPRETRE, N., BRANDEL, J. P., SALOMON, D., LAPLANCHE, J.L., HAUW, J.J., ALPEROVITCH, A. Analysis of the geographical distribution of sporadic Creutzfeldt-Jakob disease in France between 1992 and 1998. *International Journal of Epidemiology*, v. 31, p. 490-495. 2002.

HURTADO-DÍAZ, M., RIOJAS-RODRIGUEZ, H., ROTHENBERG S.J., GOMEZ-DANTES H.; CIFUENTES, E. Short communication : impact of climate variability on the incidence of dengue in Mexico. *Tropical Medicine & International Health*, v. 12, n. 11, p. 1327-1337. 2007.

JOSHI V., MOURYA D. T., SHARMA, R. C. Persistence of dengue-3 virus through transovarial transmission passage in successive generations of *Aedes aegypti* mosquitoes. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 67, p. 158–161. 2002.

KLOWDEN, M. J., BRIEGEL, H. Mosquito gonotrophic cycle and multiple feeding potential: contrasts between *Anopheles* and *Aedes* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology*, v. 31, p. 618-622. 1994.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. *Communications in Statistics: Theory Methods*, v. 26, p. 1481–1496. 1997.

KULLDORFF, M. and Information Management Services Inc., 2007: SatScan® v7.0.3 Software for the spatial and space-time scan statistics. Disponível em: <<http://www.satscan.org>>.

KULLDORFF, M., MOSTASHARI F, ASSUNÇÃO R, HARTMAN J, HEFFERNAN R. A Space-Time Permutation Scan Statistic for the early detection of Disease Outbreak. *PLoS Medicine*, v. 2, p. 216-224. 2005.

KULLDORFF, M.; ATHAS, W., FEUER, E. J., MILLER, B., KEY, C. Evaluating cluster alarms,,: A space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos. *American Journal of Public Health*, v. 88, p. 1377-1380. 1998.

LABARTHE, N., SERRÃO, M. L., MELO, Y. F., OLIVEIRA, S. J., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Mosquito Frequency and Feeding Habits in an Enzootic Canine *Dirofilaria immitis* Area in Niterói, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. v.93, n.2, p. 145-154. 1998.

LIMA, J. B. P., PEREIRA DA CUNHA, M., SILVA JR, R. C. S., GALARDO, A. K. R., SOARES, S. S., BRAGA, I. A., RAMOS, R. P., VALLE, D. Resistance of *Aedes aegypti* to organophosphates in several municipalities in the states of Rio de Janeiro and Espírito Santo, Brasil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. v. 68, p. 329-333. 2003.

MACIEL-DE-FREITAS, R., CODEÇO, C.T., LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Daily Survival Rates and Dispersal of *Aedes aegypti* females in Rio de Janeiro, Brazil. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 76, n. 4, p. 659-665. 2007.

MARKOFF, L., PANG, X., HOUNG, H. S., HOUNG, H., FALGOUT, B., OLSEN, R., JONES, E., POLO, S. Derivation and characterization of a dengue 1 host-range restricted mutant virus that is attenuated and highly immunogenic in monkeys. *Journal of Virology*, v. 76, p. 3318–3328. 2002.

MCDONALD, P. T. Population characteristics of domestic *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in villages on the Kenya coast. II. Dispersal within and between villages. *Journal of Medical Entomology*, v. 14, p. 49-53. 1977.

MESLIN, F.X. Global Aspects of Emerging and Potential Zoonoses: a WHO Perspective. *Emerging Infectious Diseases*, v 3, n. 2, p. 223 -228 1997.

MI-DENGUE®. 2008. <<http://www.midengue.com.br>> - acesso em 25 de fevereiro de 2008.

MOGI, M., MOKRY, J. Distribution of *Wyeomyia smithii* (Diptera: Culicidae) eggs in pitcher plants in Newfoundland, Canada. *Tropical Medicine*, v. 22, p. 1-12. 1980.

