

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

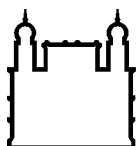
MESTRADO EM MEDICINA TROPICAL

Variação espacial e temporal dos vetores do Dengue *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) e *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) na área urbana do município de Letícia, (Amazonas-Colômbia) e sua associação com a transmissão do Dengue na tríplice fronteira Amazônica (Colômbia-Brasil-Peru)

JOSÉ JOAQUÍN CARVAJAL CORTÉS

RIO DE JANEIRO

2013



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz

INSTITUTO OSWALDO CRUZ

JOSÉ JOAQUÍN CARVAJAL CORTÉS

Variação espacial e temporal dos vetores do Dengue *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1894) e *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) na área urbana do município de Letícia, (Amazonas-Colômbia) e sua associação com a transmissão do Dengue na tríplice fronteira Amazônica (Colômbia-Brasil-Peru)

Dissertação apresentada ao Instituto Oswaldo Cruz como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Medicina Tropical

Orientador (es): Profa. Dra. Nildimar Honório Rocha
Profa. Dra. Cláudia Torres Codeço

RIO DE JANEIRO

2013

ii

INSTITUTO OSWALDO CRUZ
Pós-Graduação em Medicina Tropical

JOSÉ JOAQUÍN CARVAJAL CORTÉS

VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DOS VETORES DO DENGUE *Aedes (Stegomyia) albopictus* (SKUSE, 1894) E *Aedes (Stegomyia) aegypti* (LINNAEUS, 1762) NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE LETÍCIA, (AMAZONAS-COLÔMBIA) E SUA ASSOCIAÇÃO COM A TRANSMISSÃO DO DENGUE NA TRÍPLICE FRONTEIRA AMAZÔNICA (COLÔMBIA-BRASIL-PERU)

ORIENTADOR (ES): Profa. Dra. Nildimar Honório Rocha
Profa. Dra. Claudia Torres Codeço

Aprovada em: ____/____/____

Examinadores:

Profa. Dra. Tamara Nunes Lima Camara
Prof. Dr. Paulo César Peiter
Profa. Dra. Aline Araújo Nobre

Suplentes:

Profa. Dra. Andrea Sobral de Almeida
Prof. Dr. Mauricio Luiz Vilela

AGRADECIMENTOS

À minha querida e amada mãe Mery Cortés, pelo seu incondicional apoio e amor em todos os momentos da minha vida, por ser a grande mestre, que sempre acreditou no meu jeito, dando compreensão e paciência, principalmente durante esses dois anos de curso.

À meu amado pai, José Joaquín Carvajal, por enriquecer meus passos com sua experiência e amor, do jeito que ele só sabe dar, mas com a sinceridade do olhar profundo de um homem que respeito e amo demais.

À meu irmãos Bayoeth, Erick Jovane e Ana Maria que são as colunas da base da minha vida, dos quais sempre tive, tenho e terei orgulho de falar. Os quais me apoiaram nessa minha realidade acadêmica, nos meus grandes sonhos.

À minha Melissa, nossa pequena flor que apareceu na melhor primavera das nossas vidas, e que se converteu em nosso mais grande sonho realizado, e a minha vovó, a grande “Ceiba Sabia” que sustenta nossa família inteira.

Ao Lucas, por sua enorme paciência e apoio nesse processo de vida pessoal e profissional desde minha chegada ao Brasil, por sua charmosa simplicidade, carinho e por me ensinar através do seus olhos a me apaixonar por esse Brasil exuberante.

À Nildimar Honório, minha orientadora, porque foi a razão pela qual cheguei e me apaixonei por meu trabalho, pela sua dedicação e apoio, até nos seus mais difíceis momentos, pelo seu carisma com que me motivou e deu forças nesse trabalho, e por sua paciência e compreensão em todos os planos pessoais e profissionais.

À Cláudia Codeço, minha segunda orientadora, pela sua paciência e tempo com minhas dúvidas, pela clareza e sabedoria com que converteu os dados em resultados harmoniosos e significativamente fantásticos.

À Martha Suarez, por sua incondicional amizade e porque graças a ela conheci a Fiocruz, e continuo contente porque cada vez mais supera minhas expectativas.

Aos meus colegas de turma, por sua incondicional amizade, momentos inigualáveis, nossas saídas de campo, nossas aulas e no decorrer da minha estadia no Brasil, especialmente a Nadia Rivas, Vivian Franco, Carina Martins, Livia Faraco, e toda minha família brasileira.

Aos profissionais do LATHEMA, e do NAPVE, especialmente a Daniel, Celio, Glaucio, Luciane e Carmen por seu grande apoio, experiência, e os bons momentos que ainda nos faltam.

À Dra. Tamara Nunes, pela sua participação na revisão criteriosa, minuciosa análise e contribuições ao texto final.

À minha amada e inesquecível Colômbia, especialmente minha Amazônia pelos seus entardeceres maravilhosos, sua gente, sua imensidade e diversidade holística, por meus eternos amigos do mato, e o homem que sou agora.

Ao Antonio Alvarado, por seu apoio logístico e pessoal, pelas nossas discussões e sonhos acadêmicos, e sua incondicional disposição para o desenvolvimento do trabalho.

À Dra Cidalia Falla, Secretaria de Saúde Estadual do Amazonas, e especialmente à equipe da Unidade de Entomologia e do Laboratório de Saúde Pública, por seu árduo e significativo trabalho no controle e vigilância vetorial no Amazonas Colombiano.

A todos os professores, que ao longo do curso, dispensaram, com dedicação e empenho, seus conhecimentos em benefício de todos os alunos, para facilitarmos o aprendizado e conseqüente aplicação de nossos trabalhos.

A todos os amigos, conhecidos, não conhecidos que direta ou indiretamente fizeram parte desse trabalho e aos quais agradeço de coração.

ÍNDICE

RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Dengue	1
1.2. Manifestações clínicas e classificação dos casos de Dengue.....	2
1.3. Dengue nas Américas.....	3
1.3.1. Dengue na Colômbia.....	6
1.3.2. Dengue no Brasil.....	7
1.3.3. Dengue e sua importância nas fronteiras.....	9
1.4. Vetores do Dengue	10
1.4.1. <i>Aedes aegypti</i> (Linnaeus 1762)	10
1.4.2. <i>Aedes albopictus</i> (Skuse 1894)	12
1.4.3. Biologia do <i>Aedes (Stegomyia) aegypti</i>	14
1.4.4. Biologia do <i>Aedes (Stegomyia) albopictus</i>	15
1.5. Fatores determinantes da distribuição espacial e temporal do Dengue e seus vetores.....	18
1.6. Vigilância dos vetores de Dengue	20
1.6.1. Métodos de vigilância.....	22
1.6.2. Participação Comunitária.....	24
2. JUSTIFICATIVA	25
3. OBJETIVOS	27
3.1. Objetivo geral	27
3.2. Objetivos específicos	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1. Área de estudo.....	28
4.2. Coleta de dados.....	30
4.2.1. Dados entomológicos	30
4.2.2. Dados epidemiológicos.....	31
4.2.3. Dados climáticos	31
4.3. Análises de dados.....	32
5. RESULTADOS	35
5.1. Histórico dos índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012) e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	35

5.2. Histórico dos tipos de criadouros positivos para <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i>	39
5.2.1. Série histórica dos tipos de criadouros positivos para <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009-2).....	40
5.2.2. Série histórica dos tipos de criadouros positivos para <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> (Coocorrência)(2009-3-2012).....	41
5.3. Associação entre os fatores climáticos e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012).....	44
5.4. Associação entre os fatores climáticos e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	52
5.5. Distribuição espacial dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> na área urbana do município de Letícia, Colômbia).....	58
5.6. Distribuição das populações de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> e sua associação com os casos de Dengue na área urbana do município de Letícia, Colômbia.....	73
6. DISCUSSÃO	84
7. CONCLUSÕES	102
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de Variância
CONCELETICIA	“Concejo Municipal de Leticia” (Conselho Municipal de Leticia)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estatística da Colômbia
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DC	Dengue Clásico
DENCO	“Dengue Control” (Controle do Dengue)
DENV-1	Vírus do Dengue Sorotipo 1
DENV-2	Vírus do Dengue Sorotipo 2
DENV-3	Vírus do Dengue Sorotipo 3
DENV-4	Vírus do Dengue Sorotipo 4
DP	Desvío Padrão
EEV	Encefalite Equina Venezuelana
ELS	Exposição à luz solar
ESRI	“Enviromental Systems Research Institute” (Instituto de Pesquisa em Sistemas Ambientais)
EUA	Estados Unidos de America
FHD	Febre Hemorrágica do Dengue
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FTU	Unidades de Turbidez Formazina
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GPS	“Global Positioning System” (Sistema de Posicionamento Global)
IB	Índice de Breteau
IDEAM	Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INS	Instituto Nacional de Saúde da Colômbia
IP	Índice de Infestação Predial
ITR	Índice por Tipo de Recipientes
LST	“Land Superficial Temperature” (Temperatura Superficial do Solo)
MS	Ministerio de Saúde

NBI	Necessidades Básicas Insatisfeitas
NCDENR	“The North Carolina's Department of Environment and Natural Resources” (Departamento de Recursos Naturais e Ambientais de Carolina do Norte)
OMM	Organização Meteorológica Mundial
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPS	Organização Panamericana de Saúde
PAHO	“Panamerican Health Organization” Organização Panamericana de Saúde
PRECIP	Precipitação
R ²	Coeficiente de Determinação (Regressão linear)
RBF	“Radial Basis Functions” (Função de Base Radial)
Rho	Coeficiente de Correlação de Spearman
RNA	“Ribonucleic Acid” (Ácido Ribonucleico)
SAD-69	“South American Datum 1969” Dado Suramericano 1969
SDC	Síndrome de Choque por Dengue
SE	Semana Epidemiológica
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIVIGILA	Sistema de Vigilância Epidemiológica em Saúde Pública da Colômbia
SUSAM	Secretaria de Estado de Saúde
SVS	Secretaria de Vigilância em Saúde
TMAX	Temperatura Máxima
TMED	Temperatura Média
TMIN	Temperatura Mínima
UR	Umidade Relativa
USAID	“The United States Agency for International Development” (Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional)
UTM	Universal Transversa de Mercator
WHO	“World Health Organization” (Organização Mundial de Saúde)
WNV	“West Nile Virus” (Vírus do Nilo Ocidental)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribuição mundial de países onde o Dengue tem sido notificado.....	1
Figura 1.2. Esquema do vírus Dengue.....	2
Figura 1.3: Classificação dos casos de Dengue e níveis de gravidade, de acordo com observações do DENCO.....	3
Figura 1.4. Evolução do Dengue nas Américas. 1980-2009.....	4
Figura 1.5. Série Histórica de casos de Dengue. Colômbia 1990 – 2012.....	7
Figura 1.6. Série histórica de casos de Dengue e hospitalizações. Brasil 1986-2009..	8
Figura 1.7. Distribuição geográfica do <i>Ae. aegypti</i> nas regiões tropicais e subtropicais do mundo.....	11
Figura 1.8. Distribuição geográfica mundial de <i>Ae. albopictus</i> até 2008.....	12
Figura 1.9. Estágios de vida do <i>Ae. aegypti</i>	14
Figura 1.10. Ciclo de vida e estágios morfológicos de <i>Ae. albopictus</i>	16
Figura 4.1. Mapa do município de Leticia (Amazonas, Colômbia).....	28
Figura 5.1. Série temporal do índice de infestação predial (IP) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012) e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	35
Figura 5.2. Série temporal do índice de Breteau (IB) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012) e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	37
Figura 5.3. Série temporal do índice por tipo de recipiente (ITR) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012) e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	38
Figura 5.4. Distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	40
Figura 5.5. Distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	42
Figura 5.6. Frequência relativa de criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	42
Figura 5.7. Distribuição temporal dos indivíduos imaturos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> coletados nos levantamentos realizados desde 2011 até 2012.....	43
Figura 5.8. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Exposição à luz solar (ELS) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	45
Figura 5.9. Diagramas de dispersão da exposição à luz solar (ELS) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	46
Figura 5.10. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Precipitação (PRECIP) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	46

Figura 5.11. Diagramas de dispersão da Precipitação (PRECIP) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	47
Figura 5.12. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Média (TMEDIA) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	47
Figura 5.13. Diagramas de dispersão da Temperatura Média (TMEDIA) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	48
Figura 5.14. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Máxima (TMAX) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	48
Figura 5.15. Diagramas de dispersão da Temperatura Máxima (TMAX) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	49
Figura 5.16. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Mínima (TMIN) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	49
Figura 5.17. Diagramas de dispersão da Temperatura Mínima (TMIN) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	50
Figura 5.18. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Umidade Relativa (UR) de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	50
Figura 5.19. Diagramas de dispersão da Umidade Relativa (UR) e os índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2009).....	51
Figura 5.20. Distribuição temporal dos índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> e a Exposição à luz solar (ELS) (2009-2012).....	52
Figura 5.21. Diagramas de dispersão da exposição à luz solar (ELS) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	52
Figura 5.22. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Precipitação (PRECIP) de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	53
Figura 5.23. Diagramas de dispersão da Precipitação (PRECIP) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	53
Figura 5.24. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Média (TMEDIA) de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	54
Figura 5.25. Diagramas de dispersão da Temperatura Média (TMED) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	54
Figura 5.26. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Máxima (TMAX) de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	55
Figura 5.27. Diagramas de dispersão da Temperatura Máxima (TMAX) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	55

Figura 5.28. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Mínima (TMIN) de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	56
Figura 5.29. Diagramas de dispersão da Temperatura Mínima (TMIN) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	56
Figura 5.30. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Umidade Relativa (UR) de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	57
Figura 5.31. Diagramas de dispersão da Umidade Relativa (UR) e os índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	57
Figura 5.32. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2001.....	59
Figura 5.33. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2002.....	60
Figura 5.34. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2003.....	61
Figura 5.35. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2005.....	63
Figura 5.36. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2006.....	64
Figura 5.37. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2007.....	65
Figura 5.38. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> na área urbana do município de Letícia em 2008.....	67
Figura 5.39. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> na área urbana do município de Letícia em 2009.....	68
Figura 5.40. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> na área urbana do município de Letícia em 2010.....	69
Figura 5.41. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> na área urbana do município de Letícia em 2011.....	71
Figura 5.42. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> na área urbana do município de Letícia em 2012.....	72
Figura 5.43. Comportamento de notificação dos casos de Dengue em 2011 e 2012 no município de Letícia.....	74
Figura 5.44. Mapa de densidade dos casos notificados de Dengue na área urbana do município de Letícia em 2011.....	76

Figura 5.45. Mapa de distribuição dos casos notificados de Dengue na área urbana do município de Leticia em 2012.....	77
Figura 5.46. Mapa da distribuição dos casos notificados de Dengue e das populações de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> em 2011 na área urbana do município de Letícia.....	79
Figura 5.47. Distribuição porcentual de quarteirões com Dengue, e a ocorrência de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> no município de Letícia (2011-2012).....	80
Figura 5.48. Mapa da distribuição dos casos notificados de Dengue e das populações de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> em 2012 na área urbana do município de Letícia.....	81
Figura 5.49. Mapa de risco potencial da transmissão de Dengue na área urbana do município de Letícia.....	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1. Classificação dos períodos climáticos no Alto Solimões, com base nos meses, comportamento aluvial e regime de precipitação na região.....	30
Tabela 5.1. Modelos de regressão linear da série temporal de <i>Ae. albopictus</i> (2000-2012) e <i>Ae. aegypti</i> (2009-2012).....	36
Tabela 5.2. Análise de variância dos índices de infestação por períodos de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i>	36
Tabela 5.3. Teste de Kruskal-Wallis dos índices de infestação (IB, IP e ITR) de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> , por período, com presença ou ausência de campanhas de controle vetorial.....	39
Tabela 5.4. Análise de variância dos tipos criadouros positivos de <i>Ae. albopictus</i> no tempo e por período (2000-2009).....	41
Tabela 5.5. Análise de variância dos tipos criadouros positivos de <i>Ae. aegypti</i> por período.....	43
Tabela 5.6. Modelos de Regressão linear da série temporal dos criadouros (2009-2012) e os indivíduos imaturos (2011-2012) de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i>	44
Tabela 5.7. Análise de variância dos fatores climáticos por períodos desde 2000 até 2012.....	45
Tabela 5.8. Teste de Correlação de Spearman dos índices de infestação de <i>Ae. albopictus</i> e os fatores climáticos (2000-2012).....	51
Tabela 5.9. Teste de Correlação de Spearman dos índices de infestação de <i>Ae. aegypti</i> e os fatores climáticos (2009-2012).....	57
Tabela 5.10. Medidas descritivas da distribuição das populações de <i>Ae. albopictus</i> e <i>Ae. aegypti</i> nos anos 2011 e 2012.....	65
Tabela 5.11. Distribuição Chi-quadrado de Pearson dos quarteirões com presença ou ausência de populações de <i>Ae. aegypti</i> e <i>Ae. albopictus</i> (2009-2012).....	66
Tabela 5.12. Distribuição populacional relativa por faixa etária e sexo dos casos notificados e confirmados de Dengue no município de Letícia, por ano.....	67
Tabela 5.13. Distribuição populacional relativa por ocupação e sexo dos casos notificados e confirmados de Dengue no município de Letícia, por ano.....	68
Tabela 5.14. Resumo estatístico descritivo da distribuição dos casos notificados e confirmados de Dengue por quarteirão nos anos de 2011 e 2012.....	69

Tabela 5.15. Distribuição Chi-quadrado de Pearson dos quarteirões com presença ou ausência de casos notificados e confirmados de Dengue, e a presença ou ausência de populações de <i>Ae. aegypti</i> ou <i>Ae. albopictus</i> (2011-2012).....	72
Tabela 5.16. Modelo regressão logística dos casos notificados e confirmados de Dengue, e a presença ou ausência de populações de <i>Ae. aegypti</i> ou <i>Ae. albopictus</i> (2011-2012).....	72

Resumo

O vírus do Dengue é transmitido naturalmente pelo mosquito *Ae. aegypti*, seu vetor principal no mundo, e em algumas regiões, também pelo mosquito *Ae. albopictus*. Segundo a OMS, o Dengue tornou-se a mais importante arbovirose transmitida por vetores no mundo, causa anualmente cerca de 390 milhões de infecções no mundo, e põe em risco uma população de cerca de 2,5 a 3 bilhões de pessoas. O Dengue é endêmico de regiões tropicais como o sudeste asiático, sul do Pacífico, África Oriental, Caribe e América Latina. Na Colômbia, o primeiro surto de Dengue na cidade de Leticia (Amazonas), fronteira com o Brasil, foi em 2011 com 540 casos notificados de Dengue, bem como em 2012, foram notificados 533 casos. No Brasil, Tabatinga (Amazonas, Brasil), município na fronteira com a Colômbia, notificou 418 casos da Dengue em 2012. Em 1996, *Ae. albopictus* foi registrado na cidade de Tabatinga, mas foi rapidamente erradicado. O primeiro registro de *Ae. albopictus* na Colômbia foi no Bairro de La Esperanza (Leticia, Amazonas) em 1998. Por outro lado, em Tabatinga *Ae. aegypti* foi encontrado em 2008 no porto civil, e na cidade de Leticia em 2009 no bairro de La Union. Se estudou é avaliou a distribuição espaço-temporal dos criadouros positivos e as populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e sua associação com os fatores climáticos e os casos de Dengue na área urbana do município de Leticia-Amazonas (Colômbia). Se realizaram análises descritivas e inferenciais, mapas temáticos da distribuição de ambos vetores, os casos de Dengue, e o risco potencial de transmissão do Dengue no município. *Ae. albopictus* apresentou maior preferência por recipientes descartáveis e tanques baixos, enquanto *Ae. aegypti* foi mais frequente em tanques baixos e recipientes descartáveis, respectivamente. *Ae. albopictus* mostrou um padrão menos sazonal que *Ae. aegypti*, e dentre as variáveis meteorológicas investigadas, as mais importantes foram a precipitação e a exposição à luz solar. A precipitação encontrou-se positivamente correlacionada com os índices de infestação de ambas espécies, contrário à exposição à luz solar, que encontrou-se negativamente correlacionada. Os índices de infestação de *Ae. aegypti* foram significativamente mais associados a esses fatores, comparado ao encontrado com *Ae. albopictus*. Observou-se uma importante redução de criadouros positivos e dos índices de infestação para *Ae. albopictus*, após a introdução de *Ae. aegypti* em 2009. Por outro lado, encontrou-se evidencia significativa de deslocamento de *Ae. albopictus* para a periferia da área urbana de Leticia, após a introdução de *Ae. aegypti* em 2009. Baseando-se na ocorrência de *Ae. aegypti* e Dengue nos quarteirões da área urbana do município de Leticia, concluiu-se que os níveis mais altos de transmissão se encontram nos bairros fronteiros ou periféricos da cidade. Finalmente, o difícil controle e a vigilância ao longo da faixa de fronteira continuará sendo um desafio para reduzir os índices de infestação e a transmissão da doença na cidade, pelas re-infestações, pelos serviços de saneamento precários, entre outros fatores, que contribuem para a manutenção do vírus do Dengue.

Abstract

The virus of the Dengue is transmitted naturally by the mosquito *Ae. aegypti*, its main vector in the world, and in some regions, also by the mosquito *Ae. albopictus*. According to the WHO, the Dengue became the most important arbovirose transmitted by vectors in the world, cause annually nearly 390 million infections in the world, and it puts at risk a population of around 2,5 to 3 billion persons. The Dengue is endemic of tropical regions like the South-East Asia, Pacific South, Oriental Africa, Caribbean and Latin America. In Colombia, the first Dengue outbreak in the city of Leticia (Amazon), borders with Brazil, was in 2011, with 540 notified cases of Dengue, as well as in 2012, 533 cases were notified. In Brazil, Tabatinga (Amazon, Brazil), county in the frontier with Colombia, notified 418 cases of Dengue in 2012. In 1996, *Ae. albopictus* was registered in the city of Tabatinga, but it was quickly eradicated. The first register of *Ae. albopictus* in Colombia was in the Neighborhood of La Esperanza (Leticia, Amazon) in 1998. On the other side, in Tabatinga *Ae. aegypti* was found in 2008 in the civil port, and in the city of Leticia in 2009 in the neighborhood of La Union. It was studied and evaluated the distribution of the positive breeding sites in the space and time and the *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti* populations and its association with the climatic factors and cases of Dengue at the urbane area of the county of Leticia-Amazonas (Colombia). It was made descriptive analyses and inferentials, thematic maps of both vectors distribution, the cases of Dengue, and the potential risk of transmission of the Dengue in the county. *Ae. albopictus* presented bigger preference for disposable containers and low tanks, while *Ae. aegypti* was more frequent in low tanks and disposable containers, respectively. *Ae. albopictus* showed a less seasonal standard behaviour than *Ae. aegypti*, and among the investigated meteorological variables, the most important one was raining and the exposure to solar light. Raining was positively correlated with the infestation rates of both species, opposite to the exposure to the solar light, which was negatively correlated. Infestation rates of *Ae. aegypti* were significantly more associate to these factors, compared to the find with *Ae. albopictus*. It was observed an important reduction of positive breeding sites and of the infestation rates for *Ae. albopictus*, after the introduction of *Ae. aegypti* in 2009. On the other side, it was found significative evidences of dislocation of *Ae. albopictus* for the periphery of the urbane area of Leticia, after the introduction of *Ae. aegypti* in 2009. Based in the incident of *Ae. aegypti* and Dengue in the blocks of the urbane area of the county of Leticia, it was concluded that the highest transmission levels are in the frontier or peripheric neighborhoods of the city. Finally, the difficult control and the vigilance along the frontier belt will keep being a challenge to reduce the infestation rates and disease transmission at the city, by reinfestations, by precarious sanitation services, among other factors, which contribute for keeping the virus of Dengue.

1. INTRODUÇÃO

1.1. DENGUE

Atualmente, o Dengue é considerado uma das mais importantes arboviroses humanas transmitidas por mosquitos no mundo, sendo endêmica em aproximadamente 112 países, causando cerca de 390 milhões de infecções no mundo todo anualmente, com 96 milhões clinicamente notificados. Existem quatro sorotipos de Dengue circulantes, que variam cerca de 30% das suas sequências genéticas (Gurugama et al. 2010, Bhatt et al. 2013). A endemicidade do Dengue é registrada nas regiões tropicais e subtropicais, como o sudeste asiático, sul do Pacífico, África Oriental, Caribe e América Latina (Gubler et al. 1995). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o Dengue põe em risco uma população de, aproximadamente, 2,5 a 3 bilhões de pessoas, especialmente nessas regiões tropicais e subtropicais (Figura 1.1). Nos últimos 30 anos, houve um elevado aumento na distribuição geográfica do Dengue, com alto grau de letalidade e de casos notificados (WHO 2009, San Martín et al. 2010, WHO 2012, Roberts et al. 2013).

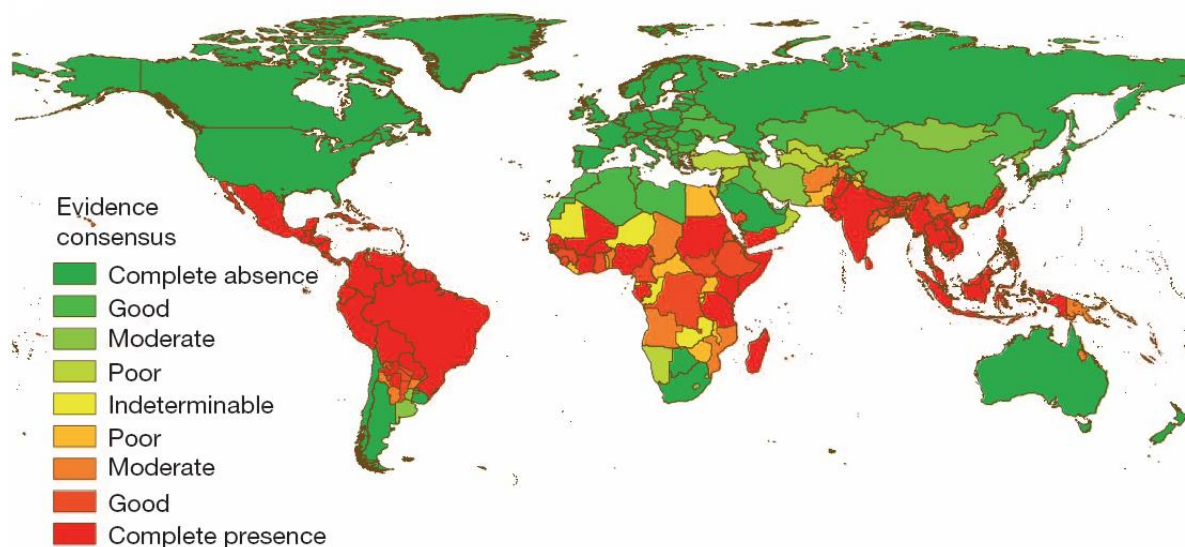


Figura 1.1 Distribuição mundial de países onde o Dengue tem sido notificado. Fonte: Roberts et al. 2013.

O agente etiológico é um vírus RNA pertencente à família Flaviviridae e ao gênero *Flavivirus*. Essa família inclui mais de 70 agentes virais, dos quais mais de 30 são patogênicos ao homem, tais como os vírus da febre amarela, da Febre do Nilo Ocidental (WNV), da hepatite C, dentre outros. Até o momento, são conhecidos quatro sorotipos antigenicamente distintos, denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4 (Gubler 2002, Halstead 2009). São vírus esféricos, envelopados e com cerca

de 40 a 50 nanômetros de diâmetro. O RNA é envolto por um nucleocapsídeo de simetria icosaédrica, composto por uma única proteína, a proteína de capsídeo (C) e circundada por uma bicamada lipídica associada às proteínas de membrana (M) e envelope (E) (Figura 1.2).

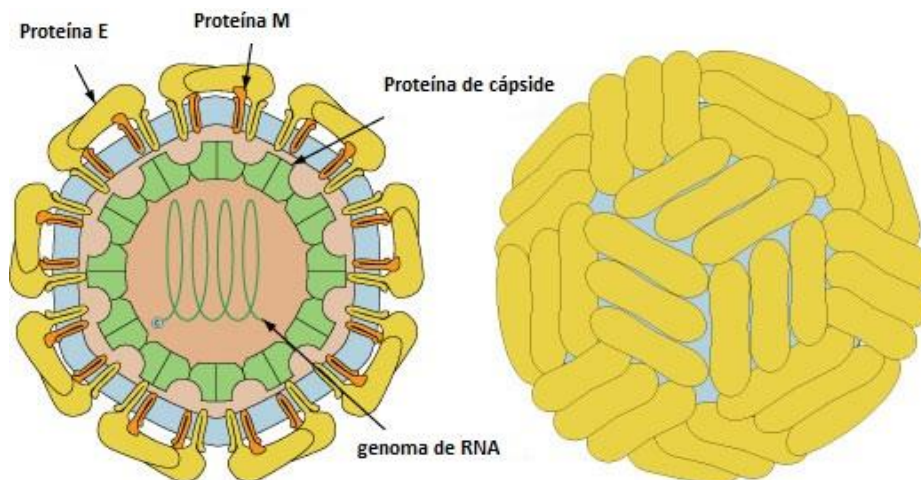


Figura 1.2. Esquema do vírus Dengue. Adaptado Viral Zone. Fonte: <http://viralzone.expasy.org/>. 2013.

1.2. MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS E CLASSIFICAÇÃO DOS CASOS DE DENGUE

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), as infecções pelos vírus DENV apresentam um grande espectro da doença, variando desde manifestações clinicamente inaparentes e brandas (Dengue clássico [DC]) a formas graves e fatais (febre hemorrágica do Dengue [FHD]) e síndrome de choque por Dengue [SCD] (WHO 1997). No DC, a febre é geralmente de início súbito, com duração de, em média, 2 a 7 dias, com sintomas que podem incluir cefaleia, dor retro-orbital, sintomas gastrointestinais, mialgias, artralgia, anorexia, náuseas, vômito e diarreia, que podem ser observados por 2 a 6 dias (Souza et al. 2007). As manifestações hemorrágicas, apesar de incomuns no DC, podem ocorrer em alguns indivíduos, sendo mais comuns as petéquias, equimoses, epistaxe, hemorragia gengival e metrorragias (Cunha & Nogueira 2005). A forma clássica é autolimitada e resulta numa completa recuperação (Nishiura & Halstead 2007).

As formas mais graves do Dengue são as FHD e SCD, que possuem 4 graus de gravidade, sendo observadas mais frequentemente em infecções secundárias e definidas por febre, tendências hemorrágicas, trombocitopenia e extravasamento de

plasma. Os graus I e II são considerados os mais brandos da FHD, enquanto os graus III e IV representam a evolução da doença para o estágio de choque (SCD).

Desde 1980, a OMS reconheceu e recomendou a seguinte classificação do Dengue: Dengue clássico (DC), febre hemorrágica da Dengue (FHD), com ou sem síndrome do choque do Dengue (SCD). No entanto, desde o ano 2009, utiliza-se a classificação revisada, que surgiu a partir dos resultados da pesquisa DENCO¹, que incluiu quase 2.000 casos confirmados de Dengue de oito países e dois continentes, e estabeleceu duas formas da doença: Dengue (com e sem sinais de alerta) e Dengue grave. O chamado Dengue com sinais de alerta é parte da nomenclatura antiga, mas é descrito separadamente por sua extrema importância para auxiliar na decisão de realizar tratamentos terapêuticos ou prevenir Dengue grave. Observações preliminares do DENCO confirmaram que utilizando um conjunto de parâmetros clínicos e/ou laboratoriais, é possível a distinção entre pacientes apresentando Dengue grave ou não (WHO 2009). Os critérios para a classificação dos casos de Dengue (com ou sem sinais de alerta) e Dengue grave estão apresentados na Figura 1.3.



Figura 1.3: Classificação dos casos de Dengue e níveis de gravidade, de acordo com observações do DENCO. Adaptado de WHO 2009.

1.3. DENGUE NAS AMÉRICAS

Após as primeiras descrições de Dengue ocorridas no século XVIII, foram registradas, a partir de 1896, nos Estados Unidos e em países do Caribe, inúmeras epidemias em intervalos irregulares. Os sorotipos envolvidos nestas epidemias não eram conhecidos até 1953, quando foram isoladas as primeiras amostras de DENV-2 em Trinidad (Anderson et al. 1956). Dez anos depois, foram isoladas as primeiras

¹ Estudo Multicêntrico para o Controle do Dengue

amostras de DENV-3 em Porto Rico, sendo estes dois sorotipos responsáveis pelas epidemias ocorridas no continente na década de 1960 (Gubler & Costa 1992). Nesse mesmo período, houve uma tentativa de erradicação do mosquito *Ae. aegypti* das Américas. Porém, com a descontinuidade do programa de erradicação, no início da década de 1970, houve uma reinfestação desse vetor pelo continente (Schliesman & Calheiros 1974, Pinheiro 1989, Gubler & Kuno 1997). Sendo assim, em 1977, o DENV-1 foi introduzido nas Américas, causando uma extensa epidemia (Gubler & Costa 1992). Embora o vírus do Dengue circule há mais de trinta anos nas Américas (Anderson et al. 1956, Russell et al. 1966), a doença hemorrágica não era evidente, pelo menos em forma de epidemia, resultando em casos esporádicos ou, até mesmo, em surtos (Fraser et al. 1978; López Correa et al. 1978). No entanto, a reinfestação da maior parte da América tropical pelo *Ae. aegypti* (Linnaeus, 1762), vetor primário do Dengue nas Américas, associada à ausência de medidas eficazes para o controle vetorial, à crescente urbanização e ao aumento de viagens aéreas, resultou na hiperendemicidade da doença de Dengue e no aumento da incidência dos casos de Dengue hemorrágicos (Figura 1.4).

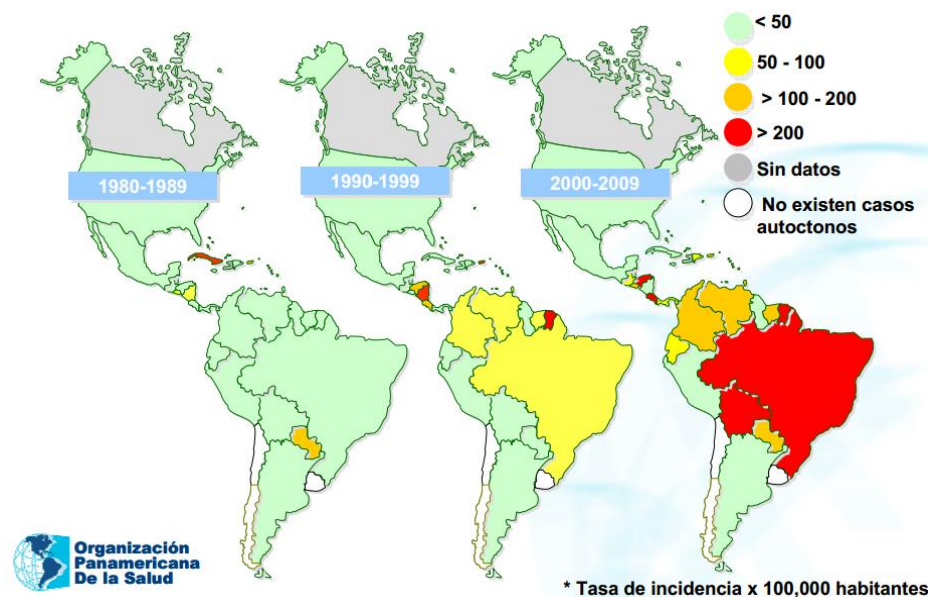


Figura 1.4. Evolução do Dengue nas Américas. 1980-2009. Fonte: OPS 2010.

Por mais de 200 anos, foram relatados casos e epidemias de quadros febris diagnosticados como "Dengue" no continente. Essas apresentações epidêmicas possuíam intervalos de dez ou mais anos que, posteriormente, passaram a ficar mais curtos. As epidemias comprovadas laboratorialmente foram observadas em Trinidad, nos anos de 1953 e 1954, quando se obteve o isolamento do vírus DENV-2, na

Venezuela e na Bacia do Caribe, em 1963 e 1964, com o DENV-3. Sabe-se que o Dengue tem registrado um número elevado de casos notificados nas Américas. Relatos de infecção pelo sorotipo DENV-1 foram observados no Caribe e nas Antilhas, como também na Colômbia, durante a metade da década de 1970, com epidemias causadas também na Jamaica, em 1977, com extensão para outras ilhas do Caribe, América Central, Colômbia, Venezuela e Guiana. Posteriormente, as maiores epidemias de Dengue foram relatadas em Cuba, em 1981, e na Venezuela, nos anos de 1989 e 1990 (OPS 1995). A epidemia em Cuba, veiculada pela introdução do DENV-2, totalizou 344.203 casos notificados, dos quais 10.312 eram graves, com 158 óbitos (Guzman 1988). No caso da Venezuela, a transmissão dos sorotipos DENV-1, DENV-2 e DENV-4, entre outubro de 1989 e abril de 1990, propiciaram 8.619 casos notificados, com 117 mortes e presença de casos comprovados de febre hemorrágica de Dengue (Salas et al. 1998).

O cenário epidemiológico do Dengue nas Américas registrou um total de 1.299 mortes, com uma taxa de letalidade para a forma hemorrágica de 1,2% durante os anos de 2001 a 2007. Em 2009, na região das Américas, a taxa de mortalidade foi de 1,56 % (PAHO 2009a). Em Barbados, Colômbia, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Guiana Francesa, México, Peru, Porto Rico e Venezuela, foram identificados os quatro sorotipos simultaneamente em um ano durante esse período (WHO 2009). Nas Américas, 89,3% dos casos de Dengue de 2005 a 2012 concentraram-se em 8 países: Brasil (61,9%), México (7,5%), Venezuela (6,1%), Bolívia (2,3%), Colômbia (5,5%), Honduras (2,3%), Paraguai (1,7%) e El Salvador (1,8%) (WHO 2012).

Nas Américas, de 1950 até 1960, foi realizado um esforço para a erradicação do *Ae. aegypti*. O vetor primário do Dengue foi erradicado no México, Panamá, Costa Rica, Colômbia, Equador, Peru, Paraguai, Argentina, Chile, Uruguai, Brasil, Ilhas Cayman e Bermudas. O fato da eliminação não ter sido completa em todos os países das Américas propiciou novas reinfestações (Gratz 1991, Gomez et al. 1992). Na década de 1970, o apoio financeiro para a realização do monitoramento e controle foi reduzido e, em 1988, apenas Bermudas, Ilhas Cayman, Costa Rica, Uruguai e Chile relataram ausência do *Ae. aegypti*. O aumento da veiculação dos sorotipos de Dengue, a re-invasão de *Ae. aegypti*, a falta de medidas eficazes para combater o mosquito, a crescente urbanização, o aumento de viagens aéreas favoreceram a endemidade do Dengue em muitos países das Américas (Gubler 1989, OPS 1995).

Por outro lado, a ausência de medidas eficazes de controle, com capacidade de manter a infestação do *Ae. aegypti* em níveis abaixo do limiar de transmissão, tem sido considerada a principal causa do aumento da incidência do Dengue nas Américas, além da redução da vigilância entomológica durante os períodos interepidêmicos, a ausência de financiamentos e, possivelmente, a pressão política sobre as autoridades de saúde para o uso limitado dos recursos (Gomez et al. 1992, OPS 1995, 1997).

Como exemplo dos esforços para combater o *Ae. aegypti*, observou-se o programa desenvolvido em Porto Rico e nas Ilhas Virgens, que tinha direcionado todos os esforços para o controle do Dengue e não somente do vetor primário (Gubler & Costa 1992). De fato, o programa baseou-se na vigilância ativa, controle de vetores de resposta rápida em situações de emergência, plano integrado para combater em longo prazo, integrando a participação da comunidade, educação e implementação de um plano de hospitalização de emergência (Gratz 1991). Em 1881, Finlay estabelece em Cuba a modalidade vetorial da transmissão da virose por *Ae. aegypti*, o que é claramente demonstrado pelos famosos experimentos no Acampamento Lazear (Leonard 1990). Os estudos de Gorgas, em Cuba e Panamá, e os de Oswaldo Cruz, no Brasil, lançaram as bases para os futuros programas de controle de vetores (Franco 1976). A febre amarela e seu controle e, logicamente, o *Ae. aegypti*, constituem o tema da primeira Convenção Sanitária Internacional das Repúblicas Americanas em Washington em 1902 e fica como preocupação sanitária internacional até que por vários sucessos de controle de vetores, observa-se a obtenção da vacina contra a febre amarela (17D). A Organização Panamericana da Saúde (OPS), em 1947, fez o lançamento oficial da Campanha Continental de erradicação do *Ae. aegypti* (OPS 1992).

1.3.1. DENGUE NA COLÔMBIA

Desde 1978, a taxa de incidência de Dengue clássico na Colômbia é flutuante, com um leve incremento anual. Desde o final de 1980, é considerado um país endêmico para essa arbovirose, pois 80% do país estão completamente infestados pelo *Ae. aegypti*. As taxas de incidência do Dengue têm aumentado nos últimos anos, passando de 99,4 por 100.000/habitantes em 1980, 178 por 100.000/hab em 1999 a 493 por 100.000/hab em 2010. Desde seu ressurgimento na década de 70, a transmissão do Dengue apresentou uma grande expansão geográfica e intensificação

no território colombiano, com um aumento de 402 municípios com transmissão endêmica, em 1999, para 621 municípios, em 2009 (Padilla et al. 2012).

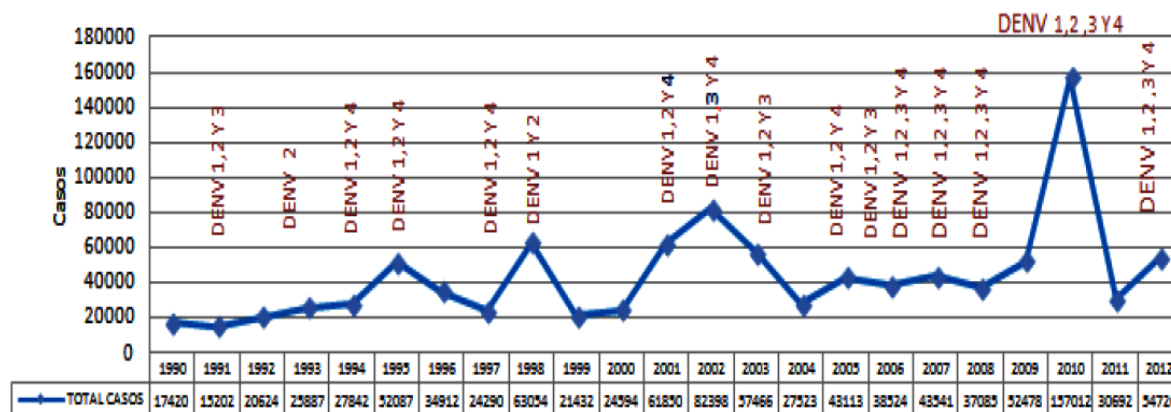


Figura 1.5. Série Histórica de casos de Dengue. Colômbia 1990 – 2012. Fonte: Instituto Nacional de Salud 2013.

Durante o ano de 2010, se apresentou a maior epidemia da história da Colômbia, com um total de 157.202 casos de Dengue notificados (Figura 1.5), com 221 mortes confirmadas e uma taxa de letalidade de 2,26% (Padilla et al. 2012, INS 2012). Em 2012, foram registrados 26.693 casos confirmados e 911 casos confirmados de Dengue grave (INS 2013a). Em Letícia (Amazonas, Colômbia), o primeiro surto de Dengue foi reportado em 2011, com 530 casos confirmados de Dengue e 10 de Dengue grave, enquanto em 2012, foram registrados 513 casos confirmados de Dengue (INS 2012, SIVIGILA 2013).

1.3.2. DENGUE NO BRASIL

No início do século XX, o Brasil passou por campanhas de erradicação do *Ae. aegypti*, vetor da febre amarela urbana e do Dengue. Esta ação brasileira de controle do *Ae. aegypti*, que começou com Emílio Ribas, em 1903, e Oswaldo Cruz, em 1904, teve grande êxito mais tarde, com apoio e coordenação da Organização Pan-Americana da Saúde (OPS) e da Fundação Rockefeller (Benchimol 2001). Assim, essa espécie foi considerada erradicada no Brasil em 1956. Por isso, é provável que não tenham relatos de epidemias de Dengue no país a partir da década de 1950.

Depois da campanha continental de erradicação do *Ae. aegypti*, o Brasil teve seu primeiro surto, em 1981-1982, na cidade de Boa Vista, estado de Roraima, com a introdução dos sorotipos DENV-1 e DENV-4 (Osanaí et al. 1983). Em 1986, o DENV-1 foi isolado em Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro (Schatzmayr et al. 1986)

e, após 1987, a doença tornou-se endêmica não só neste estado, como também em São Paulo, Minas Gerais e Ceará (Degallier et al. 1996, Nogueira et al. 1999, Vasconcelos et al. 1999). Desde essa época, o Ministério da Saúde tem mantido notificações semanais do Dengue. Entre 1980 e 2000, foram registrados casos de Dengue em 20 estados federativos, com circulação dos sorotipos DENV-1 e DENV-2 (FUNASA 2001). No período entre 2001 e 2007, na sub-região do Cone Sul (Argentina, Chile, Uruguai, Paraguai e Brasil), 98,5% dos casos foram oriundos do Brasil, que também relatou a taxa mais alta de mortalidade (PAHO 2009b). Em 2001, a entrada do sorotipo DENV-2 propiciou a segunda epidemia, com 19.827 casos notificados e, em 2002, com a circulação do sorotipo DENV-3, aproximadamente, 400 casos de Dengue foram registrados (SUSAM 2010).

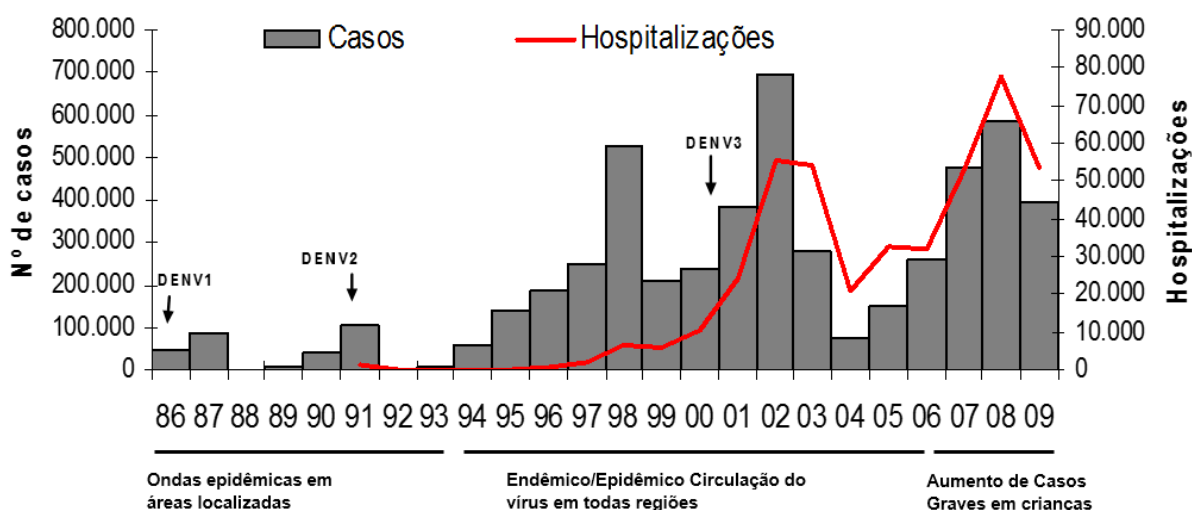


Figura 1.6. Série histórica de casos de Dengue e hospitalizações. Brasil 1986-2009. Fonte: SVS 2009.

Já nos idos de 2007-2008, o Rio de Janeiro passou por uma grave epidemia de Dengue veiculada pelos sorotipos DENV-1 e DENV-2. Em 2008, por exemplo, um total de 259.392 casos de Dengue foi registrado no estado, correspondendo a 35% dos 734.384 casos notificados no Brasil (PAHO 2008, SVS 2009) (Figura 1.6). Em 2009, a maioria dos casos notificados de Dengue foi registrada no estado da Bahia (MS 2010). No ano 2011, foram notificados 689.277 casos, sendo 9% no estado do Amazonas (SUSAM 2012, DATASUS 2013). É importante ressaltar que na região norte do Brasil, o estado do Amazonas, em 1998, registrou a primeira epidemia de Dengue pelo sorotipo DENV-1, com mais de 13 mil casos de Dengue confirmados.

Durante o ano de 2012, foram notificados 576.758 casos de Dengue na região norte do país, dos quais 5.226 ocorreram no estado do Amazonas, com circulação dos quatro sorotipos, especialmente na capital, onde estão cerca de 70% dos registros. Na cidade de Tabatinga-Amazonas, cidade fronteiriça com Letícia-Colômbia, o primeiro e único caso confirmado de Dengue foi reportado em 2010, aumentando para 418 casos em 2012 e 150 casos até a semana epidemiológica 44 de 2013 (DATASUS 2013, SUSAM 2012).

1.3.3. DENGUE E SUA IMPORTÂNCIA NAS FRONTEIRAS

A importância do Dengue nas zonas fronteiriças deve-se, principalmente, pela sua vulnerabilidade, propiciada pelo elevado intercâmbio que ocorre entre diferentes grupos sociais (trabalhadores, estudantes, motoristas, militares, turistas, comerciantes, imigrantes), através dos mais diversos meios de transportes, facilitando, assim, o processo de difusão e estabelecimento de doenças emergentes e reemergentes. As barreiras detectadas pelo limite político internacional (principalmente as jurídicas e econômicas) tornam o controle de doenças ainda mais difícil nessas regiões. O processo saúde-doença, geralmente, transcende as fronteiras e pode afetar ambos os lados, podendo propagar-se, até mesmo, para regiões remotas dos limites dos países (Peiter 2005).

No caso da tríplice fronteira entre Colômbia-Brasil-Peru, destaca-se a presença de "cidades gêmeas", geralmente localizadas nos corredores de circulação entre os países e definidas pela alta interação estabelecida entre si. Apresentam grande potencial de integração econômica e cultural, assim como manifestações condensadas dos problemas característicos da fronteira, com efeitos diretos sobre o desenvolvimento regional e da cidadania (Machado et al. 2005). Mesmo assim, as precárias condições de vida e a falta de saneamento básico em áreas urbanas e rurais dessas zonas fronteiriças caracterizam uma condição crítica para a saúde da população residente e flutuante. Por isso, as autoridades de saúde locais enfrentam um importante desafio para melhorar a situação de saúde, principalmente relacionadas às doenças infecciosas e transmissíveis (Peiter 2005, Suarez-Mutis et al. 2010).

Acredita-se, então, que a combinação da identificação dos determinantes sociais e ambientais da saúde envolvidos na manutenção do Dengue e com a distribuição dos seus vetores permitem avaliar a dinâmica espacial e temporal das espécies analisadas, bem como sua importância epidemiológica e associação com os

possíveis determinantes identificados no território. Esse conhecimento permite a compreensão dos aspectos bioecológicos a partir de uma abordagem multidimensional, visando propor soluções de prevenção e controle mais eficazes nas zonas fronteiriças e da implementação de planos de contingência para surtos de arboviroses, que são considerados um grave problema de saúde pública (OPS 2009, Machado et al. 2005).

1.4. VETORES DO DENGUE

Aedes aegypti e *Ae. albopictus* (Skuse, 1894) pertencem ao subgênero *Stegomyia*. Esse subgênero é natural do Velho Mundo, particularmente das regiões zoogeográficas Etiópica e Oriental. No entanto, ambas as espécies de *Aedes* invadiram países fora de sua distribuição zoogeográfica, incluindo o Brasil (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). *Aedes aegypti* e *Ae. albopictus* são considerados vetores para a transmissão do vírus Dengue no Brasil, sendo o primeiro considerado vetor primário, enquanto o segundo, vetor potencial. Embora essas duas espécies compartilhem vários aspectos semelhantes com relação à biologia e ecologia, existem algumas diferenças quanto à distribuição geográfica, frequência nos distintos ambientes modificados, segregação espacial, competição interespecífica, dentre outros, que merecem ampla discussão.

1.4.1. *Aedes aegypti*

Nas Américas, o *Ae. aegypti* foi introduzido durante o período colonial, provavelmente na época do tráfico de escravos (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Atualmente, essa espécie tem infestado todos os países dos continentes americanos (Figura 1.7-i), desde os 45° latitude norte e 35° latitude sul, com exceção do Canadá e de áreas onde as condições de altitude (até 2.200 m) e fatores climáticos, como a temperatura, têm impedido a colonização dessa espécie (Suarez & Nelson 1981, OPS 1995, Ted 2010).

Conforme descrito anteriormente, diversos programas de controle para o *Ae. aegypti* foram desenvolvidos nas Américas. O plano continental de erradicação do *Ae. aegypti* alcançou, ao longo dos anos, o sucesso de eliminação dessa espécie em 1955, através da utilização de diferentes metodologias integradas (petrolização, coleta de recipientes, uso de larvicidas organofosforados e adulticidas, dentre outros). Na década de 1970 e início de 1980, o plano de erradicação aparentemente tinha restringido o *Ae. aegypti* às áreas do Caribe, América Central e as Antilhas (Figura

1.7-ii), mas durante esse período, surgiu uma nova infestação em países com erradicação considerada exitosa. Acredita-se que a reinfestação foi causada, principalmente, pela resistência do *Ae. aegypti* aos inseticidas, além da ineficaz vigilância entomológica e a ausência de erradicação de países vizinhos ao Brasil, como, por exemplo, as Guianas, Venezuela, Estados Unidos, Cuba e vários países centro-americanos (Franco 1976, Consoli & Lourenço de Oliveira 1994, OPS 1997).

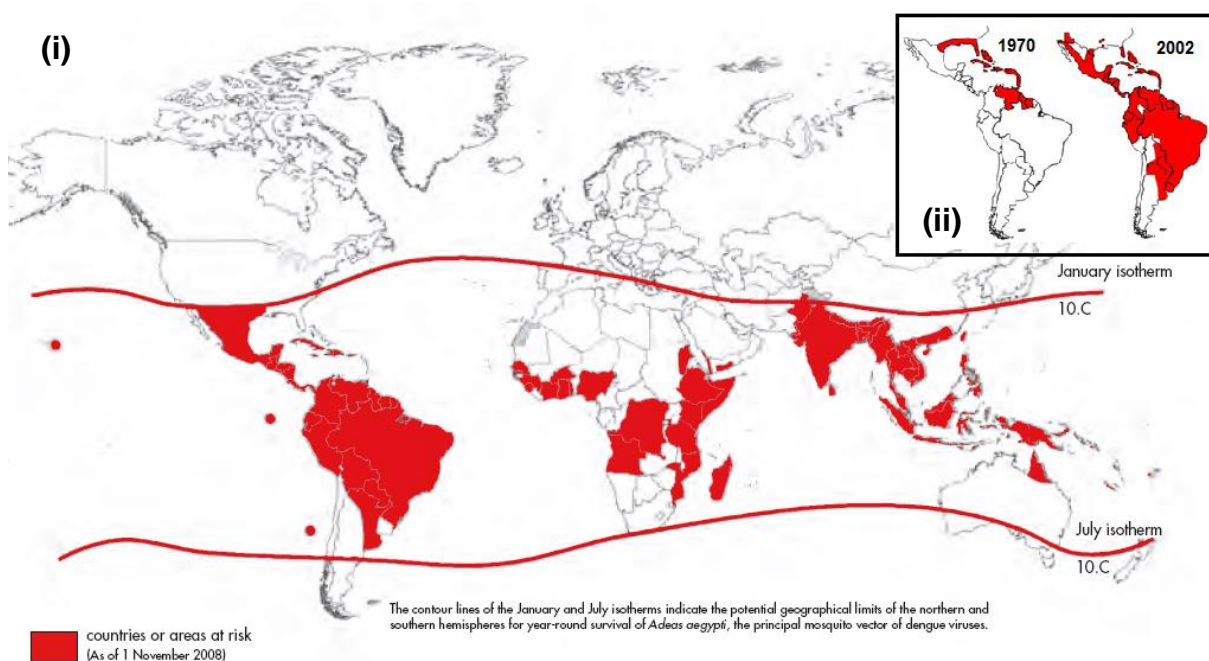


Figura 1.7. Distribuição geográfica do *Ae. aegypti* nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. (i) Áreas o países com *Ae. aegypti* até 2008. (ii) Distribuição geográfica do *Ae. aegypti* nos anos de 1970 e 2002. Fonte: Adaptado WHO 2009.

De fato, o descuido facilitou a reinvasão do Brasil pelo *Ae. aegypti*, em Belém do Pará, em 1967. Sendo assim, em 1976 o *Ae. aegypti* reiniciou sua expansão pelo território brasileiro, provavelmente no litoral, uma vez cidades como Rio de Janeiro e Salvador estavam infestadas nesse momento (Schatzmayr 2000). O primeiro relato na região da alta Amazônia foi na cidade de Manaus (Amazonas, Brasil), em novembro de 1996 (Pinto et al. 2004).

Em Tabatinga (Amazonas, Brasil), município na fronteira com a Colômbia, essa espécie foi encontrada no porto durante uma inspeção larval, em 2008 (Alvarado & Carvajal 2011). Em 2006, foi relatada, pela primeira vez, a presença do *Ae. aegypti* na área urbana do município de La Pedrera, Colômbia (Rojas-Gil & Brochero 2008), porém, somente em 2009, o *Ae. aegypti* foi encontrado na cidade de Letícia, com a

ocorrência de duas larvas dessa espécie, coletadas durante a inspeção semanal da vigilância entomológica (Alvarado & Carvajal 2011).