- MOORE, C. G., CLINE, B. L., RUIZ-TIBEN, E., LEE, D., ROMNEY-JOSEPH, H., RIVER-CORREA, E. *Aedes aegypti* in Porto Rico: environmental determinants of larval abundance and relation to dengue virus transmission. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 27, p. 1225-1231. 1978.
- MOSTASHARI, F., KULLDORFF, M., HARTMAN, J. J., MILLER, J. R., KULASEKERA, V. Dead bird clustering: A potential early warning system for West Nile virus activity. *Emerging Infectious Diseases*, v. 9, p. 641-646. 2003.
- MOURYA, D. T., GOKHALE, BASU A., BARDE, P. V., SAPKAL G. N., PADBIDRI V. S., GORE M. M. Horizontal and vertical transmission of dengue-2 virus in highly and lowly susceptible strains of *Aedes aegypti* mosquitoes. *Acta Virologica*, v. 45, p. 67-71. 2001.
- MUIR, L. E., KAY, B. H. *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in Northern Australia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 58, p. 277-282. 1998.
- MUIR, L.E., KAY, B.H. *Aedes aegypti* survival and dispersal estimated by mark-release-recapture in northern Australia. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 58, p. 277-282. 1998.
- NELSON, M. J. *Aedes aegypti*: biologia y ecologia. Washington: Organización Panamericana de la Salud. 1986.
- NEWSOM, S.W.B. Pioneers in infection control: John Snow, Henry Whitehead, the Broad Street pump, and the beginnings of geographical epidemiology. *The Journal of Hospital Infection*, v. 64, p. 210-216. 2006.
- ONozuka, D., HAGIHARA, A. Spatial and Temporal Dynamics of Influenza Outbreaks. *Epidemiology*, v.19, p. 824-828. 2008.
- ORTIZ, D.I., KANG, W., WEAVER, S.C. Susceptibility of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) to Infection with Epidemic (Subtype IC) and Enzootic (Subtypes ID, IIIC, IIID) Venezuelan Equine Encephalitis Complex Alphaviruses. *Journal of Medical Entomology*, v. 45, n.6, p. 1117-1125. 2008.
- PAULA, G.A. Modelos de Regressão com apoio computacional. *Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo*. 2004
- PESSANHA, J. E. M., BESSA, A. M. S., MACEDO, E. M., ARAÚJO, S. C. Utilização complementar de indicadores de infestação vetorial para a prevenção do dengue em Belo Horizonte, Minas Gerais. In: Congresso Mundial de Saúde Pública, VIII Congresso Brasileiro de Saúde Coletiva. Rio de Janeiro. 2006.
- PINHEIRO, V. C., TADEI, W. P. Evaluation of the residual effect of temephos on *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) larvae in artificial containers in Manaus, Amazonas State, Brazil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 18, n.6, p. 1529-1536. 2002.
- PUTNAK, J. R., COLLIER, B. A., VOSS, G., VAUGHN, D. W., CLEMENTS, D., PETERS, I., BIGNAMI, G., HOUNG, H. S., CHEN, R. C. M., BARVIR, D. A., SERIWATANANA, J., CAYPHAS, S., GARÇON, N., GHEYSEN, D., KANESA-THASAN, N., MC-

DONELL, M., HUMPHREYS, T., ECKELS, K. H., PRIEELS, J. P., INNISA, B. L. An evaluation of dengue type-2 inactivated, recombinant subunit, and live-attenuated vaccine candidates in the rhesus macaque model. *Vaccine*, v. 23 n. 35, p. 4442-4452. 2005.

REITER, P. Oviposition, dispersal, and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, v. 7, n. 2, p. 261-273. 2007.

REITER, P., AMADOR, M. A., ANDERSON, R. A., CLARK, G. G. Short report: Dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 53, p. 177-179. 1995.

ROZENDAAL, J.A. Vector control: Methods for use by individuals and communities 2nd edition. World Health Organization. Geneva. 412p. 1997. <http://www.who.int/water_sanitation_health/resources/vectorcontrol/en/index.html> acesso em 22/01/2009.

RUI-FENG, Q., LING, Z., CHENG-WU, C. Biological characteristics of dengue virus and potential targets for drug design. *Acta Biochim Biophys Sin*, v. 40, n. 2, p. 91-101. 2008.

RUSSEL, R. C., WEBB, C. E., WILLIAMS, C. R., RITCHIE, S. A. Mark-release-recapture study to measure dispersal of the mosquito *Aedes aegypti* in Cairns, Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology*, v. 19, p. 451-457. 2005.

SABCHAREON, A., LANG, J., CHANTHAVANICH, P., YOKSAN, S., FORRAT, R., ATTANATH, P., SIRIVICHAYAKUL, C., PENGSA, K., POJJAROEN-ANANT, C., CHAMBONNEAU, L., SALUZZO, J. F., BHAMARAPRAVATI, N. Safety and immunogenicity of a three dose regimen of two tetravalent live-attenuated dengue vaccines in five-to twelve-year-old Thai children. *The Pediatric Infectious Diseases Journal*, v. 23 n. 2, p. 99-109. 2004.

SCHERRER, L. R. Detecção de Conglomerados Espaço-Temporais com Geometria Cilíndrica e Não Cilíndrica. Dissertação - (Mestrado em Estatística). Universidade Federal de Minas Gerais. 85 p. 2007.