1.4.2. *Aedes albopictus*

Assim como o *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* é um mosquito invasor. Esta espécie, conhecida como “tigre asiático”, encontra-se distribuída em áreas de clima temperado e tropical na Austrália, Região Oriental, Nova Guiné, Ilhas Marianas, Havaianas, Bonin, Reunion e Maurício, Madagascar, Oeste do Irã e Japão (Figura 1.8). A introdução e estabelecimento do *Ae. albopictus* nas Américas foi primeiramente registrada no Texas, Estados Unidos, em 1985, com a detecção de formas imaturas em pneus usados provenientes da Ásia (Estrada-Franco & Craig 1995, Benedict et al. 2007). No Brasil, a espécie foi detectada, pela primeira vez, em 1986, na cidade de Itaguaí, Rio de Janeiro (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).

Atualmente, o *Ae. albopictus* é encontrado em, aproximadamente, 28 países ao redor do mundo. O aumento da expansão desse vetor deve-se, principalmente, ao comércio internacional de pneus usados (Hawley et al. 1987). Sua introdução e propagação no continente americano, na década de 1980, ocorreram, dentre outros fatores, devido à expansão acelerada do tráfego aéreo e marítimo, sem vigilância entomológica adequada, às condições ambientais favoráveis para a sua reprodução nesse hemisfério e sua adaptabilidade aos mesmos recipientes que servem como criadouros de *Ae. aegypti*, em ambientes domésticos e peridomésticos (OPS 1987, Ponce et al. 2004).

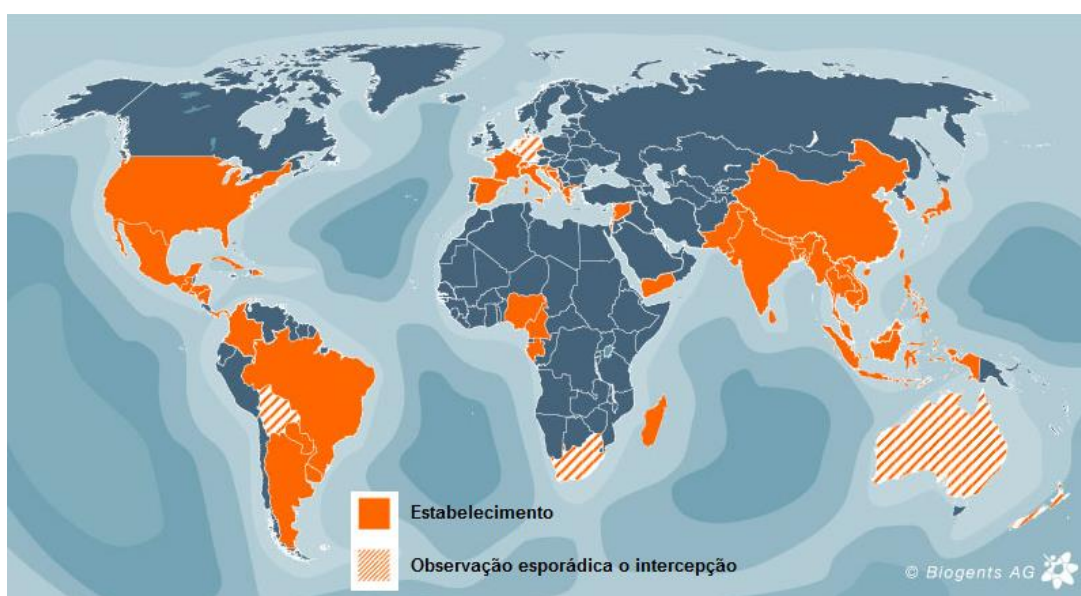


Figura 1.8. Distribuição geográfica mundial de *Ae. albopictus* até 2008. Fonte: Biogents AG 2008.

No Brasil, em 1986, no estado do Rio de Janeiro, foi detectada a sua presença, introduzido em oco de bambu importado do Japão, para a criação de "quebra-vento" para fins agrícolas (Forattini 1986). Em 1995, *Ae. albopictus* já estava presente em grandes áreas dos estados brasileiros de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná (Gomes & Marques 1988, Consoli & Lourenço de Oliveira 1994). Em 1996, foi registrada a primeira ocorrência na cidade de Tabatinga (Amazonas, Brasil), mas foi rapidamente controlado (Ferreira et al. 2003).

Na Colômbia, o primeiro registro de *Ae. albopictus* foi no bairro de La Esperanza (Letícia, Amazonas) no ano 1998, mas nesse momento não foram detectadas larvas em criadouros naturais ou artificiais, apenas adultos machos e fêmeas (Velez et al. 1998). Posteriormente, encontrou-se em Buenaventura, Valle del Cauca, em 2001 (Suarez 2001), Cali, Valle del Cauca, em 2007 (Cuellar-Jimenez et al. 2007), Barrancabermeja (Santander), em 2010 (Gutierrez et al. 2011) e em Medellín (Antioquia), em 2011 (Rúa-Urbe et al. 2011).

Aedes albopictus é um potencial vetor de Dengue nas Américas, mas no sudeste asiático é vetor primário do Dengue e outras arboviroses (Hawley 1988, Reiter et al. 2006). Essa espécie tem sido responsável pela transmissão do vírus do Nilo Ocidental (WNV), nos Estados Unidos, e na veiculação de surtos de Vírus da Encefalite Equina (EEV) (Holick 2002, Sardelis et al. 2002). Apesar da abundante literatura sobre a importância de *Ae. albopictus* na veiculação de doenças ao homem, no Brasil essa espécie ainda é considerada vetor primário do Dengue (Schatzmayr 2000), embora formas imaturas tenham sido encontradas infectadas com DENV-1, apontando para a transmissão transovariana (Serufo et al. 1993). No México e na Colômbia, também foram encontrados machos infectados e formas imaturas, respectivamente (Ibañez-Bernal et al. 1997, Mendez et al. 2006).

1.4.3. BIOLOGIA DO *Aedes (Stegomyia) aegypti*

O ciclo biológico do *Ae. aegypti* é holometábolo, ou seja, com metamorfose completa, compreendendo desde a fase de ovo, quatro estádios larvais e pupa até o estágio adulto, sendo influenciado por variáveis climáticas (temperatura e pluviosidade) e disponibilidade de recursos alimentares no criadouro (Figura 1.9). Os ovos têm, aproximadamente, um milímetro de comprimento; são, inicialmente, de cor branca, tornando-se, posteriormente, pretos durante o desenvolvimento do embrião. Os ovos do *Ae. aegypti* são resistentes à dessecação e a maioria apresenta rápida

eclosão, enquanto que uma pequena porcentagem é considerada resistente, inativa ou residual. Os ovos apresentam períodos de quiescência que possibilita ao mosquito ampla sobrevivência, devido à resistência às adversidades climáticas (Silva & Silva 1999). Geralmente, após cada alimentação de sangue, a fêmea desenvolve uma grande quantidade de ovos (Gadelha & Toda 1985, Scott et al. 1993). No entanto, muitas vezes, as fêmeas desse mosquito alimentam-se de sangue mais de uma vez entre cada postura, especialmente se são perturbadas antes de completarem a hematofagia.

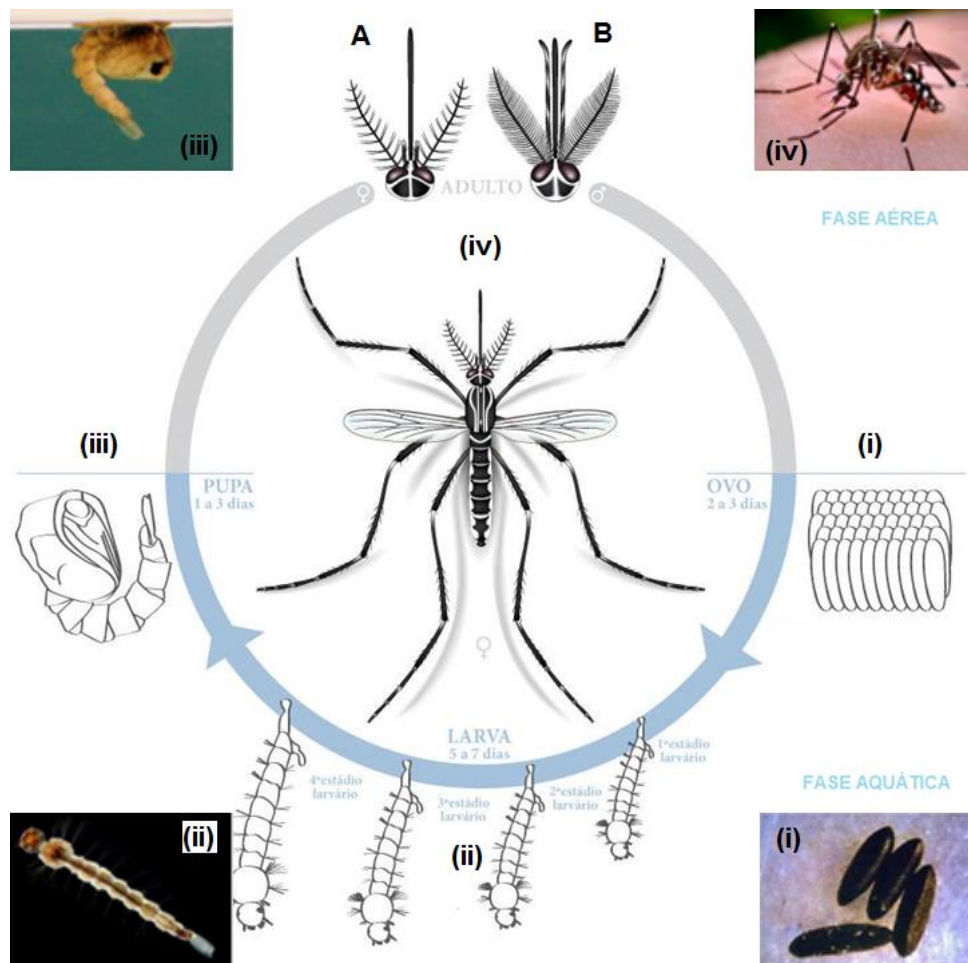


Figura 1.9. Estágios de vida do *Ae. aegypti*. (i) Ovo. (ii) Estádios larvais (L1, L2, L3 e L4). (iii) Pupa. (iv) Adulto: A) Cabeça da fêmea, B) Cabeça do macho. Fonte: <http://www.casadasciencias.org/>

Ae. aegypti está associado a ambientes urbanos e suburbanos, onde há elevada concentração populacional humana e alta concentração de residências (Braks et al. 2003, Lima-Camara et al. 2006). Com efeito, sua distribuição pelo mundo deu-se de forma passiva, sendo o homem o principal responsável por sua disseminação, tornando a espécie presente no domicílio e peridomicílio, onde encontrou condições favoráveis para a sua permanência e proliferação,

provavelmente devido à oferta abundante de criadouros produzidos e por seu elevado comportamento antropofílico (Christophers 1960). Os criadouros do *Ae. aegypti* estão situados, preferencialmente, no intra e peridomicílio, em áreas urbanas e suburbanas, e a redução dos criadouros em áreas de presença desse vetor pode promover sua dispersão (Ordonez et al. 2001, Edman et al. 1998).

Sabe-se que os mosquitos utilizam apenas um espaço estreito dos habitats aquáticos, além da superfície da água, o que concorda com sua presença em grande variedade de recipientes artificiais fornecidos pela sociedade industrial, até em criadouros subterrâneos (Briegel 2003, Russell et al. 2002). Apesar do *Ae. aegypti* permanecer próximo de seus locais de reprodução, cerca de 100 a 300 metros, aproximadamente (Gubler & Kuno 1997, Liew & Curtis 2004), a dispersão ativa dessa espécie tem sido registrada até 840 metros (Reiter & Nathan 2001, Honório et al. 2003).

Em relação à alimentação sanguínea, *Ae. aegypti* é considerado um mosquito antropofílico, alimentando-se do sangue humano, principalmente durante o amanhecer e próximo ao crepúsculo vespertino (Consoli & Lourenco-de-Oliveira 1994). Estudos sobre a detecção das fontes alimentares de fêmeas de *Ae. aegypti*, realizados em Tucson, Arizona, comprovaram que 80% das fêmeas alimentaram-se de sangue humano (Hoeck et al. 2003).

1.4.4. BIOLOGIA DO *Aedes (Stegomyia) albopictus*

Aedes albopictus, também conhecido como “tigre asiático”, é uma espécie oriunda do sudeste asiático, onde lá atua como vetor primário do vírus Dengue em diversos países (Hawley 1988, Gratz 2004, Ponlawat & Harrington 2005). Essa espécie adaptou-se aos ambientes urbanos e, assim como *Ae. aegypti*, é encontrada em áreas tropicais e subtropicais (Hawley 1988).

Aedes albopictus é frequentemente encontrado em ambientes silvestres, com mais vegetação natural e baixa densidade populacional humana, porém pode ser também encontrado em ambientes suburbanos, onde há relativa cobertura vegetal presente (Hawley 1988, Braks et al. 2003, Lima-Camara et al. 2006). Trata-se também de um mosquito que, frequentemente, é capturado no lado de fora das casas, preferindo, assim, o peridomicílio ao intradomicílio (Thavara et al. 2001, Gomes et al. 2007, Lima-Camara et al. 2006). É bastante eclético em relação à alimentação, podendo se alimentar do sangue de outros vertebrados, além do homem (Sullivan et al. 1971, Savage et al. 1993, Niebylski et al. 1994). Assim como mostrado para a

espécie *Ae. aegypti*, *Ae. albopictus* também apresenta seu ciclo biológico do tipo holometábolo, incluindo as fases de ovo, larva, pupa e adulto (Figura 1.10).

Os ovos de *Ae. albopictus* são pretos e alongados. O período de incubação é de 2 a 4 dias, quando a temperatura está entre 24°C e 27°C e a umidade relativa entre 70% e 80%. Estudos em países temperados têm demonstrado que os ovos de *Ae. albopictus* podem entrar em diapausa, que é ativada por estímulos específicos que reduzem a morfogênese, mediados principalmente pelo fotoperíodo e temperatura (Pumpini et al. 1992). As larvas de *Ae. albopictus* emergem quando são expostas a estímulos específicos, como a quantidade de oxigênio dissolvido na água, possivelmente por sua relação com uma elevada atividade microbiana e uma grande quantidade de nutrientes na água (Estrada-Franco & Craig 1995).

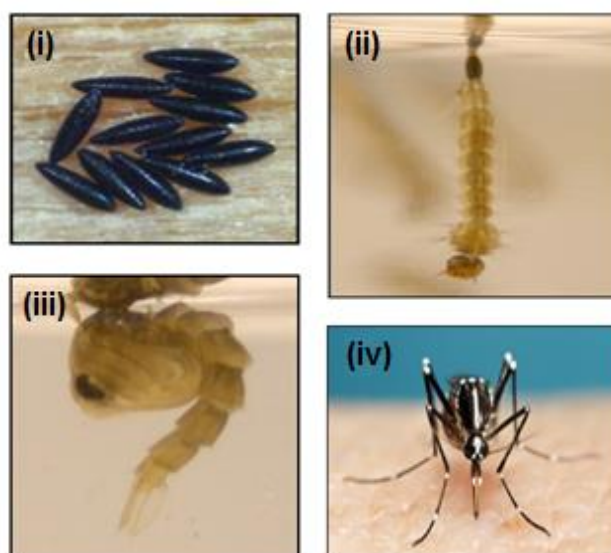


Figura 1.10. Ciclo de vida e estágios morfológicos de *Ae. albopictus*. (i) Ovo, (ii) Larva, (iii) Pupa, e (iv) Adulto (Fêmea), Fonte: NCDENR info pamphlet.

Embora suas desovas também sejam feitas em criadouros artificiais, tais como os supracitados para *Ae. aegypti*, as formas imaturas de *Ae. albopictus* são encontradas numa maior variedade de depósitos (Marquetti 2000), especialmente os naturais, que vão desde bromélias e cascas de frutas até internódios de bambu e buracos de árvore, situados no peridomicílio e em áreas com cobertura vegetal (Braks et al. 2003, Lourenço-de-Oliveira et al. 2004), demonstrando, assim, a ampla valência ecológica desse vetor (Hawley 1988, Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994).

Alguns estudos têm demonstrado que, em condições naturais, as larvas de *Ae. albopictus* podem desenvolver-se com baixa turbidez da água, um pH entre 5,2 e 7,6, com um pH ótimo entre 6,8 e 7,6 (Estrada-Franco & Craig 1995, Castro 1995). Por

outro lado, em estudos sobre a caracterização dos principais criadouros de *Ae. albopictus* em Letícia, Colômbia, os autores observaram que essa espécie ocorre em 59,1% dos criadouros inspecionados e é tolerante a ambientes aquáticos com pouco oxigênio dissolvido (5,6%), altos valores de condutividade (291,3 ms/cm) e turbidez (461 FTU), o que mostra a sua adaptação as condições dos criadouros e rápido estabelecimento da espécie (Carvajal et al. 2009). Igualmente, sob condições normais, as pupas de *Ae. albopictus* desenvolvem-se em 2 dias e, como em outras espécies de *Aedes*, os machos adultos emergem antes das fêmeas adultas (Figura 1.10-iii e iv).

O adulto de *Ae. albopictus* é bastante eclético em relação à alimentação sanguínea, pois se alimenta do humano, mas também de outros mamíferos preferencialmente, répteis e aves (Sullivan et al. 1971, Savage 1993, Estrada-Franco & Craig 1995). O ecletismo mostrado pelo *Ae. albopictus*, tanto em relação aos seus habitats e sua mobilidade, quanto à sua preferência alimentar, torna essa espécie uma possível ponte dos vírus que circulam no ambiente silvestre para o ambiente urbano (Gratz 2004, Lourenço-de-Oliveira et al. 2004). A atividade dessa espécie de vetor, em estudos de campo realizados no Brasil, mostrou ser bem similar à de *Ae. aegypti*, com picos no amanhecer e no crepúsculo vespertino (Alvarenga & Castro 1997). Isso faz com que aumentem as chances da emergência de algumas doenças de ciclo silvestre, como, por exemplo, a febre amarela urbana (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994). Por outro lado, apesar de alguns estudos terem relatado dispersão do *Ae. albopictus* em até 525 metros para machos e 225 metros para fêmeas (Estrada-Franco & Craig 1995), no Brasil, a dispersão desse vetor foi observada em até 800 metros (Honório et al. 2003).

No Brasil, Braks et al. (2003) encontraram, em áreas suburbanas, abundâncias similares de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* e uma alta coexistência desses vetores em armadilhas de oviposição. Estudos têm demonstrado que existe um aparente "deslocamento" de *Ae. aegypti* em ambientes urbanos, onde *Ae. albopictus* tem alcançado e conseguido, gradualmente, deslocar seu competidor, depois de um tempo de convivência (Salvatella 1996, Marquetti 2000, Honório e Lourenço-de-Oliveira 2001).

A temperatura e a umidade desempenham um papel importante na longevidade de adultos (Alto & Juliano 2001a). Estudos com fêmeas adultas de *Ae. albopictus* expostas à temperatura de 25°C e umidade relativa de 80% apresentaram longevidades de 30 a 40 dias, porém quando a temperatura era superior a 40°C ou

inferior a -5°C , os adultos não sobreviveram. Por isso, este comportamento poderia explicar sua ampla distribuição em climas tropicais, onde a umidade e a temperatura são as condições climáticas favoráveis para a sobrevivência do adulto (Alto & Juliano 2001b).

1.5. FATORES DETERMINANTES DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DO DENGUE E DE SEUS VETORES

A transmissão do Dengue é essencialmente urbana, visto que é nesse ambiente onde se encontram todos os fatores fundamentais para a sua ocorrência: o homem, o vírus, o vetor e, principalmente, as condições políticas, econômicas e culturais favoráveis ao estabelecimento da cadeia de transmissão (Marzochi 1994). De fato, a expansão geográfica das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* sofre influência de fatores ambientais e sociais, entre os quais destacam-se: o clima, a densidade demográfica, as alterações ambientais resultantes das atividades humanas, a baixa cobertura vegetal e a infraestrutura urbana (Kuno 1995, Alto & Juliano 2001b, Glasser & Gomes 2002, Gratz 2004, Vezzani & Carbajo 2008, Lima-Camara et al. 2006).

A Organização Mundial de Saúde avaliou os fatores de risco que favorecem a ocorrência e a distribuição do Dengue e agrupou como fatores do agente, do ambiente, da população suscetível e do vetor (OMS 1995). Os fatores macrodeterminantes de transmissão podem ser divididos da seguinte forma: (1) Ambiental: Latitude (45°N e 35°S), Altitude (0-2200 m), temperatura ($15-40^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (moderada a alta). Sabe-se que a densidade populacional de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* é diretamente influenciada pelas variáveis climáticas, incluindo os padrões de ocorrência de chuvas e as variações de temperatura (Alto & Juliano 2001b, Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Kuno 1995, Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Juliano et al. 2002) e umidade (Alto & Juliano 2001a, Madeira et al. 2002b). No que diz respeito à ação da temperatura, diferentes estudos analisam a sua influência sobre a taxa de eclosão e a viabilidade dos ovos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Parker 1986, Gubler & Clark 1995, Toma et al. 2003), sobre o desenvolvimento larval (Rueda et al. 1990, Westbrook et al. 2010) e sobre a dispersão e longevidade do adulto (Hales et al. 2002, Honório et al. 2003, Maciel-de-Freitas et al. 2007). Em decorrência da resposta do vetor à flutuação sazonal das variáveis meteorológicas supracitadas, a incidência do Dengue também tende a seguir um padrão sazonal, com picos elevados de casos de Dengue durante o verão chuvoso,

quando índices pluviométricos mais altos e temperaturas médias e máximas são registrados (Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Luz et al. 2008). (2) Social: A alta densidade populacional, condições da moradia, abastecimento de água, esgoto, uso de tonéis/tanques descobertos, coleta de resíduos sólidos, aspectos socioeconômicos, os períodos inativos na casa durante o dia, crenças e conhecimentos sobre o Dengue (Costa & Natal 1998, Flauzino et al. 2011, Galvão et al. 2011).

Nos fatores microdeterminantes da transmissão estão contemplados o hospedeiro, agente e vetor: (1) Hospedeiro: Sexo, idade, grau de imunidade, condições específicas de saúde e ocupação, fatores genéticos. (2) Agente: Raça e nível de virulência. (3) Vetor: abundância e qualidade de criadouros para o desenvolvimento das formas imaturas, a densidade de fêmeas adultas, idade das fêmeas, a frequência de alimentação, preferência e disponibilidade dos hospedeiros, e a susceptibilidade inata à infecção (Lemos 2006, Galvão et al. 2011).

Os criadouros de grande porte podem ser os mais produtivos, sofrendo influência da precipitação pluviométrica, abundância de criadouros em uma dada área, especialmente daqueles de menor porte e localizados a céu aberto, devido ao aumento da quantidade de recipientes artificiais e naturais com acúmulo de água no extradomicílio (Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Glasser & Gomes 2002). Esse aumento de ofertas de criadouros tem influência indireta também na movimentação de mosquitos entre os domicílios e demais imóveis e na dispersão (Honório et al. 2003, Maciel-de-Freitas et al. 2007).

Além das questões relacionadas com as condições climáticas, as atividades humanas têm um papel preponderante na distribuição espacial e temporal do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Sabe-se que esses vetores estão amplamente associados às atividades antrópicas, que disponibilizam sítios de oviposição artificiais e permitem a manutenção da sua infestação. Os centros urbanos configuram-se como favorecedores da disseminação e da proliferação dos vetores, potencializando o contato entre o vetor, o vírus e o homem (Teixeira et al. 2002, Gratz 2004, Mondini & Chiaravalloti-Neto 2007). Além disso, o fluxo populacional humano, principalmente em áreas de fronteiras, parece representar o principal fator de difusão dos vírus Dengue entre localidades, favorecendo a disseminação de sorotipos do vírus Dengue para áreas indenes através de indivíduos virêmicos ou em fase de incubação (Rodhain 1992, Costa-Ribeiro et al. 2006, Vezzani & Carbajo 2008). Em grandes cidades, a ocupação desigual do espaço forma paisagens que podem promover habitats

favoráveis desses vetores e estratos diferenciados de transmissão de Dengue (Costa & Natal 1998, Marques et al. 2001, Barcellos et al. 2005). Assim sendo, o processo de urbanização desordenada constitui um importante fator para a emergência do Dengue, distribuição espacial e persistência do *Ae. aegypti* (Gubler & Kuno 1997, Tauil 2001). Os aglomerados urbanos resultantes do processo de urbanização desordenada apresentam deficiências relacionadas ao saneamento básico, às condições de habitação, ao abastecimento e armazenamento de água e à irregularidade na coleta de lixo, fatores que propiciam o surgimento de potenciais criadouros para a manutenção dos vetores do Dengue (Tauil 2001, Gratz 2004, Barcellos et al. 2005).

As competições inter e intraespecífica têm sido consideradas determinantes para a distribuição espacial e temporal dos vetores do Dengue. Estudos realizados nos Estados Unidos têm demonstrado que a invasão pelo *Ae. albopictus* mostrou-se associada ao declínio da abundância do *Ae. aegypti*, uma espécie estabelecida no país (Lounibos 2002). *Ae. albopictus* tornou-se um dos mais comuns mosquitos em muitas áreas nos EUA (Moore 1999). Há grande interesse no potencial e nos impactos causados pela invasão do *Ae. albopictus* sobre outros mosquitos *Aedes* que procriam em criadouros artificiais (Juliano 1998) e acredita-se que o declínio de *Ae. aegypti* pode ser explicado pela competição interespecífica entre *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, principalmente entre suas formas imaturas (Juliano 1998). Experimentos em campo (Juliano 1998, Braks et al. 2003) e laboratório (Daugherty et al. 2000), utilizando detritos de plantas em decomposição como alimento, indicaram que o *Ae. albopictus* é um melhor competidor por recursos do que *Ae. aegypti*, mantendo maior crescimento populacional em diferentes densidades (Juliano 1998, Daugherty et al. 2000). Dessa forma, a competição por recursos entre larvas é uma possível explicação para o deslocamento de populações de *Ae. aegypti* pelo *Ae. albopictus* em diferentes áreas onde as espécies coexistem (Juliano 1998).

1.6. VIGILÂNCIA DOS VETORES DE DENGUE

A importância epidemiológica do *Ae. aegypti* como um transmissor de doenças aos humanos foi demonstrada pela primeira vez em 1900–1901 a partir de estudos realizados por Finlay em Cuba sobre a febre amarela, o qual comprovou o papel desta espécie como vetor da febre amarela urbana, onde o homem adquire a infecção quando entra na floresta e é picado por mosquitos infectados (Vector Topics 1980). Do mesmo modo, *Ae. albopictus* é um competente vetor da febre amarela, e sua

importância, nesse caso, radica principalmente na sua potencial capacidade de servir como ponte entre o ciclo silvestre e urbano da febre amarela, por sua presença mais frequente em áreas periurbanas (Massad et al. 2001). No continente americano, ainda são registrados surtos de febre amarela em países como Brasil, Bolívia, Peru, Venezuela, Colômbia, Equador e Trinidad e Tobago. No entanto, apesar da migração de paciente virêmicos para as cidades altamente infestadas com *Ae. aegypti* nas últimas quatro décadas, não houve transmissão urbana nas Américas, desconhecendo a razão para este fenômeno. Apesar da presença de esquemas de imunização contra esta doença, em 2004 se relatou febre amarela em cinco países da América do Sul (Bolívia, Brasil, Colômbia, Peru e Venezuela), com uma taxa de letalidade de 47% maior do que o continente africano (11%) (WHO 2005). No Caribe, o controle de vetores é dirigido quase exclusivamente contra o *Ae. aegypti*, sendo o mais importante e talvez o único transmissor nessa região para várias arboviroses, como o Dengue e a febre amarela urbana, o que aponta grande importância no aspecto clínico e epidemiológico (Pérez Viguera 1956, OPS 1994). Atualmente, nas Américas, *Ae. aegypti* apresenta importância epidemiológica para a transmissão do Dengue.

Ae. albopictus em condições experimentais, é vetor competente para 22 arbovírus, incluindo os quatro sorotipos de Dengue, febre amarela, Chikungunya e Ross River. O vírus do Nilo Ocidental (WNV), foi isolado *in natura* em Estados Unidos, mas a transmissão da doença ainda não tem sido associada com o *Ae. albopictus* (Turell et al. 2001, Gratz 2004). No entanto, na maioria dos casos, as ações de controle do *Ae. albopictus* se realizam conjuntamente com as implementadas para *Ae. aegypti*, tentando reduzir a densidade dos vetores nas áreas urbanas para um nível em que a transmissão da doença seja improvável. No momento, nas Américas, a cooperação ativa de uma comunidade educada com o apoio de equipes bem treinadas para o controle de *Ae. albopictus* tem sido a única abordagem eficaz e economicamente aceitável para a redução das infestações em áreas periurbanas e rurais (Gratz 2004).

Ultimamente, uma nova estratégia de controle dos vetores é a utilização da bactéria intracelular *Wolbachia*, que infecta naturalmente ao *Ae. albopictus* e o *Ae. aegypti*. Se conhecem duas cepas desta bactéria: a wAlbB e wMelPop, utilizada contra *Ae. aegypti*, e wMel, utilizada contra *Ae. albopictus*, as quais são capazes de reduzir a transmissão de Dengue, por meio de mecanismos ainda não determinados. Algumas evidências indicam que *Wolbachia* impede a propagação do vírus de Dengue

nas glândulas salivares, impedindo, assim, a capacidade dos mosquitos para infectar os seres humanos (Walker et al. 2011, Blagrove et al. 2012).

1.6.1. MÉTODOS DE VIGILÂNCIA

Como não há vacina eficiente e eficaz para o Dengue, os esforços para controlar essa arbovirose baseiam-se, atualmente, no monitoramento e no controle de vetores, através, principalmente, da eliminação ou do tratamento com inseticidas dos seus criadouros internos ou externos às casas. Os índices rotineiramente utilizados na vigilância dos níveis de infestação pelo *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* são conhecidos como índices de *Stegomyia* (revisados por Focks 2003). Alguns dos índices de *Stegomyia* mais empregados são o índice de infestação predial (IP) e o índice de Breteau (IB). O primeiro deles - IP - é definido como o percentual de imóveis positivos para imaturos de *Ae. aegypti* em uma dada localidade, o segundo - IB - quantifica o número de recipientes contendo larvas de *Ae. aegypti* por 100 imóveis pesquisados, em quanto, o terceiro - ITR - é definido como o porcentual de recipientes positivos para imaturos de *Ae. aegypti*.

Pesquisa larvária (MS 2013): Os índices de infestação foram estabelecidos pela OMS para determinar o risco de transmissão da febre amarela urbana e foram extrapolados para locais de transmissão de Dengue, de acordo com as seguintes fórmulas:

$$IP = \frac{\text{No. de domicílios positivos}}{\text{No. de domicílios inspeccionados}} \times 100$$

$$IB = \frac{\text{No. de recipientes positivos}}{\text{No. de domicílios inspeccionados}} \times 100$$

$$ITR = \frac{\text{No. de recipientes positivos}}{\text{No. de recipientes inspeccionados}} \times 100$$

Tradicionalmente, durante os inquéritos para a determinação desses índices, um agente inspeciona um em cada 10 imóveis ou mais, de uma rua ou quarteirão (Focks et al. 2000). Esses índices consideram tanto o imóvel quanto o recipiente positivos, independentemente do número de imaturos neles encontrados. Com efeito, existem múltiplos fatores envolvidos na transmissão do Dengue que não são totalmente cobertos por esses indicadores, como, por exemplo, a medida da

abundância do adulto fêmea e a estimativa do risco de transmissão do Dengue. Nesses índices, observam-se limitações, pois é o tamanho relativo da população adulta que apresenta importância epidemiológica e, dessa forma, seria o mais adequado para avaliar a efetividade das medidas de controle (Focks 2003).

Visando aperfeiçoar e facilitar o processo de monitoramento da infestação, armadilhas têm sido desenvolvidas para a captura tanto de formas imaturas quanto de adultos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Vários métodos e armadilhas inovadores e tradicionais têm sido propostos e empregados. As armadilhas de oviposição (ovitampas) são ferramentas importantes para detectar a presença do *Ae. aegypti* e foi primeiramente proposta por Fay & Perry (1965), que demonstraram que o uso dessa armadilha de ovos era um método mais sensível do que a pesquisa larvária para o levantamento de índices de infestação (índices de positividade e de densidade de ovos de *Aedes*). Hoje, índices calculados a partir de ovitampas são utilizados para estimar a distribuição dos vetores do Dengue, bem como a densidade populacional de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em áreas infestadas (Gomes 1998). O uso da ovitampa vem ocorrendo na vigilância indireta das populações adultas dos vetores, além de representar importante instrumento de avaliação e do monitoramento do impacto de certas medidas de controle (Fay & Perry 1965, Braga et al. 2000), embora não sejam consideradas eficazes para estimar diretamente a população de adultos.

Outro índice que tem sido proposto para estimar risco de Dengue tem como base o inquérito pupal (Focks et al. 2000, Focks 2003). Nele, a densidade de pupas de *Ae. aegypti* por hectare ou por pessoa em uma dada área é considerada correlata à taxa local de emergência de adultos desta espécie, já que a mortalidade de mosquitos na fase de pupa é relativamente baixa, diferente do que pode ocorrer nas fases larvais (Getis et al. 2003). Os índices de pupa seriam, portanto, bons indicadores indiretos tanto da densidade local de adultos numa dada área quanto do risco de transmissão de Dengue. A proposta de biomassa de pupas de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (criadouros maiores) baseia-se na emergência média diária de fêmeas adultas, a qual é estimada a partir do número médio de pupas coletadas em amostras de criadouros pelo percentual de formas imaturas dos vetores encontrados na verificação de recipientes de uma área determinada, onde a proporção entre os sexos é de, aproximadamente, 1 macho:1 fêmea, com dois dias de duração na fase pupal (Focks et al. 1981). Iniciativas mais recentes sugerem o uso de armadilhas para adultos (MosquiTrap, Adultrap, BG-Sentinel, dentre outras), que teriam a vantagem de estimar

diretamente essa população (Fávaro et al. 2006, Gomes et al. 2007, Honório et al. 2009).

1.6.2. CONTROLE DOS VETORES DO DENGUE: PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA

Um dos grandes problemas das doenças transmitidas por vetores é conseguir a adesão e efetiva participação da comunidade no seu controle (Chiaravalloti-Neto et al. 1998). As ações de higiene, saneamento, controle de vetores e prevenção do Dengue, dependem principalmente do desenvolvimento de ações intradomiciliares com tecnologia e recursos orientados aos domicílios e as comunidades. No caso do Dengue, como a maior parte dos criadouros dos vetores do Dengue são localizados no intradomicílio ou no entorno, torna-se vital o envolvimento da comunidade para a eficácia do controle. Portanto, a abordagem da comunidade na mudança do comportamento não é apenas recomendável, deve ser necessária e indispensável para o sucesso de todas as ações.

Porém, uma oferta puramente técnica, dependente e paternalista, que não leva em conta as prioridades, os costumes, as tradições e as crenças locais, pode inviabilizar um programa de apoio sanitário em um curto espaço de tempo (USAID 2002). O comportamento do pessoal que trabalha nas instituições encarregadas do controle do vetor influencia consideravelmente no comportamento dos moradores das comunidades (Gubler 1989, Lloyd et al. 1992). Em Honduras, em uma cidade chamada El Progreso, conseguiu-se uma redução nos índices de infestação de *Ae. aegypti* através da participação comunitária e educação sanitária (Leontsini et al. 1993, Fernandez et al. 1998). Por outro lado, um estudo realizado em São José do Rio Preto, São Paulo comprovou que a mudança do comportamento da população em relação aos criadouros dos vetores do Dengue não está sendo viabilizada (Chiaravalloti-Neto et al. 1998).

2. JUSTIFICATIVA

O monitoramento e controle de Dengue em áreas de fronteira entre países têm desafios particulares, como o intenso fluxo de pessoas com perfis demográfico e genético distintos, acessos diferentes a serviços de saúde, além da falta de comunicação e protocolos comuns aos países fronteiriços. O Dengue, como outras doenças, não respeita bordas e um olhar especial é necessário para compreender os processos de disseminação de seu vetor nessas regiões, de forma a poder subsidiar tomadas de decisão bi-laterais ou tri-laterais que beneficie toda a população local. As cidades gêmeas Letícia-Tabatinga, no arco norte da fronteira Brasileira, colocam-se como especial desafio, devido ao grande apelo como ponto de ecoturismo pelo lado Colombiano e pelo aspecto remoto de Tabatinga, distante da capital do estado, pelo lado brasileiro e de suas instituições. O primeiro surto de Dengue na cidade de Letícia, Colômbia, ocorreu em 2011, com 530 casos confirmados de Dengue e 10 de Dengue grave, enquanto, em 2012, foram confirmados 513 casos de Dengue (INS 2012, SIVIGILA 2013). Na cidade de Tabatinga (AM), o primeiro caso confirmado de Dengue foi reportado em 2010 (1 caso), seguido de 172 casos em 2011. Em 2012, foram notificados 418 casos, enquanto em 2013, foram registrados 150 casos até a semana epidemiológica 44 (DATASUS 2013).

Uma outra justificativa para a escolha de Letícia para estudo dá-se pela invasão recente de *Ae. aegypti*, após quase duas décadas da chegada de *Ae. albopictus*. A maioria dos estudos realizados sobre essas duas espécies se debruça em cenários em que o *Ae. aegypti* chega primeiro e *Ae. albopictus* chega depois, deslocando a primeira espécie. A identificação dos fatores ambientais e climáticos envolvidos na ocorrência e distribuição dos vetores do Dengue permite avaliar a dinâmica espacial e temporal das espécies analisadas, bem como compreender a dinâmica da doença e sua importância epidemiológica. Ressalta-se que é premente um melhor entendimento sobre aspectos bioecológicos do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, a dinâmica espacial e temporal da doença, visando subsidiar as ações de monitoramento, prevenção e controle mais eficientes dessa arbovirose, principalmente nas áreas da tríplice fronteira Colômbia-Brasil-Peru. O presente estudo formulou as seguintes questões: (a) Existe alguma evidência de deslocamento espacial e temporal das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na área urbana do município de Letícia, Colômbia? (b) Existe alguma associação entre a localização dos casos de Dengue e a distribuição espacial e temporal de *Ae. aegypti* e *Ae.*

albopictus na área urbana do município de Letícia, Colômbia? (c) Que fatores climáticos podem influenciar na dinâmica da distribuição de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* na área urbana do município de Letícia, Colômbia?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a distribuição espacial e temporal das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e sua associação com os casos de Dengue na área urbana do município de Letícia, Colômbia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Estimar as possíveis associações entre a ocorrência de criadouros positivos e densidade de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e a precipitação, umidade, temperatura e exposição à luz solar no município de Letícia, Colômbia;
- ❖ Avaliar a existência de deslocamento espacial entre *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana de Letícia, Colômbia;
- ❖ Avaliar a distribuição das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e sua associação com os casos de Dengue no município de Letícia, Colômbia.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A cidade de Letícia (04° 12 '55" S, 69 ° 56 '26" W) é a capital do departamento do Amazonas, Colômbia, localizada à margem esquerda do rio Amazonas, (ou rio Solimões, utilizando a toponímia brasileira). A área do município é de 5.980 km², sendo delimitada, ao norte, pelo distrito de Tarapacá, ao leste, pelo município de Tabatinga-AM (Brasil), ao sul, pela Ilha de Santa Rosa (Loreto, Peru) e a oeste, pelo município de Puerto Nariño (Amazonas, Colômbia) (Figura 4.1).

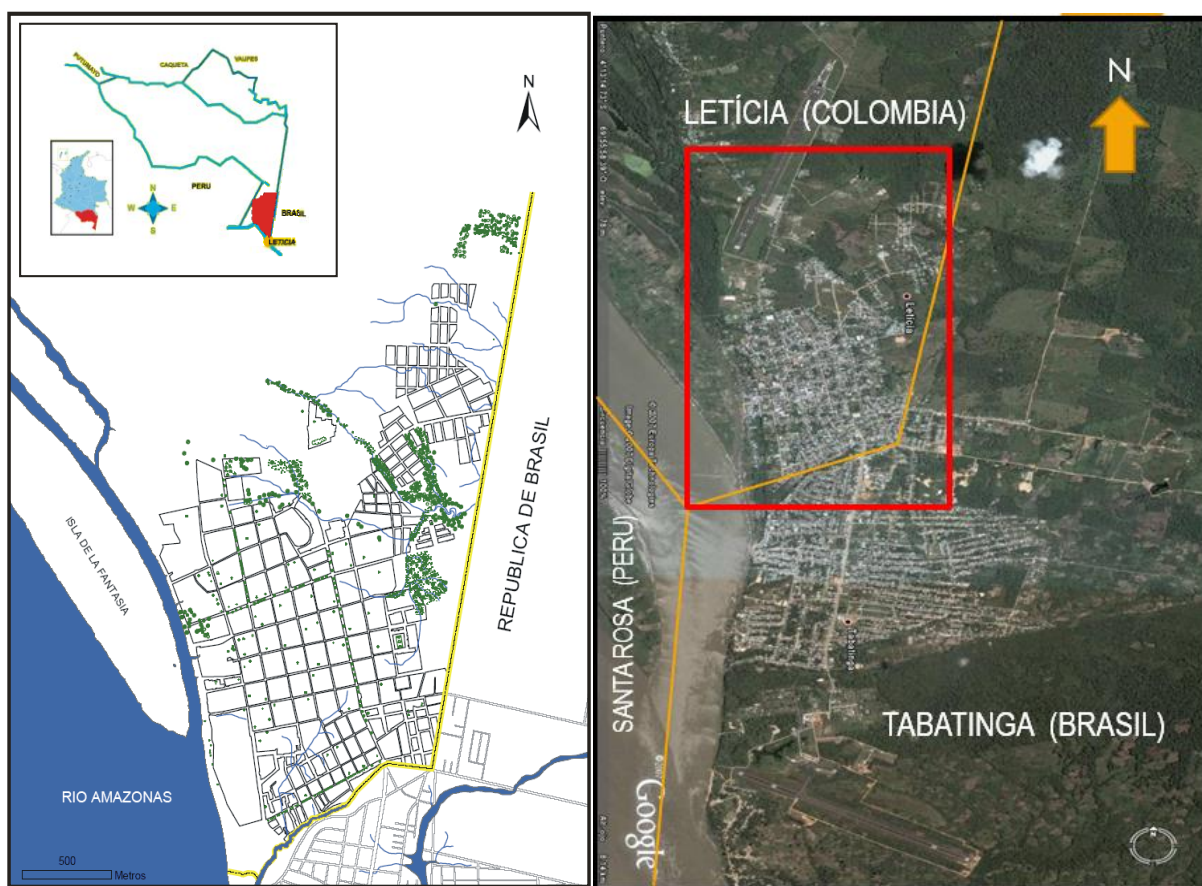


Figura 4.1. Mapa do município de Leticia (Amazonas, Colômbia). (i) Mapa cartográfico da cidade de Leticia. (ii) Mapa de imagem de satélite na faixa trifronteiriça amazônica (Brasil, Colômbia e Peru). Fonte: Divisão de Planejamento Prefeitura municipal de Leticia, Google maps 2013.

A população é de, aproximadamente, 60.000 habitantes. Localizada na região equatorial, sua temperatura média anual oscila entre 25°C e 26°C, com padrão de precipitação do tipo monomodal, ou seja, há uma estação seca e uma chuvosa durante o ano. Normalmente, a estação seca ocorre entre julho e setembro, enquanto

a chuvosa ocorre entre outubro e junho, com precipitação anual média de 3.440 mm (IGAC 2003). A umidade relativa do ar está acima de 80% e a zona de vida, segundo a classificação de Holdridge, corresponde à floresta úmida tropical (bh-T). Nos períodos de alta precipitação, a incidência de luz é muito menor, devido à presença de nuvens, que impedem a passagem da luz solar direta. Os meses com maior exposição à luz solar são julho e agosto, que coincidem com os meses dos menores índices de precipitação. Totais anuais de exposição solar não ultrapassam de 1700 horas, o que representa uma média diária de, aproximadamente, 5 horas, devido à alta quantidade de nuvens. O sistema hidrológico inclui numerosos rios, riachos e córregos, entre os quais se destacam os rios Amazonas, Amacayacu, Purité, Mirití, Paraná e os riachos Arara e Cabina (IGAC 2003, CONCELETICIA 2012).

Na área rural municipal, há 16 reservas indígenas com 26 comunidades, onde se encontram predominantes grupos étnicos Tikunas, Yaguas e Huitotos. A população total do município é de cerca de 40.342 habitantes, dos quais 25.594 (62%) encontram-se na área urbana, em 21 bairros (DANE 2012). Desta população, 37,6% têm necessidades básicas insatisfeitas (NBI)² e 10,4% encontram-se no grupo de pobreza extrema. Entre os indicadores mais relevantes no município estão:

- NBI Serviços Públicos de 12,3%
- NBI Habitação de 7,7%
- População com dependência econômica de 7,5%
- População sem cobertura de educação 2,6%

Letícia e Tabatinga formam cidades-gêmeas. A posição geográfica dessas cidades é estratégica, pois representa a principal porta de entrada e de comunicação da bacia do rio Amazonas em território brasileiro, colombiano e peruano (Peiter 2005). A economia da região gira em torno da pesca e outras atividades extrativistas, principalmente de madeira e produtos regionais. O turismo é outra atividade econômica importante no trapézio amazônico colombiano e nos últimos anos no município de Tabatinga (Ochoa et al. 2008).

² Necessidades básicas insatisfeitas (NBI) é um método direto para identificar carências críticas na população e caracterizar a pobreza. Os indicadores geralmente utilizados estão diretamente relacionados com quatro áreas de necessidades básicas da população (habitação, saneamento, educação básica e renda mínima), disponíveis nos censos de população e habitação.

4.2. COLETA DE DADOS

4.2.1. DADOS ENTOMOLÓGICOS

Os dados entomológicos utilizados no estudo são dados secundários provenientes do monitoramento da infestação do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* realizado pela Secretaria de Saúde Estadual da Amazônia, Colômbia, referente ao período de março de 2000 a dezembro de 2012 para *Ae. albopictus*³ e setembro de 2009 a dezembro de 2012 para o *Ae. aegypti*. Na cidade de Leticia, o levantamento de índices é feito por meio de pesquisa larvária, para conhecer o grau de infestação, dispersão e densidade do *Ae. aegypti* nas localidades em quatro períodos, os quais são classificados de acordo com os períodos aluviais e climáticos da região (Rangel et al. 1997) (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Classificação dos períodos climáticos no Alto Solimões, com base nos meses, comportamento aluvial e regime de precipitação na região. Fonte: Rangel et al. 1997.

PERÍODO	MESES	COMPORTAMENTO ALUVIAL DO RIO SOLIMÕES	REGIME DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO
I	FEV - ABR	Águas altas	Alta Pluviosidade
II	MAI - JUL	Águas descendentes	Alta Pluviosidade
III	AGO - OUT	Águas baixas	Baixa Pluviosidade
IV	NOV - JAN	Águas ascendentes	Alta Pluviosidade

O delineamento de amostragem para cada município é determinado em função da sua densidade populacional e do número de imóveis existentes, sendo considerada uma técnica de amostragem por conglomerados, tendo o quarteirão como a unidade primária de amostragem e o imóvel, a unidade secundária, segundo a metodologia estabelecida pela OPS (MS 2013, INS 2013b). Quanto aos relatórios realizados pela Secretaria de Saúde Estadual de Amazonas em Leticia, utilizaram-se os dados, análises e considerações geradas pelo pessoal técnico, bem como os índices de *Stegomyia*, a saber: (1) *Índice de infestação predial - IP* (No. de imóveis positivos*100 / No. de imóveis pesquisados) > ou = 4% é considerado alto risco; (2) *Índice por tipo de recipiente - ITR* (No. de recipientes positivos*100 / No. de imóveis pesquisados) > ou = 3% : alto risco; e (3) *Índice de Breteau - IB* (No. de recipientes contendo larvas*100 / No. de imóveis pesquisados) > ou = 5 : alto risco. Todos os domicílios investigados foram georreferenciados com o auxílio do Sistema de

³ Com ausência de dados para os períodos 2003-2-4, 2007-4, 2010-1

Posicionamento Global (GPS) para aquisição do local dos imóveis positivos para a presença dos vetores do Dengue. A seguir, as fórmulas de cada índice utilizado:

$$IP = \frac{\text{No. de domicílios positivos}}{\text{No. de domicílios inspeccionados}} \times 100 \quad > \text{ou} = 4\% \sim \text{alto risco}$$

$$IB = \frac{\text{No. de recipientes positivos}}{\text{No. de domicílios inspeccionados}} \times 100 \text{ dom insp} \quad > \text{ou} = 5 \sim \text{alto risco}$$

$$ITR = \frac{\text{No. de recipientes positivos}}{\text{No. de recipientes inspeccionados}} \times 100 \quad > \text{ou} = 3\% \sim \text{alto risco}$$

4.2.2. DADOS EPIDEMIOLÓGICOS

Na Colômbia, dentro do protocolo de vigilância e controle do Dengue, que foi estabelecido pelo Sistema de Vigilância Epidemiológica em Saúde Pública (SIVIGILA), realiza-se, continuamente e sistematicamente, a notificação dos casos de Dengue e de febre hemorrágica, de acordo com os procedimentos estabelecidos para notificação, coleta e análise de dados, a fim de orientar medidas de prevenção e controle. Assim, foram utilizados os formulários para a notificação de casos subministrados pela Secretaria de Saúde do Estado do Amazonas na Colômbia, a fim de identificar o local provável de transmissão, além do georeferenciamento do caso notificado para posterior análise espacial (INS 2013c). Os casos de Dengue confirmados por laboratório ou vínculo epidemiológico, por semana epidemiológica, foram analisados a partir de 2011, quando ocorreu o primeiro surto de Dengue na cidade de Letícia, até dezembro de 2012.

4.2.3. DADOS CLIMÁTICOS

A partir das informações presentes nos relatórios dos levantamentos larvários realizados desde o ano de 2000 até 2012 (para *Ae. albopictus*) e de 2009 até 2012 (para *Ae. aegypti*), foram analisadas as variáveis climáticas correspondentes ao dia da coleta e também a 8 dias anteriores, assumindo que o desenvolvimento das formas imaturas varia entre 5 a 8 dias após a eclosão do ovo (Slosek 1986, Peñaloza et al. 2004). Para tal, foram utilizados dados diários da precipitação pluviométrica, média da umidade relativa, temperaturas mínima, média e máxima, bem como o tempo da exposição à luz solar direta, obtidos da estação do Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais (IDEAM) do Aeroporto Vásquez Cobo, Letícia, baseados nos seguintes critérios e definições (OMM 2004):

Temperatura máxima diária: A temperatura máxima diária é o maior valor de temperatura atingida durante o dia meteorológico LST⁴, obtido por um termômetro de máxima, com medição em graus centígrados.

Temperatura mínima diária: A temperatura mínima diária é o menor valor de temperatura atingida durante o dia meteorológico LST, obtido por um termômetro mínimo, com medição em graus centígrados.

Temperatura média diária: A temperatura média diária é o valor médio de temperatura atingida durante o dia meteorológico LST, obtido por um termômetro, com medição em graus centígrados.

Precipitação diária: A quantidade diária de precipitação é a soma de todos os valores de água da chuva durante o dia meteorológico LST, recolhida por um pluviômetro, com medição em milímetros.

Exposição à Luz Solar diária: A duração da luz do sol em horas ou heliofania representa o tempo total durante o qual a luz solar direta incide em uma localidade, entre o amanhecer e o entardecer, registrado pelo heliofanógrafo, com medição em horas.

Umidade relativa diária: A umidade relativa média diária do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação), registrada pelo higrômetro, com medição em porcentagem.

4.3. ANÁLISES DOS DADOS

Para a análise dos dados, inicialmente foi aplicado o teste de Shapiro – Wilk, para a avaliação da normalidade dos dados dos índices de infestação. Para avaliar o padrão de infestação na serie histórica e do padrão de ocorrência e preferência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* por tipos de criadouros, foram realizadas análises descritivas dos dados de levantamento larval, calculando-se frequências relativas e ponderadas, e boxplot para analisar a variação dentre os períodos e tipos de criadouros de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. Uma vez verificada a normalidade dos dados, foi aplicada a ANOVA (one-way) para comparar as médias dos índices de infestação e os criadouros positivos por tipo e período para *Ae. albopictus*, desde 2000 até 2012, e para *Ae. aegypti*, desde 2009 até 2012, e o teste de Tukey para comparar as médias entre os períodos. Para avaliar a influência da ocorrência de campanhas de recolhimento e

⁴ Land Superficial Temperature (LST): Temperatura da superfície do solo

eliminação de recipientes descartáveis nos índices de infestação do *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, realizou-se o teste de Kruskal-Wallis.

Para a análise da associação entre o grau de infestação e clima, os dados dos índices de infestação foram agregados para gerar um único indicador de infestação para toda a cidade por unidade de tempo. Posteriormente, aplicou-se o modelo de regressão linear, para observar a relação da resposta dos índices de infestação mediante uma função linear de tendência na série histórica, e realizou-se análises de resíduos para avaliar se os modelos foram bem ajustados. Em seguida, observou-se a presença de estruturas de autocorrelação nas séries entomológicas e climáticas através da inspeção de gráficos da função de autocorrelação e linhas de tendência. Se definiu como variável resposta: o índice de infestação de *Ae. aegypti* (ou *Ae. albopictus*), e como variáveis explicativas: as variáveis climáticas, aplicando-se os seguintes testes: i) ANOVA, para comparar as médias dos fatores climáticos por período, e o teste de Tukey para comparar as médias entre os períodos, e ii) Coeficiente de correlação de Spearman, para verificar se existe associação entre os fatores climáticos e os índices de infestação. Após, os modelos foram testados e foi escolhido o melhor com base no AIC (Critério Akaike) (Reis 1994)

Para avaliar a associação entre infestação e ocorrência de casos notificados e confirmados de Dengue por laboratório ou vínculo epidemiológico na área urbana de município, foram realizadas análises descritivas da população dos casos de Dengue em 2011 e 2012. Construíram-se tabelas de contingência dos quarteirões com ou sem criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e dos quarteirões com ou sem casos de Dengue. Aplicou-se a distribuição Qui-quadrado para verificar em que medida os valores observados se desviam do valor esperado, e aplicou-se o modelo de regressão logística para determinar a relação entre a abundância das populações dessas espécies de *Aedes* e a ocorrência dos casos de Dengue.

Por outro lado, foram construídos mapas temáticos para visualizar a distribuição espacial das populações e dos criadouros positivos (presença-ausência) de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos quarteirões da área urbana do município de Letícia-Amazonas (Colômbia), para *Ae. albopictus* desde 2000 até 2012 e para *Ae. aegypti* desde 2009 até 2012. Utilizaram-se as bases cartográficas digitais do município em escala 1:10000 em AutoCAD v.2010, obtidas através da Secretaria de Planejamento da Prefeitura de Leticia, transformando a camada dos quarteirões em polígonos para o modelamento com SIG do mapa base, no sistema de coordenadas SAD-69, com a projeção UTM - Zona 18. Tais mapas temáticos foram feitos, e aplicou-

se o método de funções de base radial (RBF), que calcula a média dos valores inversos da distância entre os valores dos pontos de cada quarteirão adjacente, sendo um método exato que apresenta maior suavidade na modelagem, ao contrário dos métodos polinomiais (Powell 1987, Johnston et al. 2011). Os mapas foram projetados com cinco faixas que refletem a probabilidade de ocorrência de criadouros de larvas de *Ae. albopictus* ou *Ae. aegypti* na área urbana.

Após, para a análise espacial e identificação de padrões de distribuição e densidade dos casos foi utilizado o estimador de Kernel Polinomial 5 com barreiras, o qual permite uma suavização, gerando gradientes cromáticos de intensidade com "áreas quentes" na medida em que concentra a densidade de casos em uma determinada área. Além disso, permite a filtragem da variabilidade dos dados e simultaneamente a retenção das suas principais características (Bailey & Gatrell 1995, Teixeira 2009). Posteriormente, foram construídos mapas temáticos da densidade de casos de Dengue, com a distribuição das populações de *Ae. aegypti* (ou *Ae. albopictus*) em 2011 e 2012⁵.

Finalmente, foi construído o mapa de risco potencial de transmissão de Dengue, baseado na relação de probabilidade de ocorrência de Dengue e o *Ae. aegypti* nos quarteirões da área urbana do município de Letícia⁵. As análises estatísticas foram realizadas a partir do pacote estatístico R versão 2.12.2⁶, e as análises espaciais utilizando o pacote ArcGis 10 (1999-2012 ESRI, Inc).

⁵ Para a construção dos mapas temáticos, foi utilizada a mesma metodologia descrita na construção do mapa base

⁶ R Development Core Team (2011). R: Uma linguagem e plataforma para análises estatísticas. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-90\$. RRL <http://www.R-project.org/>.