SCOTT, T. W., CHOW, E., STRICKMAN, D., KITTAYAPONG, P., WIRTZ, R. A., LORENZ, L. H., EDMAN, J. D. 1993. Blood-feeding patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) collected in a rural Thai village. *Journal of Medical Entomology*, v. 30, p. 922-907. *apud* Forattini, O. P. 2002. *Culicidologia médica*. São Paulo: Edusp. 2, 864 p.

SCOTT, T. W., CLARK, G. G., LORENZ, L. H., AMERASINGHE, P. H., REITER, P., EDMAN, J. D. Detection of multiple blood feeding in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during a single gonotrophic cycle using a histologic technique. *Journal of Medical Entomology*, v. 30, p. 94-99. 1993.

SECRETARIA DO ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS (SES-MG). 2006. Situação da dengue no Estado de Minas Gerais, Ano de 2006. Boletim epidemiológico. Ano IX. Nº2. Belo Horizonte.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE (SMSA – PBH). Prefeitura de Belo Horizonte. 2007. Disponível em: <<http://www.pbh.gov.br/smsa/bhdengue>> - acesso em 14 de janeiro de 2008.

SERUFO, J. C., MONTES DE OCA, H., TAVARES, V. A., SOUZA, A. M., ROSA, R. V., JAMAL, M. C., LEMOS, J. R., OLIVEIRA, M. A., NOGUEIRA, R. M. R., SCHATZMAYR, H. G. Isolation of dengue vírus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos City, State of Minas Gerais, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, v. 88, n. 3, p. 503-504. 1993.

SHANNON, R., DAVIS, N.. The flight of *Stegomyia aegypti* (L.). *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 10, p. 145-150. 1930

SWAMINATHAN, S., KHANNA, N. Dengue: Recent Advances in Biology and Current Status of Translational Research. *Current Molecular Medicine*, v. 9 (2), p. 152-173. 2009.

TERRAVIEW. v.3.2.0. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Tecgraf/PUC-Rio. Disponível em: < <http://www.dpi.inpe.br/terraview/>>.

TORRES, E.M. Dengue. Rio de Janeiro. 2005. 344 p.

TRPIS, M., HAUSERMANN, W. Dispersal and other population parameters of *Aedes aegypti* in an African village and their possible significance in epidemiology of vector-borne disease. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*. v. 35, n. 1263-1279. 1986.

TRPIS, M., HAUSERMANN, W., CRAIG, JR. G. B. Estimates of population size, dispersal, and longevity of domestic *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by mark-release-recapture in the Village of Shauri Moyo in Eastern Kenya. *Journal of Medical Entomology*, v. 32, p. 27-33. 1995.

TURKMAN, M.A., SILVA, G.L. Modelos Lineares Generalizados : da teoria à prática. *Universidade de Lisboa*. 2000.

VEZZANI, D., VELÁZQUEZ, S.M., SCHWEIGMANN, N. Control of *Aedes aegypti* with temephos in a Buenos Aires cemetery, Argentina. *Revista de Saúde Pública*, v. 38, n.5, p. 738-740. 2004.

WATSON, T.M., KAY, B.H. Vector competence of *Aedes notoscriptus* (Diptera: Culicidae) for Barmah Forest virus and of this species and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) for dengue 1-4 viruses in Queensland, Australia. *Journal of Medical Entomology*, v. 36, p. 508–514. 1999.

WERNECK, G.L., STRUCHINER, C.J. Estudos de agregados de doenças no espaço-tempo: conceitos, técnicas e desafios. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 13, n. 4, p. 611-624. 1997.

WOLFINSOHN, M., GALUN, R. A method for determining the flight range of *Aedes aegypti* (Linn.) *Bulletin of the Research Council of Israel*, v. 2, p. 433-436. 1953.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2003. Guidelines for Integrated Vector Management. 30 p. Disponível em: <http://www.afro.who.int/vbc/framework-guidelines/guide_integrated_vector_management.pdf>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). 2007. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/disease/dengue/en/>> - Acesso em 18/08/2007.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. 2 ed. Geneva. 1997. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/resources/publications/dengue/Denguepublication/en/print.html>>

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Using climate to predict infectious disease outbreaks: a review. Geneva. 2004. 55 p. <<http://www.who.int/globalchange/publications/oeh0401/en/>>

YANG, H.M., MACORIS, M.L.G., GALVANI, K.C. ANDRIGHETTI, M.T.M, WANDERLEY, D.M.V. Assessing the effects of temperature on the population of *Aedes aegypti*, the vector of dengue. *Epidemiology and Infection*, v. 4, p. 1-15. 2008.

YASUNO, M., TONN, R. J. A Study of Biting Habits of *Aedes aegypti* in Bangkok, Thailand. *Bulletin of the World Health Organization (WHO)*, v. 43, n. 2, p. 319-325. 1970.