5. RESULTADOS

5.1. HISTÓRICO DOS ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE *Ae. albopictus* (2000-2012) E *Ae. aegypti* (2009-2012)

As ações de vigilância entomológica do *Ae. albopictus* tiveram início em março de 2000, quatro anos após sua chegada e seu rápido estabelecimento na área urbana do município de Letícia, Colômbia (IP= 7,82) (Figura 5.1). A média do índice de infestação predial (IP) do *Ae. albopictus* foi de 5,5, com valores entre 0 (2010-4; 2011-1; 2011-2; 2011-4) e 14,05 (2002-1), enquanto o IP de *Ae. aegypti* apresentou média de 4,94, com valores entre 0,84 (2011-3) e 10,4 (2012-3). A série histórica do índice de infestação predial de *Ae. albopictus* apresentou uma tendência significativa de queda ($p < 0,001$; $R^2 = 0,509$), enquanto o IP de *Ae. aegypti* uma tendência de aumento, porém sem significância ($R^2 = 0,427$) (Figura 5.1-i; Tabela 5.1).

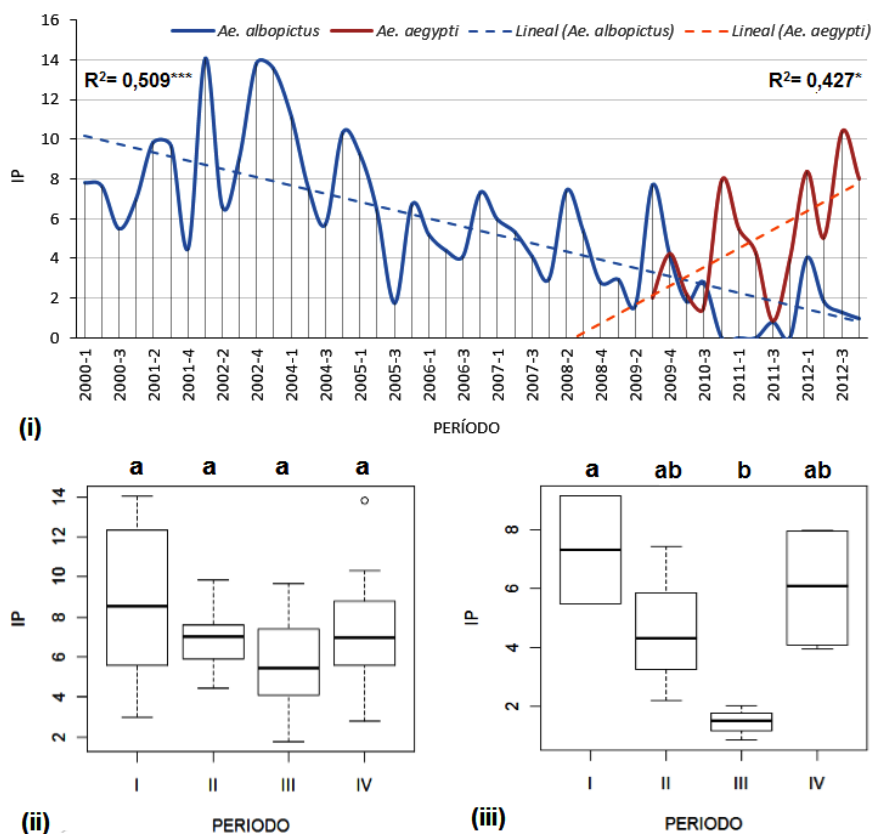


Figura 5.1. Série temporal do índice de infestação predial (IP) de *Ae. albopictus* (2000-2012) e *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série temporal do índice de infestação predial de *Ae. albopictus* (linha azul) e *Ae. aegypti* (linha vermelha). (ii) Boxplot do índice de infestação predial por períodos de *Ae. albopictus*. (iii) Boxplot do índice de infestação predial por períodos de *Ae. aegypti*. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

Tabela 5.1. Modelos de regressão linear da série temporal de *Ae. albopictus* (2000-2012) e *Ae. aegypti* (2009-2012).

Variável Resposta	Variável Explicativa	Valor Estimado	Erro padrão	R ²	p
<i>Ae. albopictus</i>					
IB	Intercepto	36,93	2,73	0,359	p<0,001
	Tempo	-1,423	0,28		p<0,001
IP	Intercepto	40,67	2,59	0,509	p<0,001
	Tempo	-2,399	0,35		p<0,001
ITR	Intercepto	34,77	3,41	0,167	p<0,001
	Tempo	-4,93	1,64		p<0,01
<i>Ae. aegypti</i>					
IB	Intercepto	4,49	2,06	0,244	0,052
	Tempo	0,56	0,30		0,278
IP	Intercepto	3,36	1,81	0,427	0,089
	Tempo	0,86	0,30		p<0,05
ITR	Intercepto	4,36	2,09	0,251	0,061
	Tempo	1,83	0,95		0,081

A comparação entre os quatro períodos analisados para *Ae. aegypti* demonstrou uma variação levemente significativa entre as médias ($p= 0,056$; borderline), bem como, para *Ae. albopictus* ($p=0,270$), essa diferença não foi significativa (Tabela 5.2). O terceiro período, diferenciou-se fortemente dos outros períodos para *Ae. aegypti*, e apresentou mediana com valor abaixo de 5, tanto para *Ae. albopictus* quanto para *Ae. aegypti* (Figura 5.1- ii e iii, respectivamente).

Tabela 5.2. Análise de variância dos índices de infestação por períodos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*.

Variável Resposta	Variável Explicativa	gl	Soma de quadrados	Média quadrática	Valor F	p (>F)
<i>Ae. albopictus</i>						
IB	Período	3	25,94	8,65	0,353	0,787
	Resíduos	27	661,2	24,49		
IP	Período	3	39,49	13,16	1,379	0,270
	Resíduos	27	257,7	9,54		
ITR	Período	3	0,83	0,27	0,195	0,89
	Resíduos	27	38,21	1,41		
<i>Ae. aegypti</i>						
IB	Período	3	69,133	23,044	4,399	p<0,05
	Resíduos	8	41,9	5,23		
IP	Período	3	52,273	17,424	3,846	0,056
	Resíduos	8	36,2	4,53		
ITR	Período	3	7,312	2,437	4,304	p<0,05
	Resíduos	8	4,5	0,57		

O índice de Breteau (IB) de *Ae. albopictus* apresentou média de 6,74, com valores entre 0 (2010-4; 2011-1; 2011-2; 2011-4) e 20,54 (2002-1), enquanto o IB de *Ae. aegypti* apresentou média de 5,5, com valores entre 0,84 (2011-3) e 12,28 (2012-3). A série histórica do índice de Breteau de *Ae. albopictus* apresentou uma tendência significativa de queda ($p < 0,01$; $R^2 = 0,359$), já o IB de *Ae. aegypti* apresentou uma tendência de aumento, porém sem significância ($R^2 = 0,244$) (Figura 5.2-i; Tabela 5.1). O índice de Breteau de *Ae. aegypti* apresentou diferença significativa entre os períodos ($p < 0,05$), especialmente no terceiro período com mediana abaixo de 2, enquanto, não foi observada diferença entre os quatro períodos para *Ae. albopictus*, ressaltando-se somente a variabilidade entre o primeiro período (Figura 5.2– iii e ii, respectivamente; Tabela 5.2).

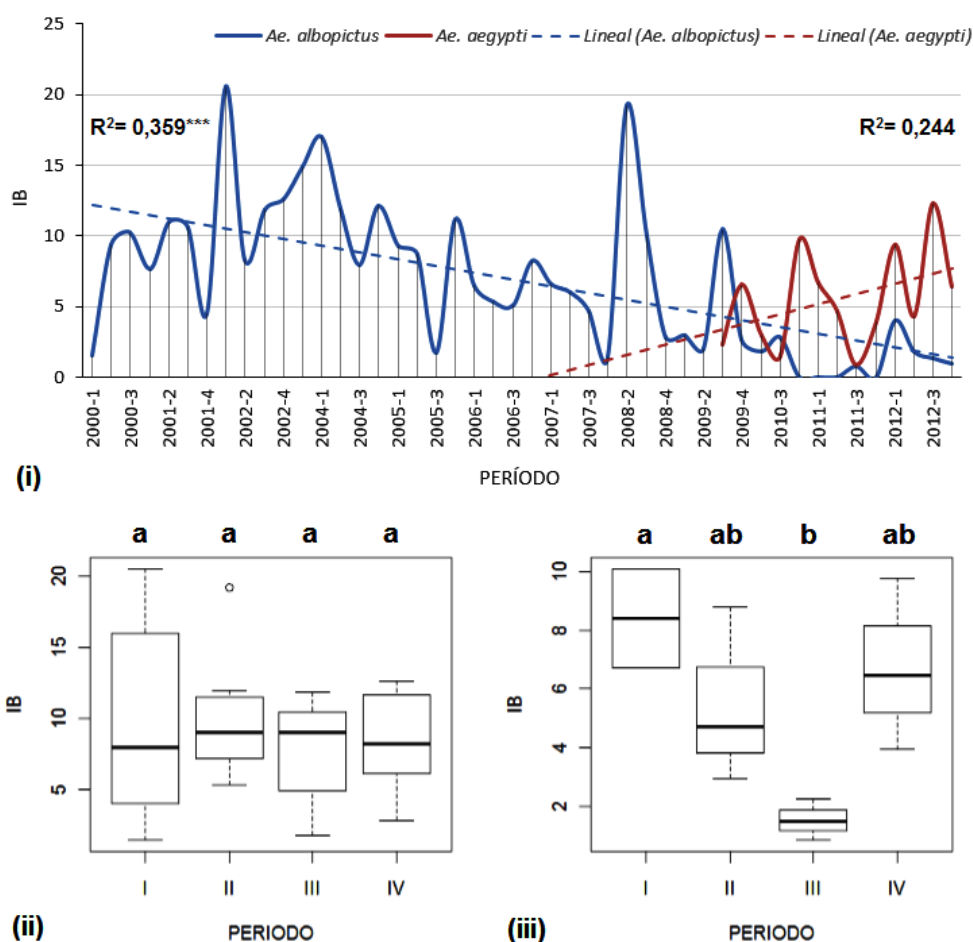


Figura 5.2. Série temporal do índice de Breteau (IB) de *Ae. albopictus* (2000-2012) e *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série temporal do índice de Breteau de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. (ii) Boxplot do índice de Breteau de *Ae. albopictus* por período. (iii) Boxplot do índice de Breteau de *Ae. aegypti* por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

O índice por tipo de recipientes (ITR) de *Ae. albopictus* apresentou média de 1,62, com valores entre 0 (2010-4; 2011-1; 2011-2; 2011-4) e 5,8 (2008-2), enquanto o ITR de *Ae. aegypti* apresentou média de 1,77, com valores entre 0,29 (2011-3) e 3,74 (2012-3). A série temporal do ITR de *Ae. albopictus* apresentou tendência de queda gradativa significativa ($p < 0,01$; $R^2 = 0,167$), enquanto o ITR de *Ae. aegypti* apresentou aumento não significativo na série histórica ($R^2 = 0,251$) (Figura 5.3-i, Tabela 5.1). O índice por tipo de recipientes de *Ae. aegypti* apresentou diferença significativa entre os quatro períodos ($p < 0,05$), especialmente no terceiro período com mediana abaixo de 2, enquanto, não foi observada diferença entre os quatro períodos para *Ae. albopictus*, ressaltando-se somente a variabilidade entre o primeiro período (Figura 5.3– iii e ii, respectivamente; Tabela 5.2).

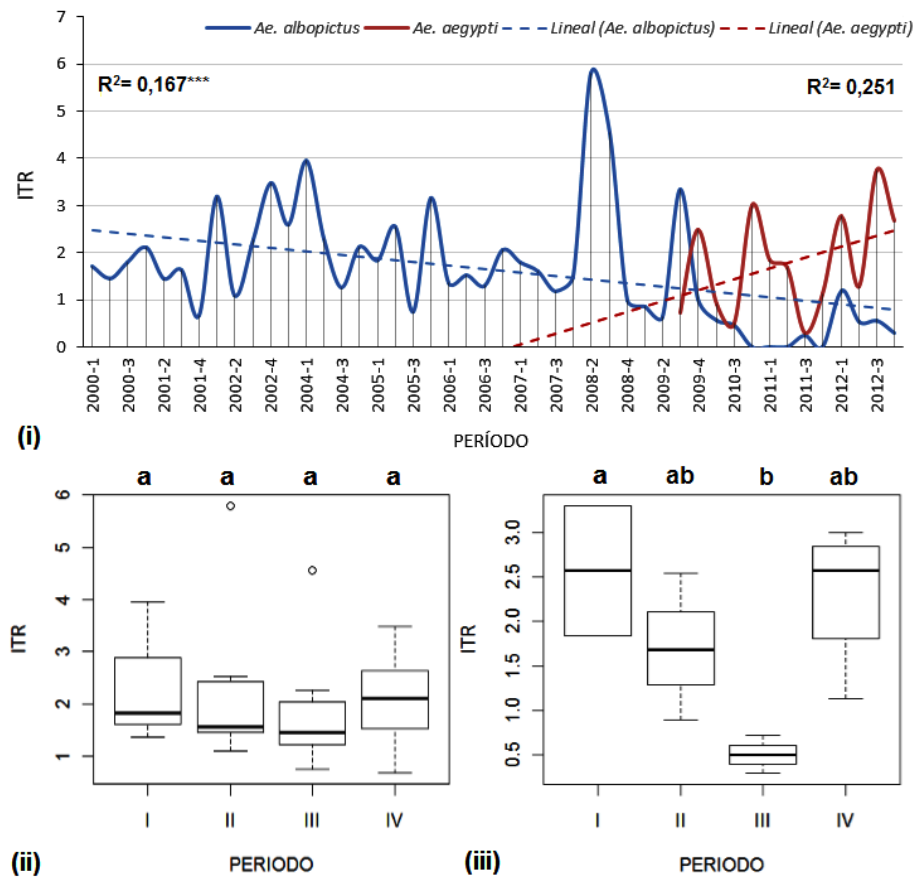


Figura 5.3. Série temporal do índice por tipo de recipiente (ITR) de *Ae. albopictus* (2000-2012) e *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série temporal do índice por tipo de recipiente de *Ae. albopictus* (linha azul) e *Ae. aegypti* (linha vermelha). (ii) Boxplot do índice por tipo de recipiente de *Ae. albopictus*, por período. (iii) Boxplot do índice por tipo de recipientes de *Ae. aegypti*, por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

Ao analisar a série histórica de *Ae. albopictus* desde 2000, encontrou-se uma tendência de diminuição do grau de infestação ao longo dos anos, a qual foi significativa estatisticamente para o IP e o IB (Figuras 5.1 e 5.2, Tabela 5.1). O padrão temporal dos índices de infestação de *Ae. albopictus* por período revelou um comportamento cíclico, sem diferenças significativas entre os períodos do ano, porém com tendência de menor infestação observada no terceiro período para o índice de infestação predial (Figura 5.1, Tabela 5.2). Para *Ae. aegypti*, a série histórica dos índices de infestação observados desde 2009 (Figuras 5.1 a 5.3), aponta uma tendência de aumento do grau de infestação ao longo dos anos, porém sem diferença significativa (Tabela 5.1). Foi observado um evidente comportamento cíclico para *Ae. aegypti* com diferenças significativas entre os períodos para os índices de Breteau e tipo de recipientes ($p \leq 0,05$) (Figuras 5.1 a 5.3, Tabela 5.2).

Nesse estudo, avaliou-se a influência de campanhas de recolhimento e eliminação de recipientes descartáveis e seu impacto no grau de infestação do *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. Foi observada associação significativa das campanhas nos três índices estudados para *Ae. albopictus*, de 2000 a 2012 (Tabela 5.3), no qual o índice por tipo de recipiente apresentou maior significância ($X^2=7,741$; $p < 0,01$). Entretanto, não foram encontradas diferenças significativas entre o grau de infestação e as campanhas realizadas para *Ae. aegypti* (Tabela 5.3).

Tabela 5.3. Teste de Kruskal-Wallis dos índices de infestação (IB, IP e ITR) de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, por período, com presença ou ausência de campanhas de controle vetorial.

Variável	Média Períodos com intervenção	Média de Períodos sem intervenção	X^2	gl	p
<i>Ae. albopictus</i>					
IB	2,87	8,28	6,038	1	p<0,05
IP	2,86	6,16	6,829	1	p<0,01
ITR	0,80	1,62	7,741	1	p<0,01
<i>Ae. aegypti</i>					
IB	6,70	6,01	0,257	1	0,612
IP	5,50	4,87	0,179	1	0,672
ITR	1,84	2,17	0,029	1	0,866

5.2. HISTÓRICO DOS TIPOS DE CRIADOUROS POSITIVOS PARA *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*

Com a finalidade de ter um panorama do padrão de infestação de *Ae. albopictus*, antes e após a introdução do *Ae. aegypti* no município de Leticia,

Colômbia, analisou-se, separadamente, a distribuição, abundância e preferência dos criadouros positivos entre (2000-1 – 2009-2) e (2009-3– 2012-4).

5.2.1. SÉRIE HISTÓRICA DOS TIPOS DE CRIADOUROS POSITIVOS PARA *Ae. albopictus* (2000-2009-2)

Os diferentes criadouros utilizados por *Ae. albopictus*, identificados entre os anos de 2000 a 2009-2, ordenandos de maior para menor frequência, foram os recipientes descartáveis (513/790; 64,9%), pneus (185/790; 23,4%), tanques baixos (62/790; 7,9%), recipientes naturais (28/790; 3,5%) e caixas d'água alta (2/790; 0,3%). De todos os grupos de criadouros, o de recipientes descartáveis apresentou significativa preferência para a oviposição ($p < 0,001$) (Figura 5.4-i). Entretanto, não houve diferença significativa entre os períodos, para cada grupo de criadouros analisados (Figura 5.4- ii a v). No entanto, tanques baixos apresentaram uma estrutura sazonal leve entre os períodos, em relação, aos outros criadouros, sem diferença significativa (Figura 5.4-ii a v, Tabela 5.4).

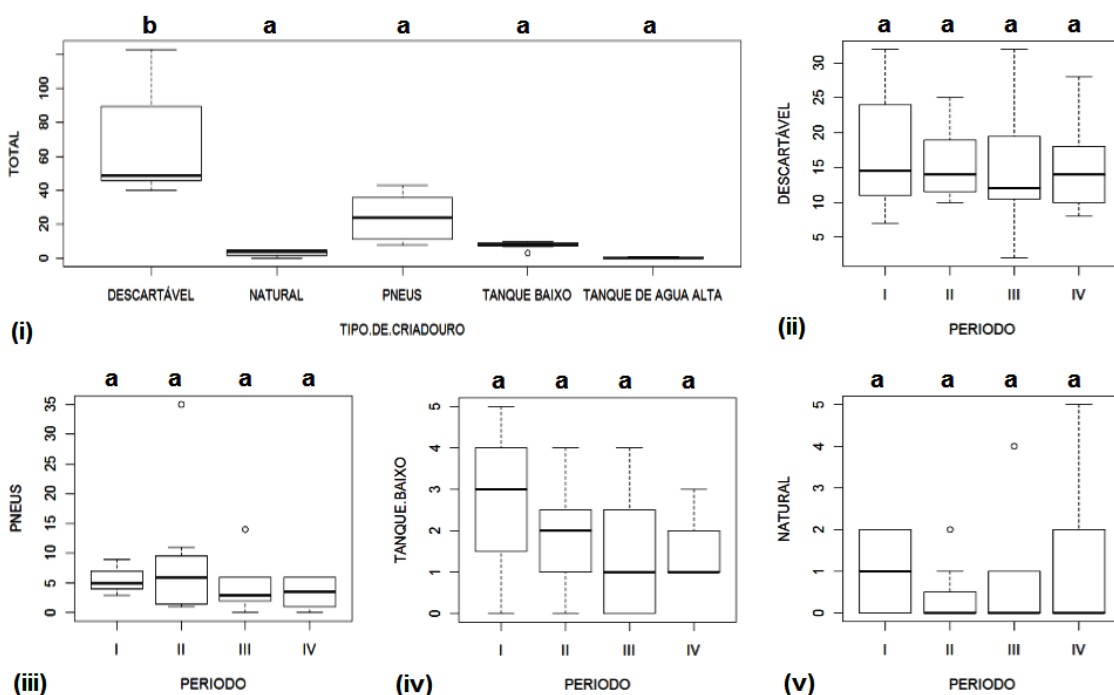


Figura 5.4. Distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Boxplot dos tipos de criadouros, (ii) Boxplot dos criadouros em recipientes descartáveis por período, (iii) Boxplot dos criadouros em pneus por período, (iv) Boxplot dos criadouros em tanques baixos por período, (v) Boxplot dos criadouros em recipientes naturais por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

Tabela 5.4. Análise de variância dos tipos criadouros positivos de *Ae. albopictus* no tempo e por período (2000-2012)

<i>Variável Resposta</i>	<i>Variável Explicativa</i>	<i>Soma de quadrados</i>	<i>Média quadrática</i>	<i>Valor F</i>	<i>p (>F)</i>
2000-2009					
Criadouros totais	Tempo	22.626	5.626,5	22,771	p<0,001
	<i>Resíduos</i>	7.452,3	248,4		
Criadouros totais	Período	169,2	56,39	0,373	0,773
	<i>Resíduos</i>	3.627,8	151,16		
Descartáveis	Período	20,74	6,913	0,108	0,955
	<i>Resíduos</i>	1.543,12	64,29		
Pneus	Período	123,6	41,21	0,929	0,442
	<i>Resíduos</i>	1.063,62	44,37		
Tanque Baixo	Período	8,286	2,762	1,337	0,286
	<i>Resíduos</i>	49,571	2,07		
Natural	Período	2,024	0,675	0,373	0,773
	<i>Resíduos</i>	43,405	1,81		
2009-2012					
Criadouros totais	Tempo	5.835	1.458,8	6,083	p<0,01
	<i>Resíduos</i>	3.597	239,8		

5.2.2. SÉRIE HISTÓRICA DOS TIPOS DE CRIADOUROS POSITIVOS PARA *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* (COOCORRÊNCIA) (2009-3 - 2012)

Os criadouros positivos com formas imaturas de *Ae. aegypti* de 2009-III a 2012, ordenados de maior para menor frequência foram tanques baixos (268/total; 68,9%), recipientes descartáveis (109/389; 28,0%), pneus (7/389; 1,8%), recipientes naturais (4/389; 1,0%) e tanques de água alta (1/389; 0,3%), sendo os tanques baixos e os recipientes descartáveis os mais preferidos para a oviposição ($p<0,05$) (Figuras 5.5 e 5.6-ii e iv; Tabela 5.5). Foi observada uma marcada diferença do terceiro período em comparação com os outros períodos, embora os recipientes descartáveis, no terceiro e quarto períodos, apresentaram diferenças entre as medianas, quando comparado aos outros períodos (Figura 5.5-ii e iii).

Os tipos de criadouros utilizados por *Ae. albopictus*, no período de 2009-III a 2012, encontrados com maior para menor frequência, foram os recipientes descartáveis (174/225; 77,3%), tanques baixos (26/225; 11,6%), pneus (22/225; 9,8%) e recipientes naturais (3/225; 1,3%). Da mesma forma, estudou-se a preferência dos criadouros de *Ae. albopictus* nesta série histórica, quando os recipientes descartáveis, tanques baixos e pneus foram os mais frequentes ($p<0,05$) (Figura 5.6-ii e iv, Tabela 5.4).

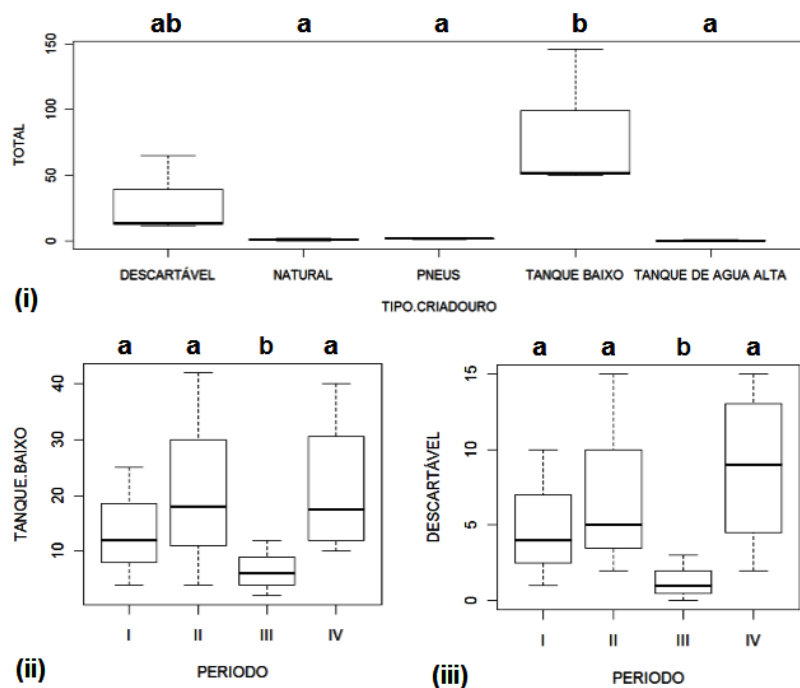


Figura 5.5. Distribuição dos criadouros positivos de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Boxplot dos tipos de criadouros, (ii) Boxplot dos criadouros em tanques baixos por período, (iii) Boxplot dos criadouros em recipientes descartáveis por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

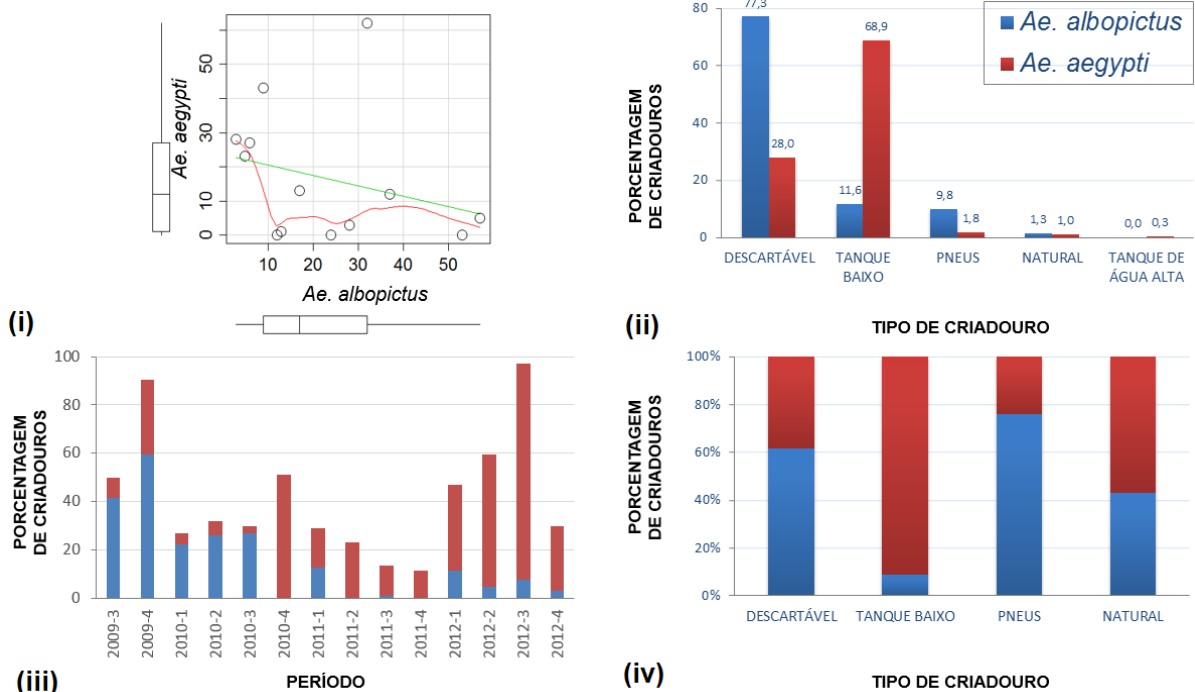


Figura 5.6. Frequência relativa de criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão dos criadouros positivos de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*. (ii) Frequência média dos tipos de criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. (iii) Frequência média dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* por período. (iv) Distribuição porcentual dos tipos de criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*.

Tabela 5.5. Análise de variância dos tipos criadouros positivos de *Ae. aegypti* por período

Variável Resposta	Variável Explicativa	Soma de quadrados	Média quadrática	Valor F	p (>F)
Criadouros totais	Tempo	15.199,7	3.799,9	4,855	p<0,05
	Resíduos	7.826,7	782,7		
Criadouros totais	Período	1.058,2	352,74	1,148	0,382
	Resíduos	2.766,1	307,34		
Descartáveis	Período	103,61	34,53	1,339	0,322
	Resíduos	232,08	25,79		
Pneus	Período	1,89	0,632	1,067	0,410
	Resíduos	5,33	0,592		
Tanque Baixo	Período	472,9	157,7	0,918	0,470
	Resíduos	1.544,75	171,6		
Natural	Período	0,22	0,074	0,323	0,809
	Resíduos	2,08	0,231		

O gráfico de dispersão do número de criadouros positivos para ambas as espécies apresentou uma associação negativa (Figura 5.6-i), onde *Ae. aegypti* demonstra ser mais abundante em épocas em que *Ae. albopictus* é menos abundante ($R^2=0,611$, $p<0,01$). O aumento na frequência de criadouros no tempo de estabelecimento de *Ae. aegypti* não foi significativo, mas são evidentes a queda e a diferença na abundância relativa de criadouros de *Ae. albopictus* na série histórica (Figura 5.6-iii, Tabela 5.6).

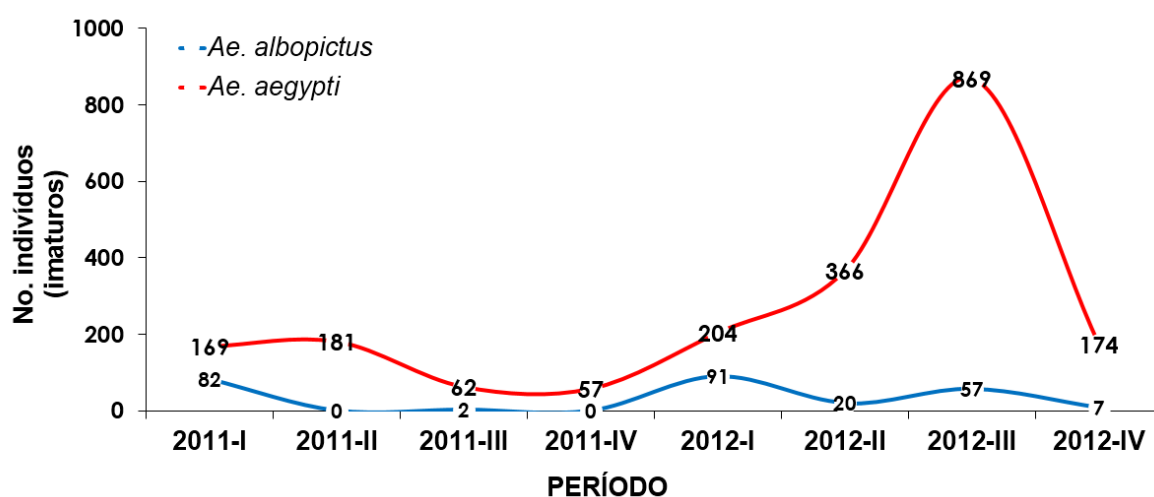


Figura 5.7. Distribuição temporal dos indivíduos imaturos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* coletados nos levantamentos realizados desde 2011 até 2012. Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

Por outro lado, o número de indivíduos imaturos de *Ae. aegypti* coletados nos levantamentos de índice de infestação (IP, IB e ITR), por período, foi entre 57 e 869,

enquanto o de *Ae. albopictus* foi entre 0 e 91 imaturos por período. Em 2012, a abundância de formas imaturas de *Ae. aegypti* foi dez vezes maior do que a reportada para *Ae. albopictus* (Figura 5.7), comparada com a abundância observada em 2011, cinco vezes maior.

Tabela 5.6. Modelos de Regressão linear da série temporal dos criadouros (2009-2012) e os indivíduos imaturos (2011-2012) de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*.

<i>Variável Resposta</i>	<i>Variável Explicativa</i>	<i>Valor Estimado</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>R²</i>	<i>p</i>
<i>Ae. albopictus</i>					
Criadouros positivos	Intercepto	39,90	6,588	0,611	p<0,001
	Tempo	-3,868	0,932		p<0,01
Indivíduos imaturos	Intercepto	39,14	29,38	0,034	0,240
	Tempo	-3,429	8,150		0,691
<i>Ae. aegypti</i>					
Criadouros positivos	Intercepto	10,374	8,724	0,203	0,259
	Tempo	2,066	1,234		0,122
Indivíduos imaturos	Intercepto	116,82	70,91	0,154	0,160
	Tempo	18,82	19,67		0,383

5.3. ASSOCIAÇÃO ENTRE OS FATORES CLIMÁTICOS E OS ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE *Ae. albopictus* (2000-2012)

Com o fim de determinar se existem associações entre os índices de infestação e fatores climáticos, como precipitação, temperatura, umidade e exposição à luz solar, analisamos, inicialmente, a variação sazonal desses fatores entre 2000 a 2012, no município de Letícia, antes de realizar testes de correlação com os índices. Encontrou-se significativa variação sazonal na temperatura média ($p<0,001$), na exposição à luz solar ($p<0,01$), na precipitação ($p<0,05$) e na temperatura máxima ($p<0,05$). No entanto, não houve diferença significativa na temperatura mínima e umidade relativa (Tabela 5.7). Levando isso em consideração, realizaram-se análises descritivas e testes de correlação, para determinar as possíveis associações entre o grau de infestação e os fatores climáticos.

Tabela 5.7. Análise de variância dos fatores climáticos por períodos desde 2000 até 2012

Variável Resposta	Variável Explicativa	Soma de quadrados	Média quadrática	Valor F	p (>F)
ELS	Período	3.986,9	1.328,9	5,831	p<0,01
	Resíduos	9.572,6	227,92		
PRECIP	Período	32.182	10.727,5	2,762	p<0,05
	Resíduos	163.102	2.883,4		
TMAX	Período	44,88	14,96	3,456	p<0,05
	Resíduos	181,81	4,32		
TMED	Período	15,71	5,236	6,9	p<0,001
	Resíduos	31,64	0,75		
TMIN	Período	23,72	7,91	2,346	0,086
	Resíduos	141,54	3,37		
UR	Período	181,29	60,43	2,661	0,060
	Resíduos	953,94	22,71		

Como se observa na figura 5.8-i, entre 2000 a 2009, a exposição à luz solar apresentou valores entre 43,5 horas (2002-4) e 123,5 horas (2005-3), com média de 81 horas de incidência solar. Não foi detectada associação significativa entre a exposição à luz solar e o grau de infestação de *Ae. albopictus* ($Rho < -0,2$, Figura 5.9, Tabela 5.8), embora fosse observada uma estrutura sazonal na série dos dados da exposição à luz solar. A exposição à luz solar nos períodos 2001-4, 2002-1, 2002-4 e 2005-2006 está inversamente associada com o grau de infestação de *Ae. albopictus*.

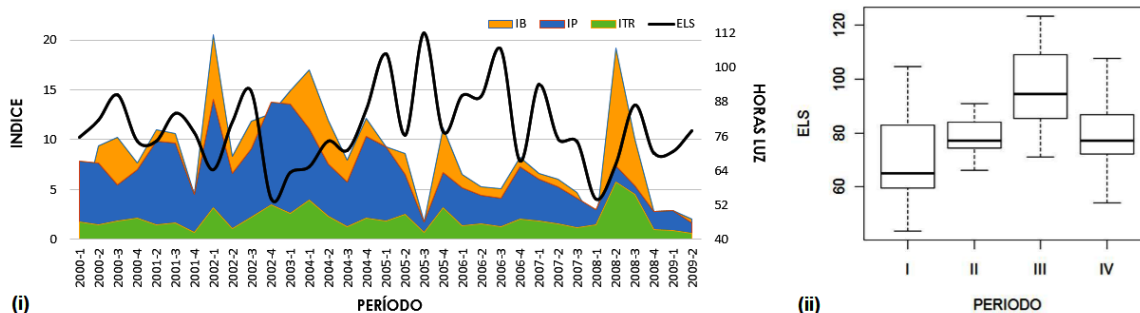


Figura 5.8. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Exposição à luz solar (ELS) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Exposição à luz solar, (ii) Boxplot da exposição à luz solar por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

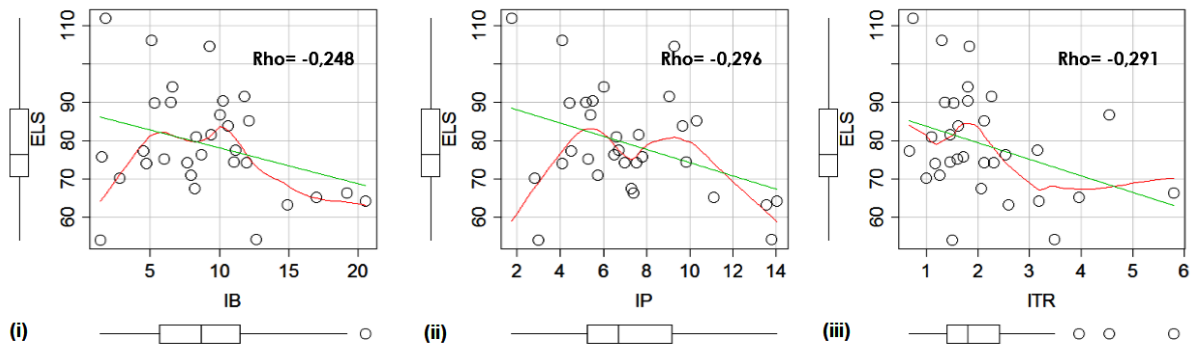


Figura 5.9. Diagramas de dispersão da exposição à luz solar (ELS) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A precipitação apresentou valores entre 0,3 mm (2005-3) e 316,3 mm (2005-4), com média de 145,9 mm e, aparentemente, mostrou uma associação positiva com os índices de infestação de *Ae. albopictus* em parte da série histórica, mas essa tendência não foi estatisticamente significativa (Figura 5.10-i, Tabela 5.8). Essa associação positiva foi mais evidente nos períodos 2000-3, 2002-1, 2004-1, 2005-2006 (Rho < 0,3; Figura 5.11; Tabela 5.8).

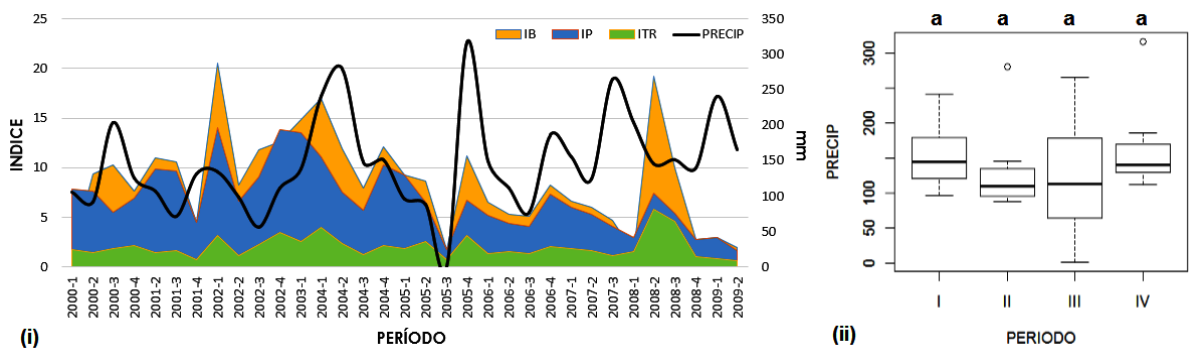


Figura 5.10. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Precipitação (PRECIP) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Precipitação, (ii) Boxplot da precipitação por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

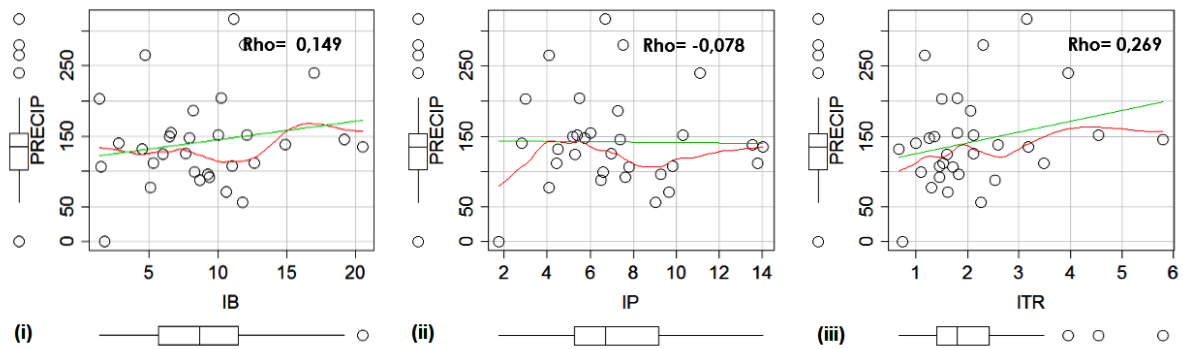


Figura 5.11. Diagramas de dispersão da Precipitação (PRECIP) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Precipitação e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da precipitação e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da precipitação e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A temperatura média apresentou valores entre 20,8 °C (2006-2) e 26,8 °C (2007-1), com média de 25,6 °C (Figura 5.12-i). Apesar de apresentar uma clara sazonalidade e aparente associação positiva com o grau de infestação, pelo menos em parte da série histórica (2002-2004 e 2006-2007), não foi detectada associação significativa ($Rho < 0,1$; Figura 5.13; Tabela 5.8).

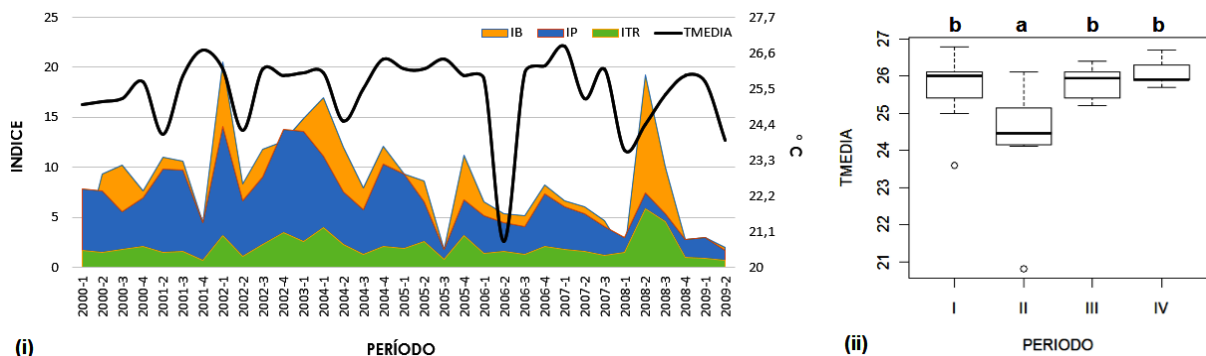


Figura 5.12. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Média (TMEDIA) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Média, (ii) Boxplot da Temperatura média por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

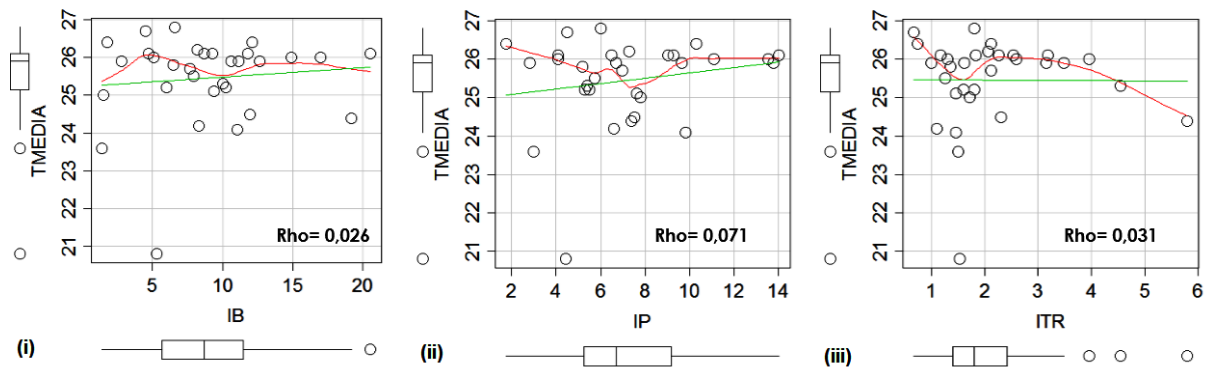


Figura 5.13. Diagramas de dispersão da Temperatura Média (TMED) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A temperatura máxima registrou valores entre 25,4 °C (2006-2) e 35,4 °C (2002-3), com média de 32,2°C (Figura 5.14-i). Entretanto, não foi observada associação significativa entre a temperatura máxima e os índices de infestação do *Ae. albopictus* ($Rho < 0,3$; Figura 5.15; Tabela 5.8).

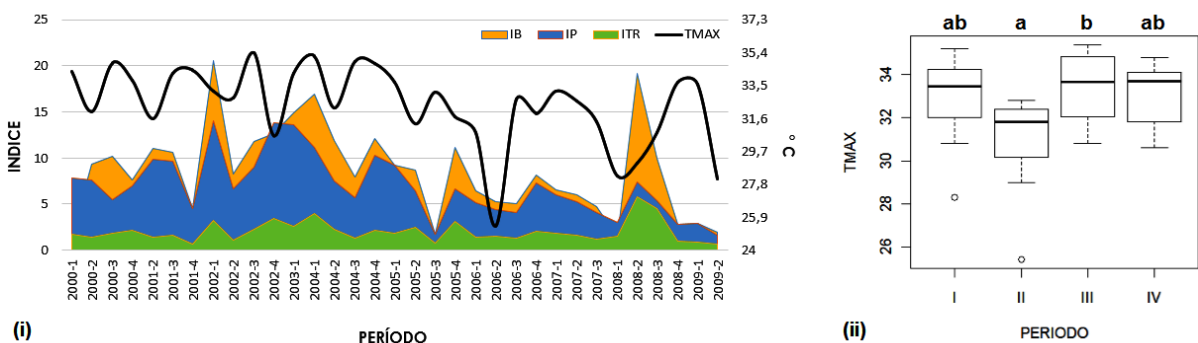


Figura 5.14. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Máxima (TMAX) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Máxima, (ii) Boxplot da Temperatura máxima por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

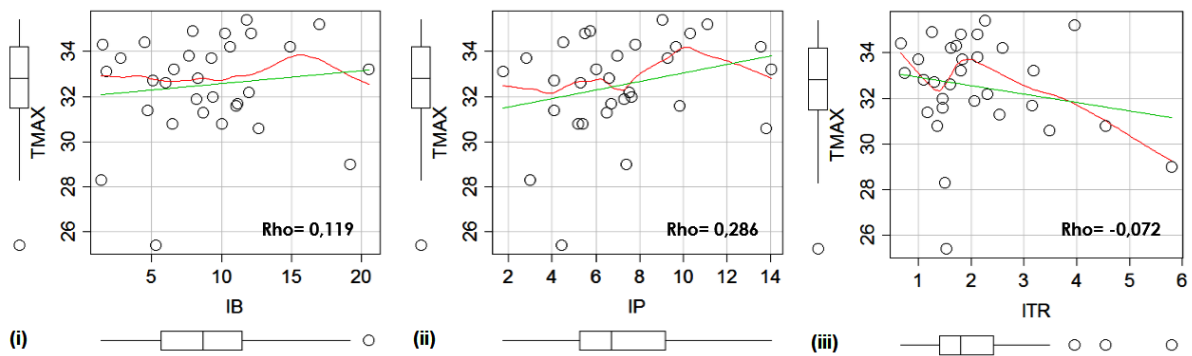


Figura 5.15. Diagramas de dispersão da Temperatura Máxima (TMAX) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A temperatura mínima registrou valores entre 14,9 °C (2001-2) e 24,2 °C (2002-2), com média de 21,3°C (Figura 5.16-i), mas não foi observada uma associação com os índices de infestação analisados, no entanto, na maioria dos períodos onde foram registradas as temperaturas mais baixas, os valores dos índices foram igualmente os mais baixos ($Rho < 0,2$; Figura 5.17; Tabela 5.8).

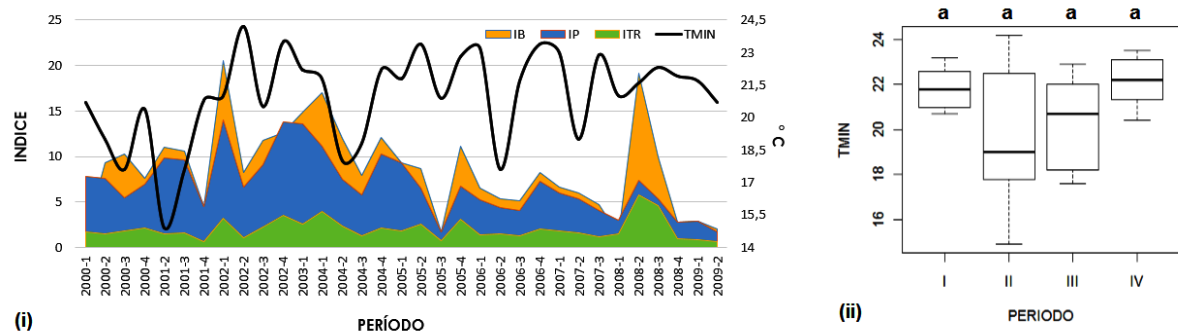


Figura 5.16. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Mínima (TMIN) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Mínima, (ii) Boxplot da Temperatura mínima por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

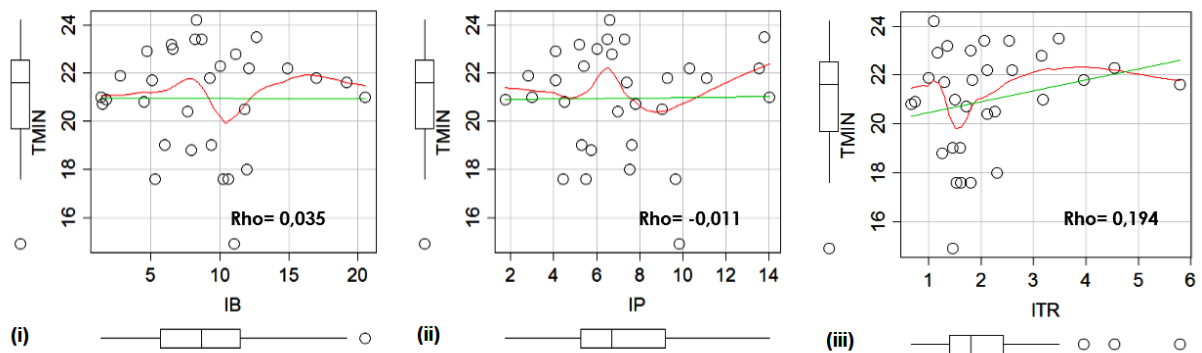


Figura 5.17. Diagramas de dispersão da Temperatura Mínima (TMIN) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A umidade relativa registrou valores entre 68,8 % (2006-2) e 93,2 % (2009-2), com média de 86,5 %, e, aparentemente, observa-se uma associação direta com os índices de infestação analisados em quase toda a série histórica, mas esse padrão não foi significativo estatisticamente (Figura 5.18-i, Tabela 5.8). Não foi observada correlação significativa entre o grau de infestação e a umidade relativa, apesar da diferença entre as medianas dos períodos analisados ($Rho < 0,3$; Figura 5.19; Tabela 5.8).

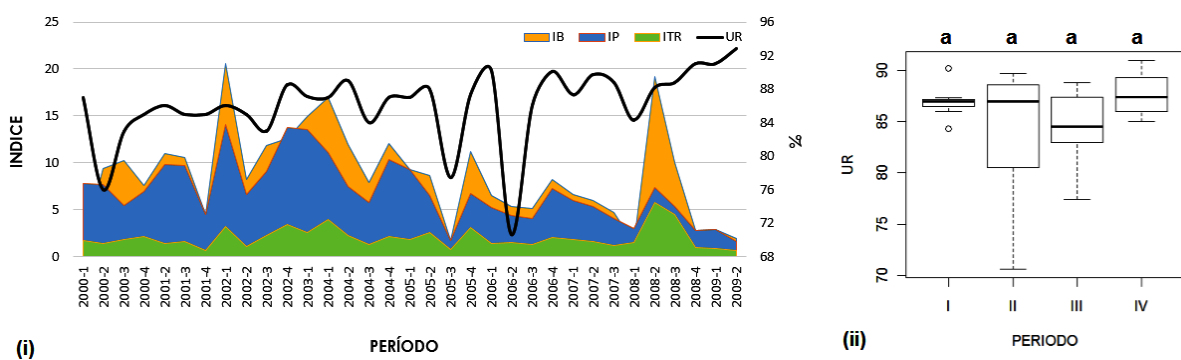


Figura 5.18. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Umidade Relativa (UR) de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Umidade Relativa, (ii) Boxplot da Umidade Relativa por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

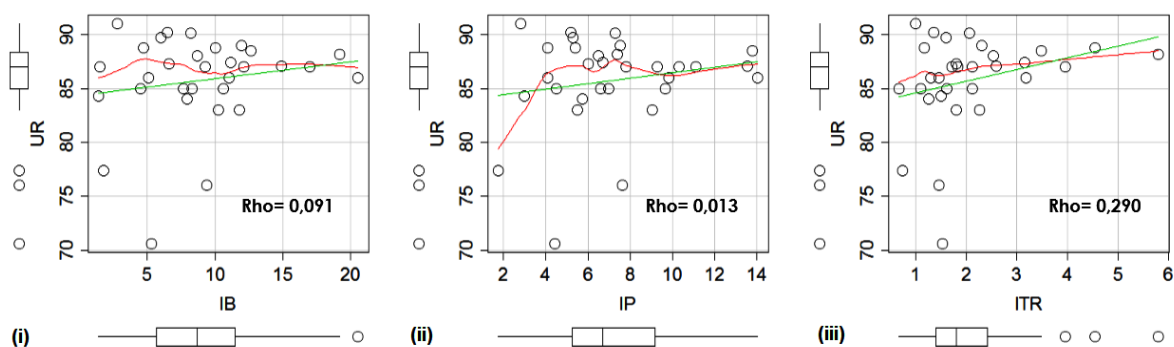


Figura 5.19. Diagramas de dispersão da Umidade Relativa (UR) e os índices de infestação de *Ae. albopictus* (2000-2009). (i) Diagrama de dispersão da Umidade Relativa o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

Tabela 5.8. Teste de Correlação de Spearman dos índices de infestação de *Ae. albopictus* e os fatores climáticos (2000-2012).

<i>Variável</i>	<i>Coefficiente de Correlação (Rho)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Exposição a Luz Solar</i>		
IB	-0,248	0,177
IP	-0,296	0,106
ITR	-0,291	0,111
<i>Precipitação</i>		
IB	0,149	0,425
IP	-0,078	0,676
ITR	0,269	0,143
<i>Temperatura Máxima</i>		
IB	0,119	0,523
IP	0,286	0,119
ITR	-0,072	0,702
<i>Temperatura Média</i>		
IB	0,026	0,891
IP	0,071	0,704
ITR	0,031	0,869
<i>Temperatura Mínima</i>		
IB	0,035	0,850
IP	-0,011	0,952
ITR	0,194	0,294
<i>Umidade Relativa</i>		
IB	0,091	0,628
IP	0,013	0,944
ITR	0,290	0,113

5.4. ASSOCIAÇÃO ENTRE OS FATORES CLIMÁTICOS E OS ÍNDICES DE INFESTAÇÃO DE *Ae. aegypti* (2009-2012)

A exposição à luz solar apresentou valores entre 43,5 e 123,5 horas (2011-3), com média de 89,9 horas (2011-1). Os dados demonstraram uma relação inversa significativa entre a exposição à luz solar e o grau de infestação de *Ae. aegypti* (Figura 5.20-i), a qual é melhor visualizada por meio de diagramas de dispersão, observando-se uma correlação negativa e significativa entre a exposição dos criadouros à luz solar e os três índices estudados ($Rho > -0,7$; $p \leq 0,05$; Figura 5.21; Tabela 5.9), principalmente, o índice de Breteau ($Rho = -0,75$).

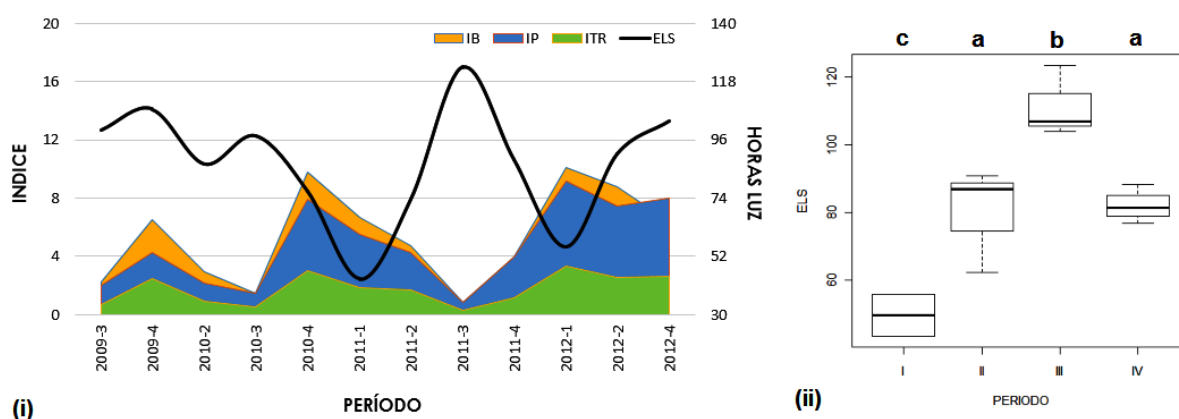


Figura 5.20. Distribuição temporal dos índices de infestação de *Ae. aegypti* e a Exposição à luz solar (ELS) (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Exposição à luz solar, (ii) Boxplot da exposição à luz solar por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

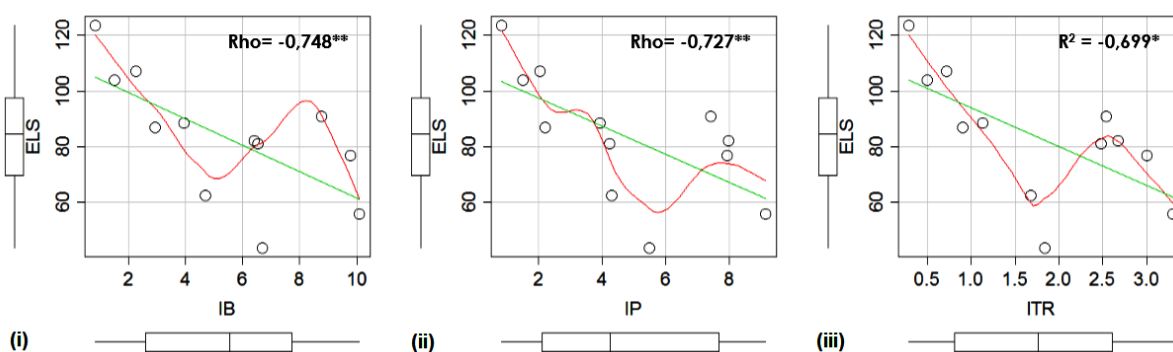


Figura 5.21. Diagramas de dispersão da exposição à luz solar (ELS) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Exposição à luz solar e o índice por tipo

de recipiente (ITR). Níveis de significância: '*' $p < 0,05$; '**' $p < 0,01$; '***' $p < 0,001$. Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A precipitação registrou valores entre 26,8 mm (2011-3) e 267 mm (2009-4), com média de 145,1 mm. Foi observada forte associação positiva entre a precipitação e o grau de infestação (Figura 5.22-i), encontrando-se uma correlação positiva e significativa nos três índices estudados ($Rho > 0,7$; $p \leq 0,05$; Figura 5.23; Tabela 5.9), principalmente no índice de Breteau ($Rho = 0,76$).

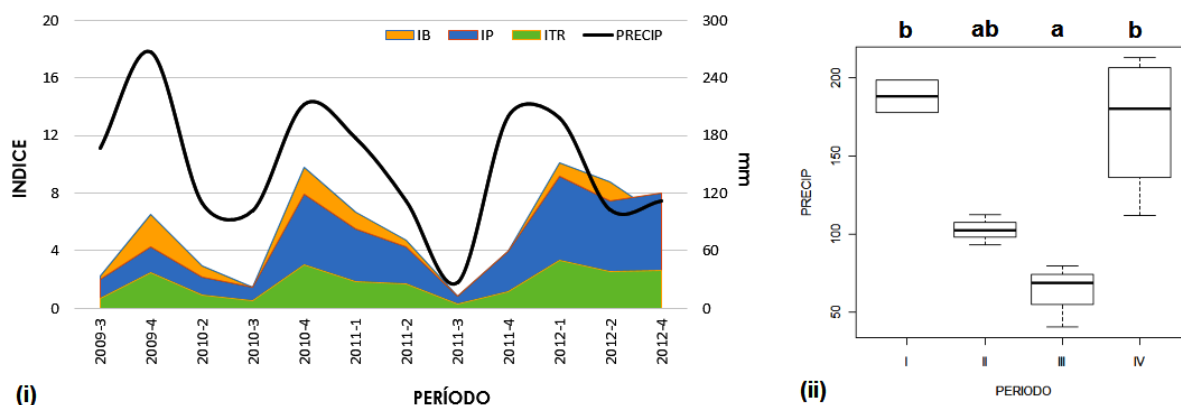


Figura 5.22. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Precipitação (PRECIP) de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Precipitação, (ii) Boxplot da precipitação por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

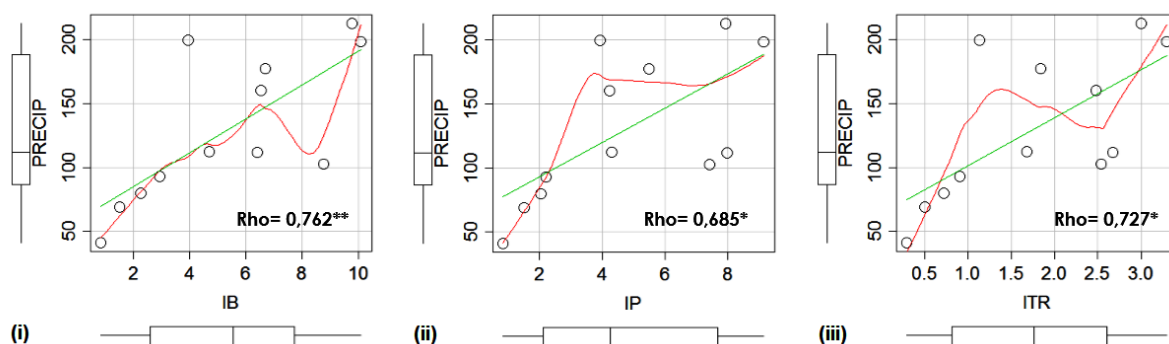


Figura 5.23. Diagramas de dispersão da Precipitação (PRECIP) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Precipitação e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da precipitação e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da precipitação e o índice por tipo de recipiente (ITR). Níveis de significância: '*' $p < 0,05$; '**' $p < 0,01$; '***' $p < 0,001$. Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada

A temperatura média apresentou valores entre 25,1°C (2012-1) e 26,5°C (2010-3) e média de 25,9°C (Figura 5.24-i). Não foi observada associação entre a temperatura média e o grau de infestação na série ($Rho < -0,5$; Figura 5.25; Tabela 5.9).

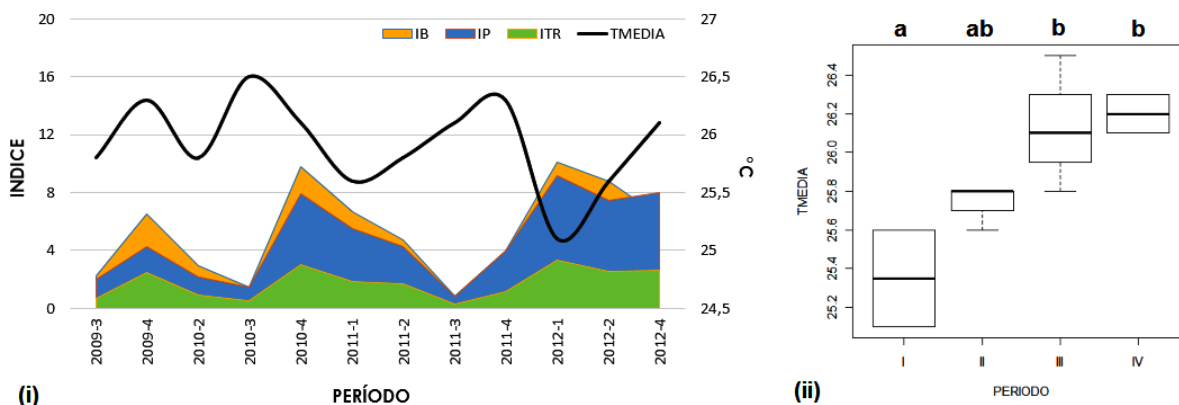


Figura 5.24. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Média (TMEDIA) de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Média, (ii) Boxplot da Temperatura média por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

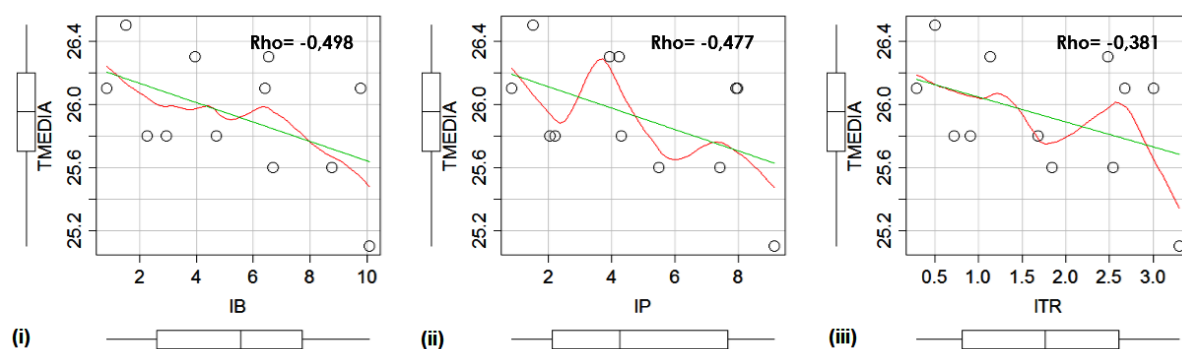


Figura 5.25. Diagramas de dispersão da Temperatura Média (TMEDIA) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Média e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A temperatura máxima registrou valores entre 28,7 °C (2012-1) e 35,4 °C (2010-4) com média de 31,5 °C (Figura 5.26-i). Não foi observada associação significativa da temperatura máxima com o grau de infestação ($Rho < -0,4$; Figura 5.27; Tabela 5.9).

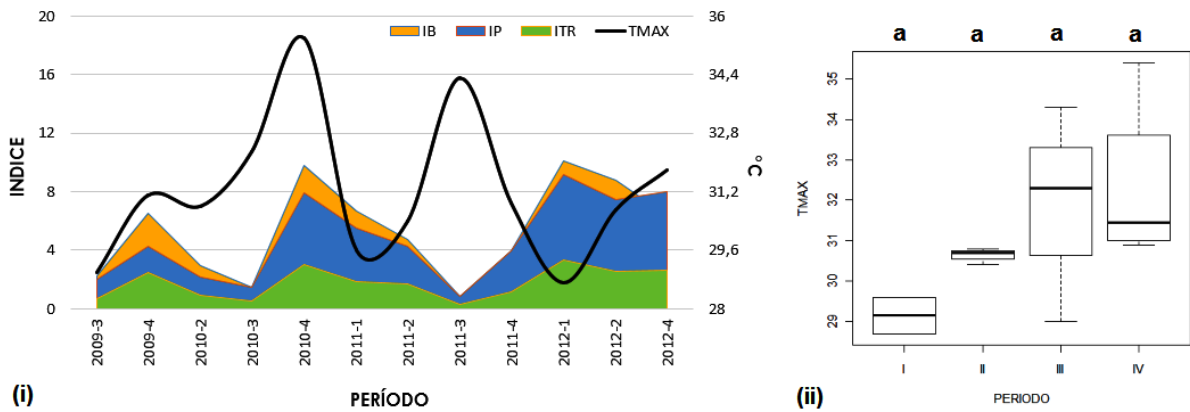


Figura 5.26. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Máxima (TMAX) de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Máxima, (ii) Boxplot da Temperatura máxima por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

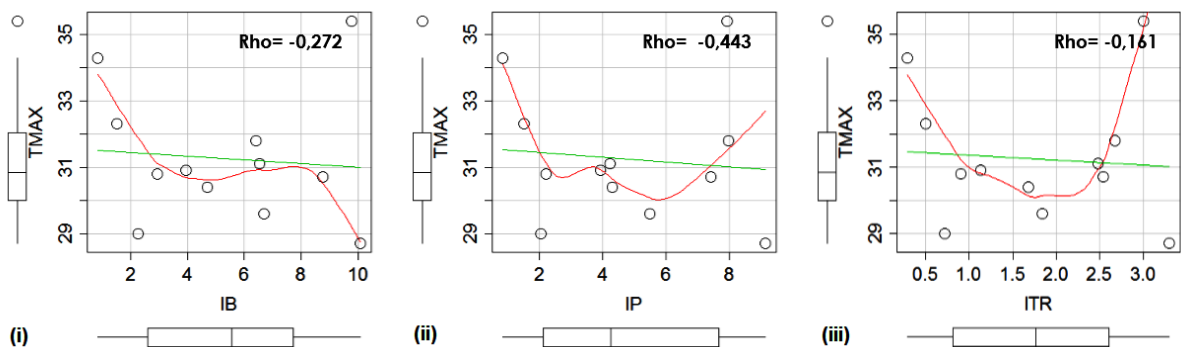


Figura 5.27. Diagramas de dispersão da Temperatura Máxima (TMAX) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Máxima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A temperatura mínima registrou valores entre 21,5 °C (2011-2,3) e 23,4 °C (2010-2), com média de 22,2 °C (Figura 5.28-i), mas não foi detectada nenhuma associação significativa com os índices de infestação analisados ($Rho < -0,2$; Figura 5.29; Tabela 5.9).

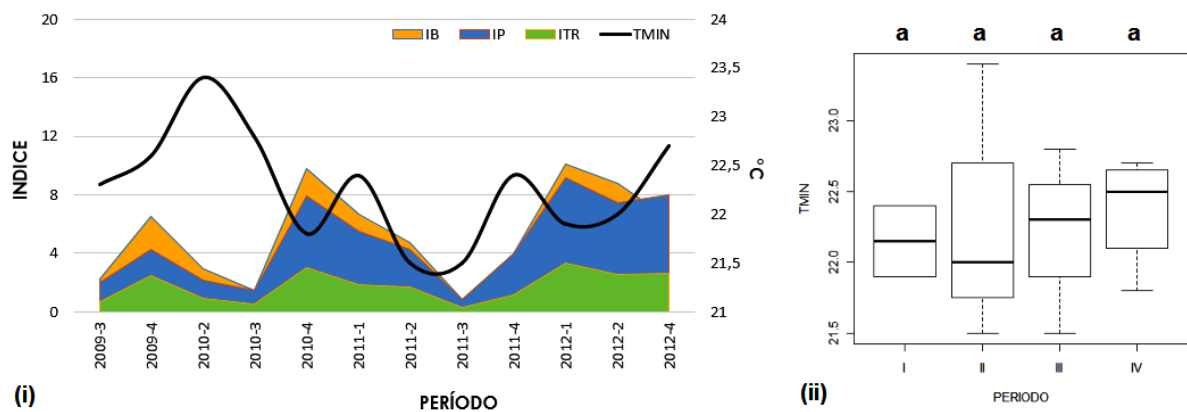


Figura 5.28. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Temperatura Mínima (TMIN) de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Temperatura Mínima, (ii) Boxplot da Temperatura mínima por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

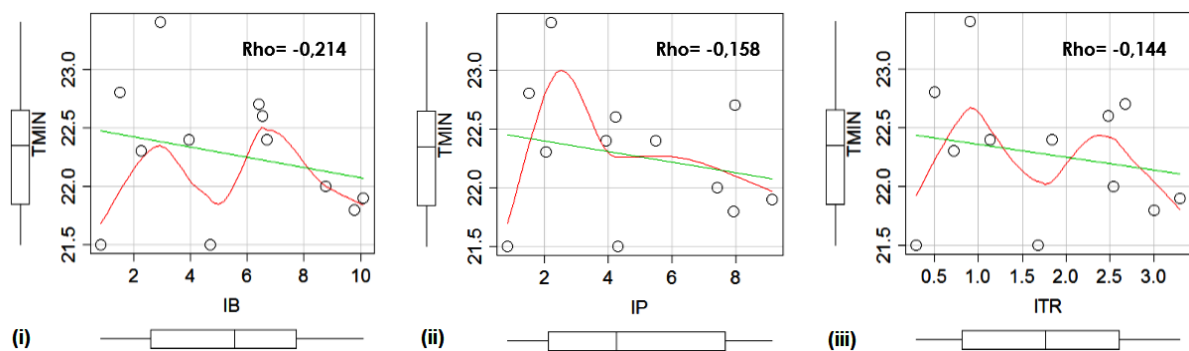


Figura 5.29. Diagramas de dispersão da Temperatura Mínima (TMIN) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

A umidade relativa registrou valores entre 68,8 % (2011-3) e 93,2 % (2011-1), com média de 87,5 %, e apresentou, como a precipitação, uma relação direta com o grau de infestação nessa série histórica (Figura 5.30-i). Foi observada uma correlação positiva e significativa entre a umidade relativa com os índices de Breteau e o índice por tipo de recipientes ($Rho < 0,7$; $p < 0,05$; Figura 5.31; Tabela 5.9).

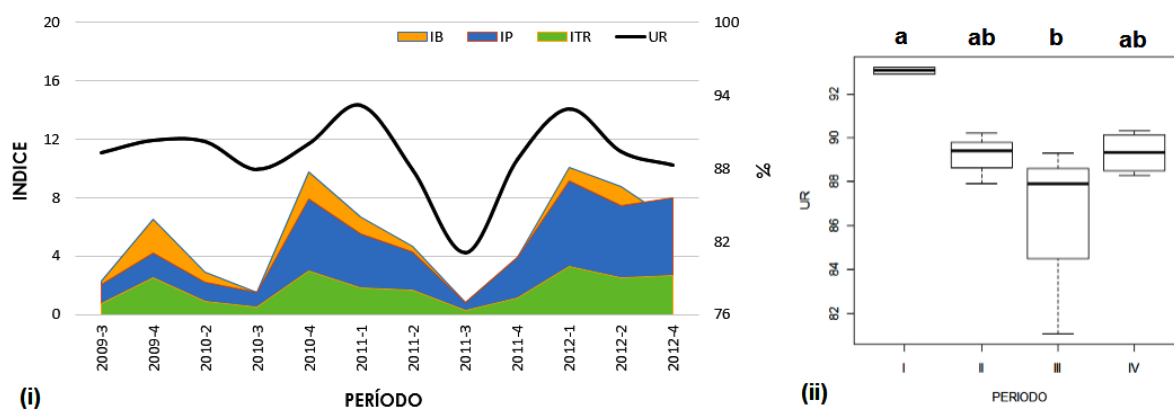


Figura 5.30. Distribuição temporal dos índices de infestação e a Umidade Relativa (UR) de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Série histórica dos índices de infestação e a Umidade Relativa, (ii) Boxplot da Umidade Relativa por período. Grupos seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Períodos: I (Fev-Abr); II (Mai-Jul); III (Ago-Out); IV (Nov-Jan).

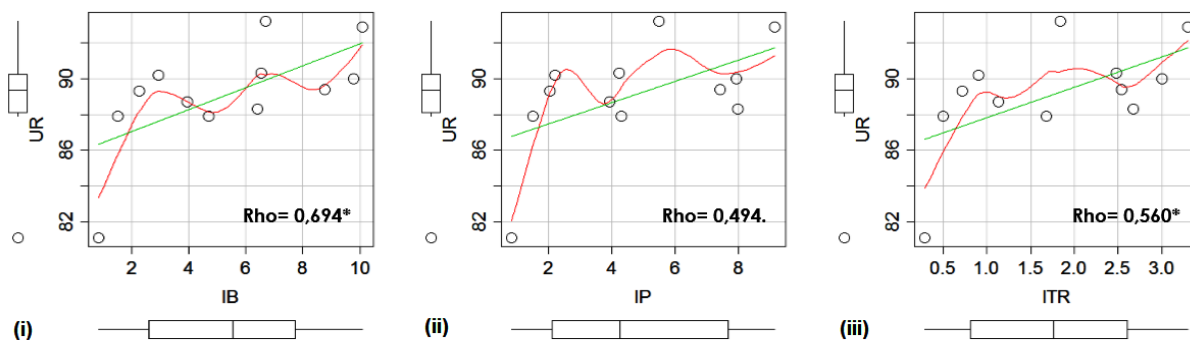


Figura 5.31. Diagramas de dispersão da Umidade Relativa (UR) e os índices de infestação de *Ae. aegypti* (2009-2012). (i) Diagrama de dispersão da Umidade Relativa o índice de Breteau (IB), (ii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice de infestação predial (IP), (iii) Diagrama de dispersão da Temperatura Mínima e o índice por tipo de recipiente (ITR). Níveis de significância: $^* p < 0,05$; $^{**} p < 0,01$; $^{***} p < 0,001$. Linha verde: linha de tendência. Linha vermelha: linha de dispersão suavizada.

Tabela 5.9. Teste de Correlação de Spearman dos índices de infestação de *Ae. aegypti* e os fatores climáticos (2009-2012).

Variável	Coefficiente de Correlação (Rho)	Valor p
<i>Exposição a Luz Solar</i>		
IB	-0,748	p<0,01
IP	-0,727	p<0,01
ITR	-0,699	p<0,05
<i>Precipitação</i>		
IB	0,762	p<0,01
IP	0,685	p<0,05
ITR	0,727	p<0,05

<i>Variável</i>	<i>Coefficiente de Correlação (Rho)</i>	<i>Valor p</i>
<i>Temperatura Máxima</i>		
IB	-0,272	0,391
IP	-0,443	0,443
ITR	-0,161	0,619
<i>Temperatura Média</i>		
IB	-0,498	0,099
IP	-0,477	0,117
ITR	-0,381	0,222
<i>Temperatura Mínima</i>		
IB	-0,214	0,504
IP	-0,158	0,624
ITR	-0,144	0,656
<i>Umidade Relativa</i>		
IB	0,694	p<0,05
IP	0,494	0,103
ITR	0,560	p<0,05

5.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CRIADOUROS POSITIVOS DE *Ae. albopictus* E *Ae. aegypti* NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE LETÍCIA, COLÔMBIA

Com o propósito de analisar espacialmente a distribuição de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana do município de Letícia, Colômbia, foram construídos mapas temáticos da localização desses dois vetores do Dengue por ano, e comparou-se com a informação obtida dos relatórios de vigilância entomológica. Além disso, foram realizadas análises estatísticas descritivas e inferenciais, com o objetivo de comparar as populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos quarteirões para os anos de 2011 e 2012.

A partir de março de 2001, *Ae. albopictus* aumentou sua expansão em Letícia, Colômbia, colonizando criadouros desde a fronteira até a região norte da cidade, bem como aumentando a frequência desses criadouros (IP médio = 8,0) (Figura 5.1). Observa-se um aglomerado de criadouros positivos de *Ae. albopictus* em pneus, os quais estavam localizados em um depósito de materiais no bairro de Jose Maria Hernandez, que fica ao norte da cidade (área marcada em vermelho) (Figura 5.32). Nos meses de setembro e dezembro de 2001, foram realizadas ações de controle vetorial, como sensibilização casa a casa e aplicação de larvicidas químicos (Temephos) e biolarvicidas (*B. thuringiensis*).

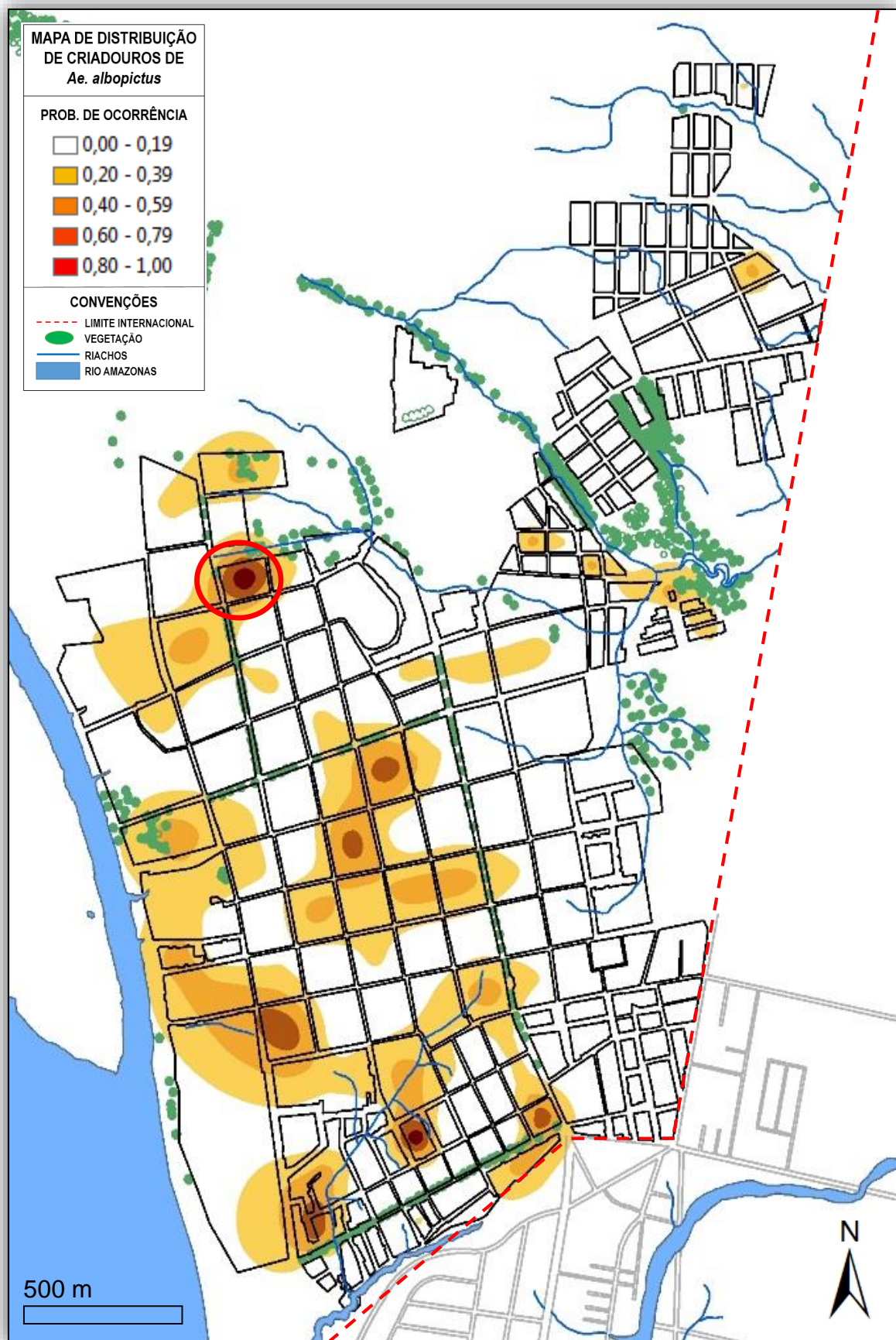


Figura 5.32. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2001

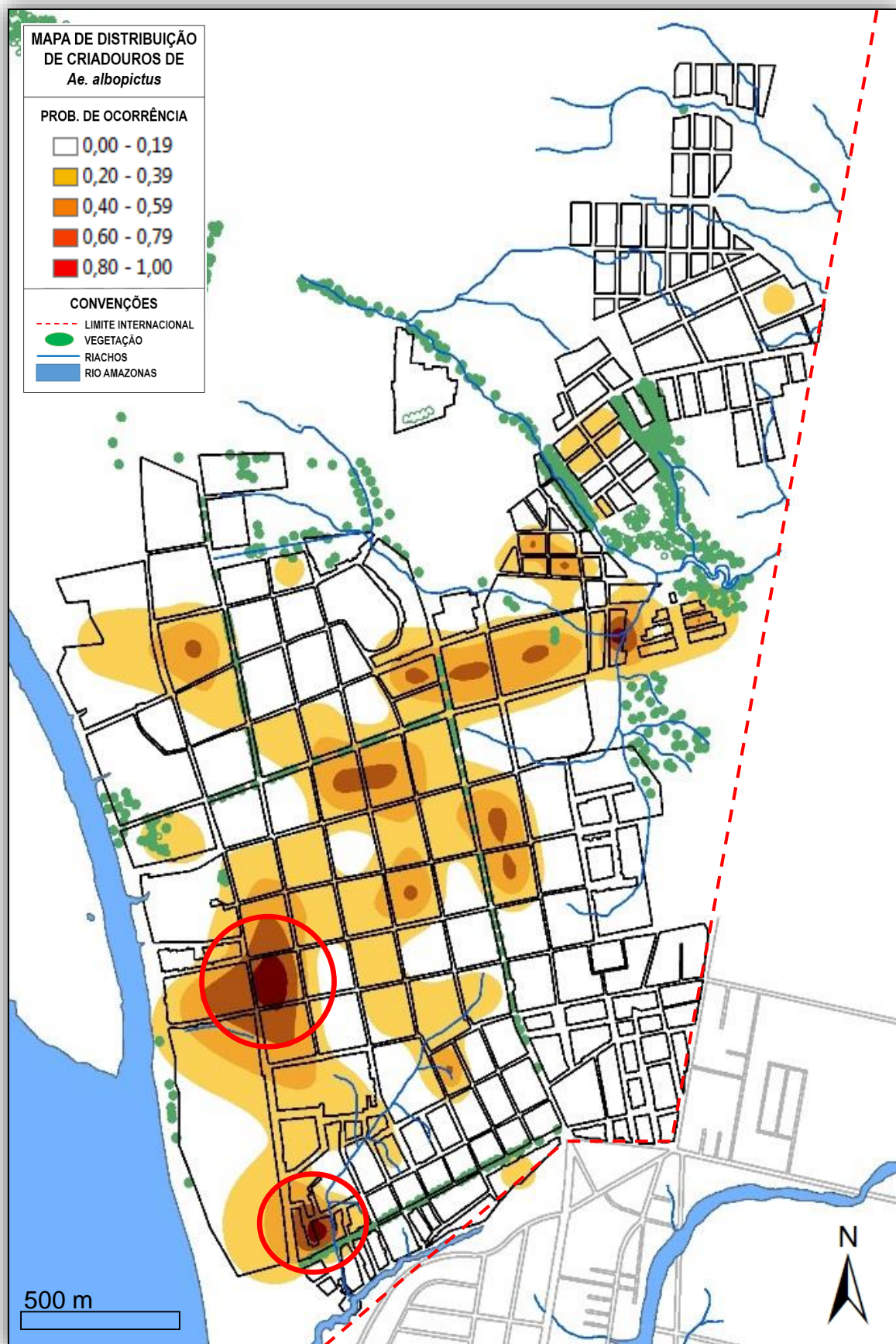


Figura 5.33. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2002

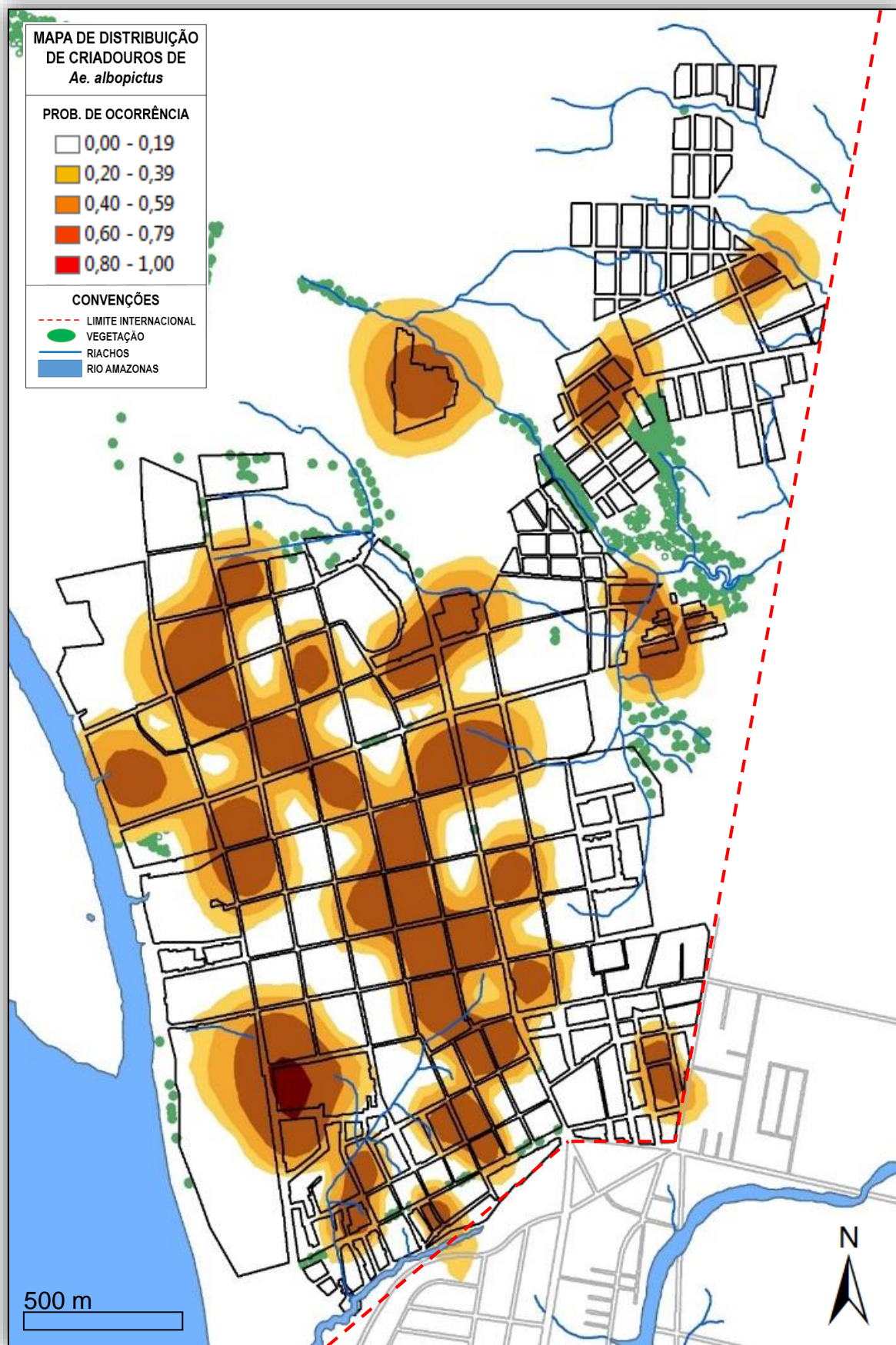


Figura 5.34. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2003

Em 2002, os índices de infestação de *Ae. albopictus* demonstraram tendência de aumento (IP médio=10,8) (Figura 5.1). Durante esse período, dois focos de criadouros positivos de *Ae. albopictus* foram observados, sendo a maioria de recipientes descartáveis, perto do mercado municipal e o porto fluvial. Em 2002, não foram registradas ações de controle químico e biológico, tampouco campanhas educativas (Figura 5.33). Por outro lado, em 2003, foi observada grande dispersão do *Ae. albopictus* em Letícia, Colômbia (Figura 5.34), apontando elevada frequência de criadouros positivos e positividade de imóveis infestados (IP médio= 13,6; IB médio=14,9) (Figuras 5.1 e 5.2).

Em 2004, os índices de infestação mantiveram-se altos (IP médio=8,7) (Figura 5.1), entretanto não há registros da distribuição espacial dos criadouros positivos nesse ano. Antes do final do ano de 2004, foram realizados inquéritos entomológicos do *Ae. albopictus* em Letícia, e seus resultados foram utilizados como base para o planejamento das estratégias de controle do vetor para o ano 2005. Essas estratégias de intervenção basearam-se em inquéritos entomológicos, controle químico, coletas de recipientes descartáveis e campanhas educativas, através dos meios de comunicação (rádio e televisão local).

Desde o segundo período de 2005, observou-se uma redução considerável no grau de infestação (IP=6,5) (Figura 5.1), na frequência de criadouros (ITR=2,5) (Figura 5.3) e na distribuição do *Ae. albopictus* (Figura 5.35). Durante esse período, as medidas de intervenção foram aplicadas nos imóveis com criadouros positivos no primeiro e segundo levantamento desse ano, especialmente nos imóveis mais infestados, como, por exemplo, a Escola Normal Superior Marceliano Canyes e uma borracharia no bairro El Porvenir. Da mesma forma, para o terceiro período, registrou-se uma redução no grau de infestação (IP=1,75) (Figura 5.1).

Em 2006 e 2007 (Figura 5.36 e 5.37), as estratégias de vigilância entomológica do *Ae. albopictus* foram mantidas, principalmente após ter sido detectada a presença do *Ae. aegypti* na área urbana do município de La Pedrera (Amazonas), Colômbia, em 2006 (Rojas-Gil & Brochero 2008), bem como 8 casos de Dengue no ano 2007, na mesma localidade. Durante o primeiro semestre de 2008, não foram realizadas ações de controle integrado e preventivo dos vetores do Dengue no município de Letícia, Colômbia.

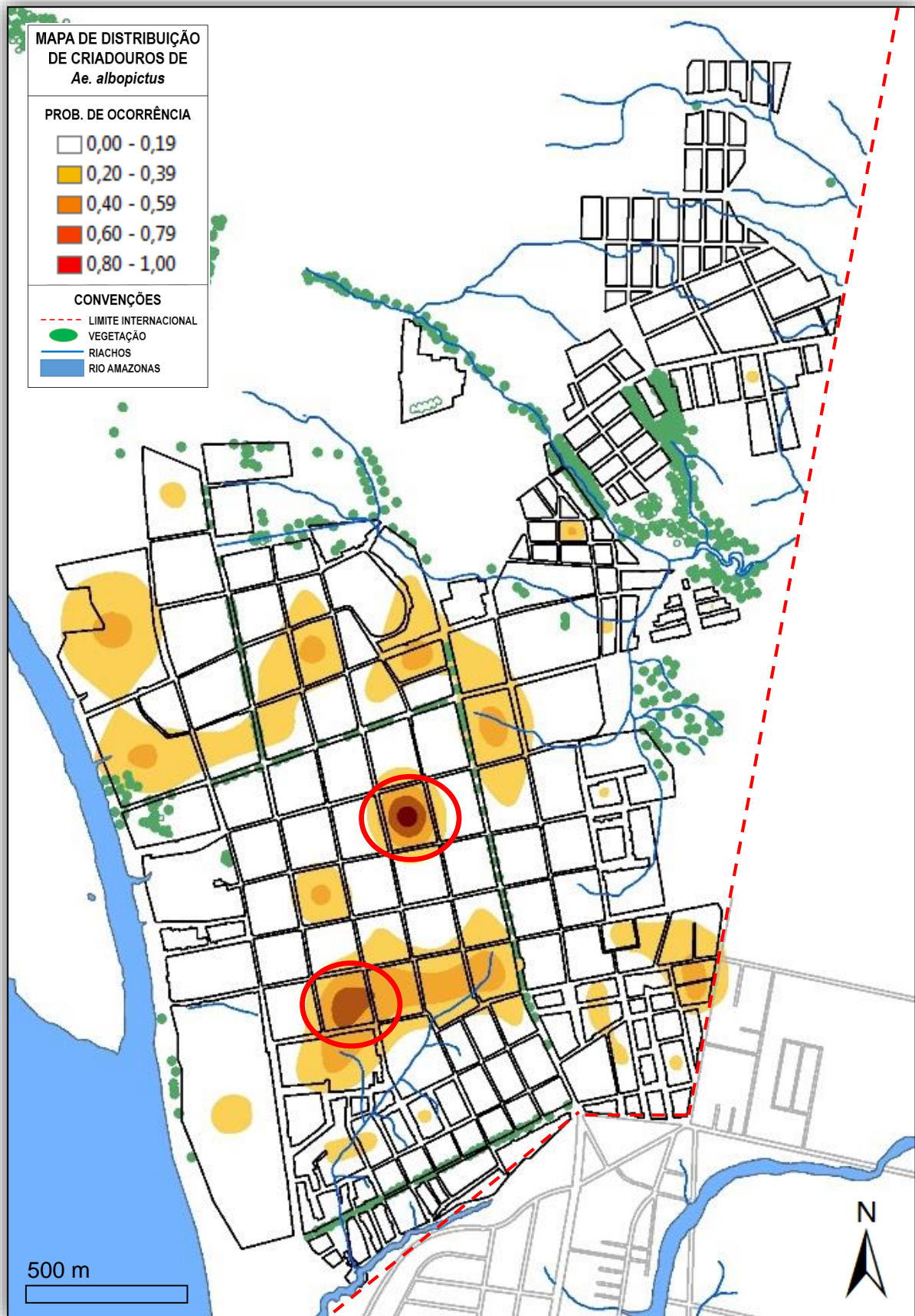


Figura 5.35. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2005

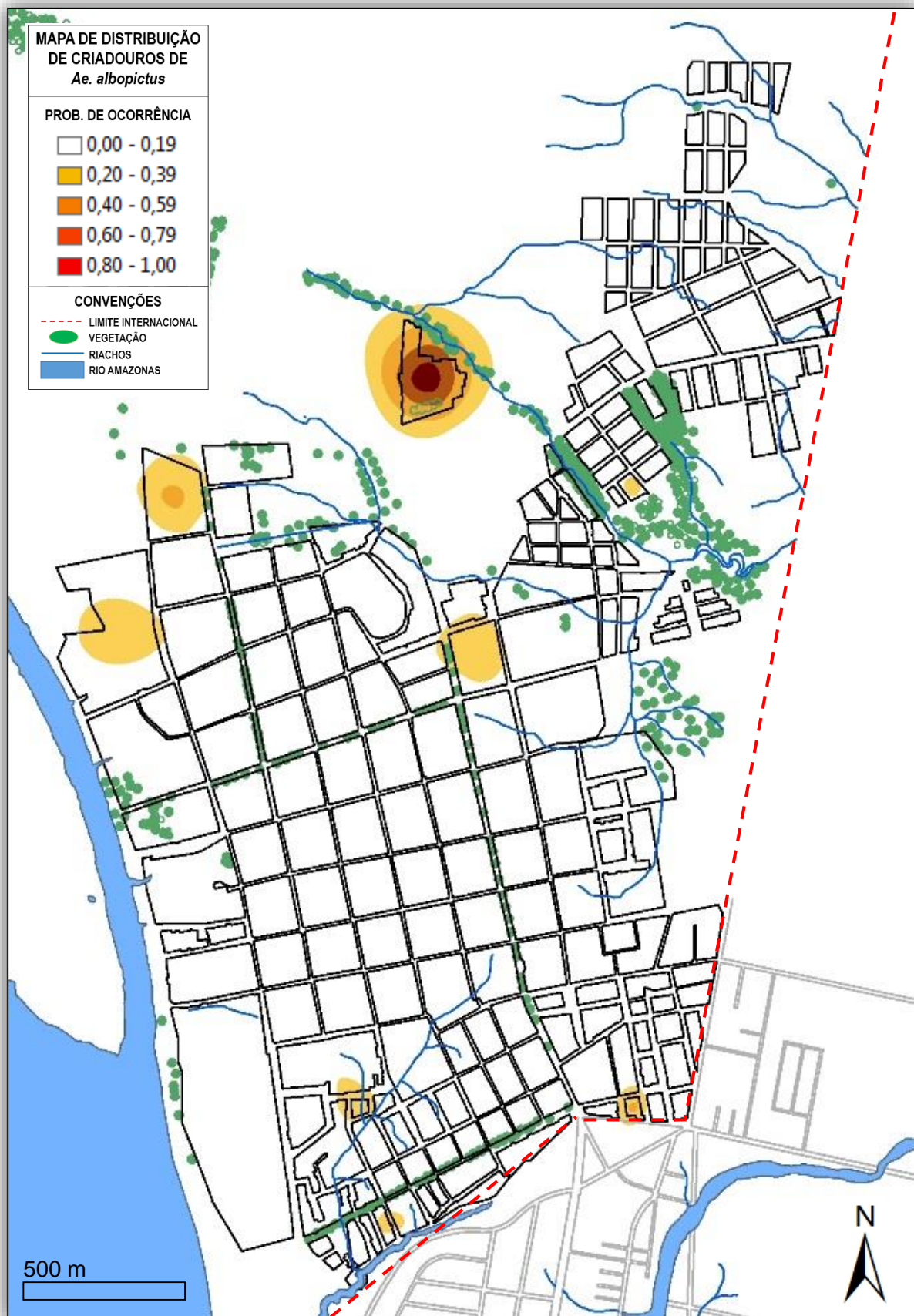


Figura 5.36. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2006

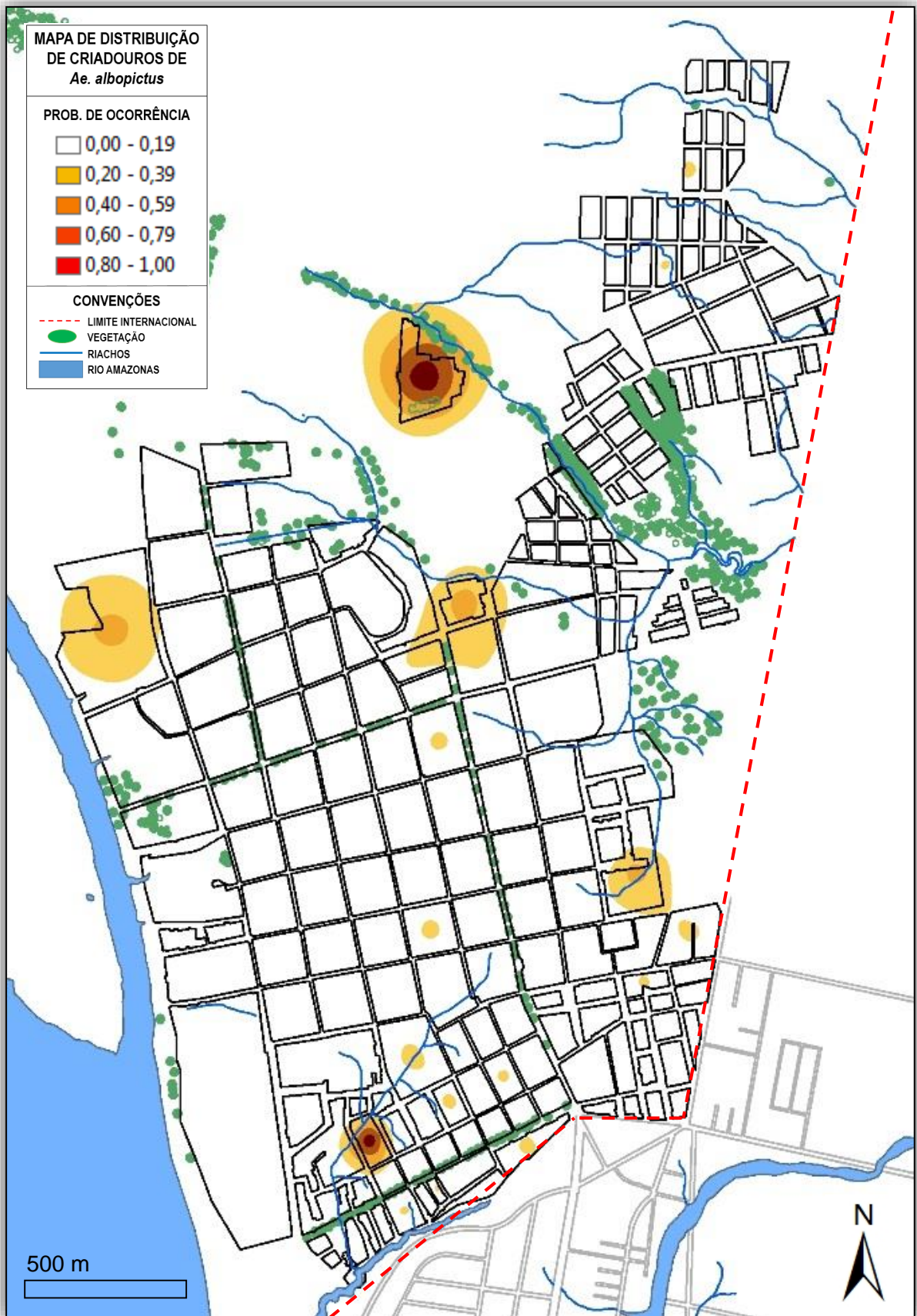


Figura 5.37. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2007

Para o período 2008-2, o grau de infestação e a frequência de criadouros apresentaram índices elevados (IB=19,2; ITR=5,8; Figuras 5.2 e 5.3), com vários focos de proliferação do *Ae. albopictus* distribuindo-se, principalmente, ao norte da cidade de Letícia (Figura 5.38). Em junho de 2008, intensificaram-se as ações de controle e vigilância entomológica dos municípios de Letícia (Colômbia) e Tabatinga (Brasil), com larvitrapas e campanhas de sensibilização ao pessoal de saúde e à população em geral, devido à presença de *Ae. aegypti*, pela primeira vez, no porto de Tabatinga. Após as intervenções, houve queda no grau de infestação para *Ae. albopictus* até meados do ano de 2009 (IP 2008-4=2,8; IP 2009-1=2,9; IP 2009-2=1,7) (Figura 5.1). Em setembro de 2009, o *Ae. aegypti* foi reportado pela primeira vez na cidade de Letícia, com a ocorrência de duas larvas dessa espécie coletadas durante a inspeção semanal da vigilância entomológica (Figura 5.39). Em seguida, implementou-se o levantamento dos três índices de infestação, como atividade inicial do plano de contingência contra o Dengue, com registro de nove imóveis positivos e dez criadouros de formas imaturas do *Ae. aegypti*.

Posteriormente, o grau de infestação de *Ae. albopictus* reduziu novamente após as intervenções (IP 2009-3=7,7; IP 2009-4=4,2) (Figura 5.1), enquanto, o grau de infestação do *Ae. aegypti* apresentou aumento expressivo (IP 2009-3=2,1; IP 2009-4=4,2) (Figura 5.1). A distribuição do *Ae. aegypti* continuou restrita aos bairros fronteiriços (Figura 5.39), cujos focos de proliferação foram restritos a *Ae. albopictus* e, principalmente, nos recipientes descartáveis.

Em 2010, as campanhas de controle vetorial se mantiveram, visando a coleta e eliminação dos recipientes descartáveis. O grau de infestação de *Ae. aegypti* diminuiu (IP 2010-2=2,2; IP 2010-3= 1,5) (Figura 5.1), mas foi observada alta frequência nos tanques baixos. Por outro lado, *Ae. albopictus* apresentou elevada redução, sobretudo no quarto período, quando não foram observados criadouros positivos contendo formas imaturas dessa espécie (IP 2010-3=2,79; IP 2010-4= 0,00) (Figura 5.1). Os dados obtidos revelaram aumento da espacialização de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (Figura 5.40), diferenciando-se espacialmente a presença dos dois vetores, onde *Ae. albopictus* ficou restrito nas áreas periurbanas, enquanto *Ae. aegypti* começou a se dispersar pelos outros bairros fronteiriços e no centro da cidade de Letícia (bairro Colômbia, Gaitan, Punta Brava e Florida).

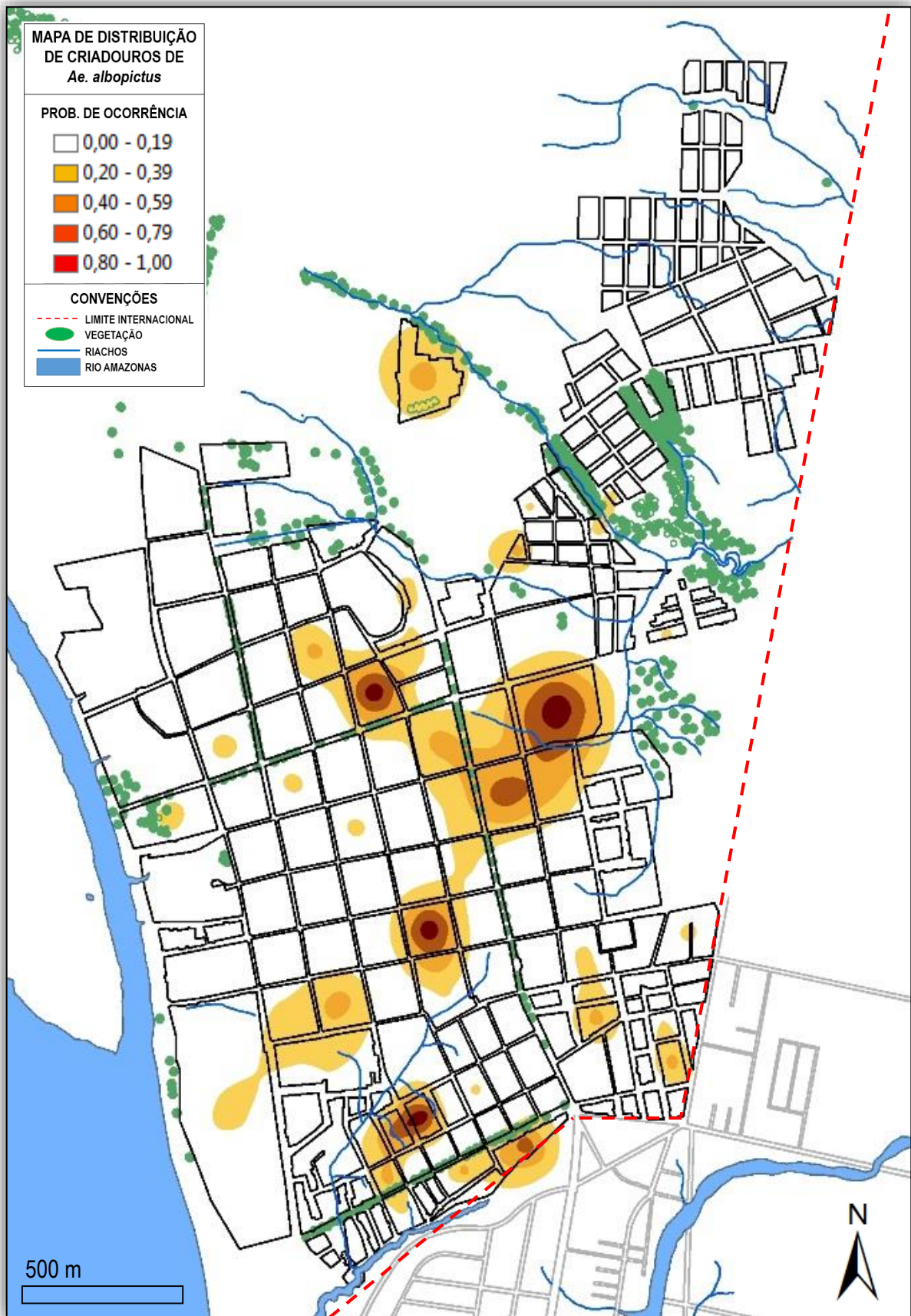


Figura 5.38. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* na área urbana do município de Leticia em 2008

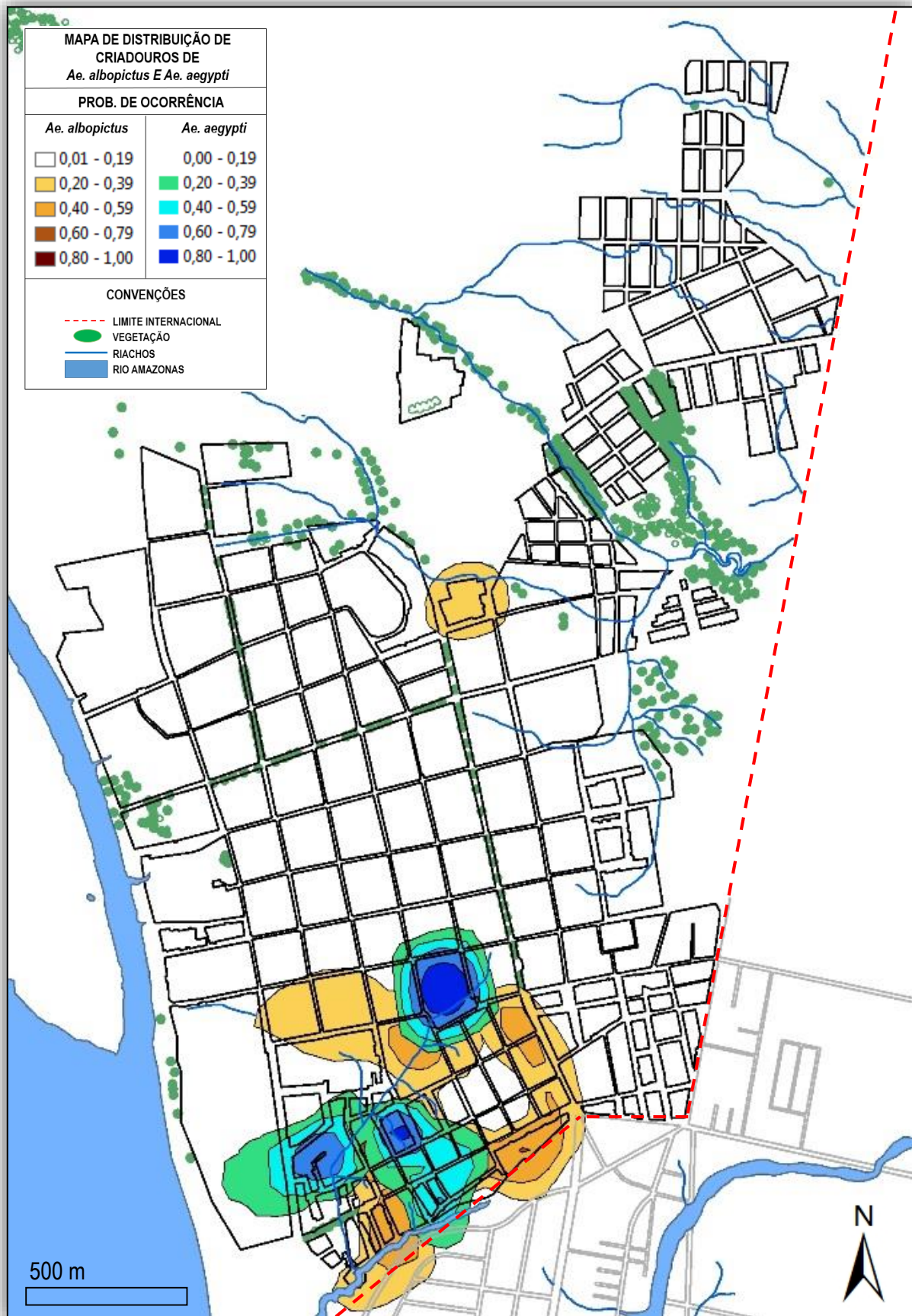


Figura 5.39. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana do município de Leticia em 2009

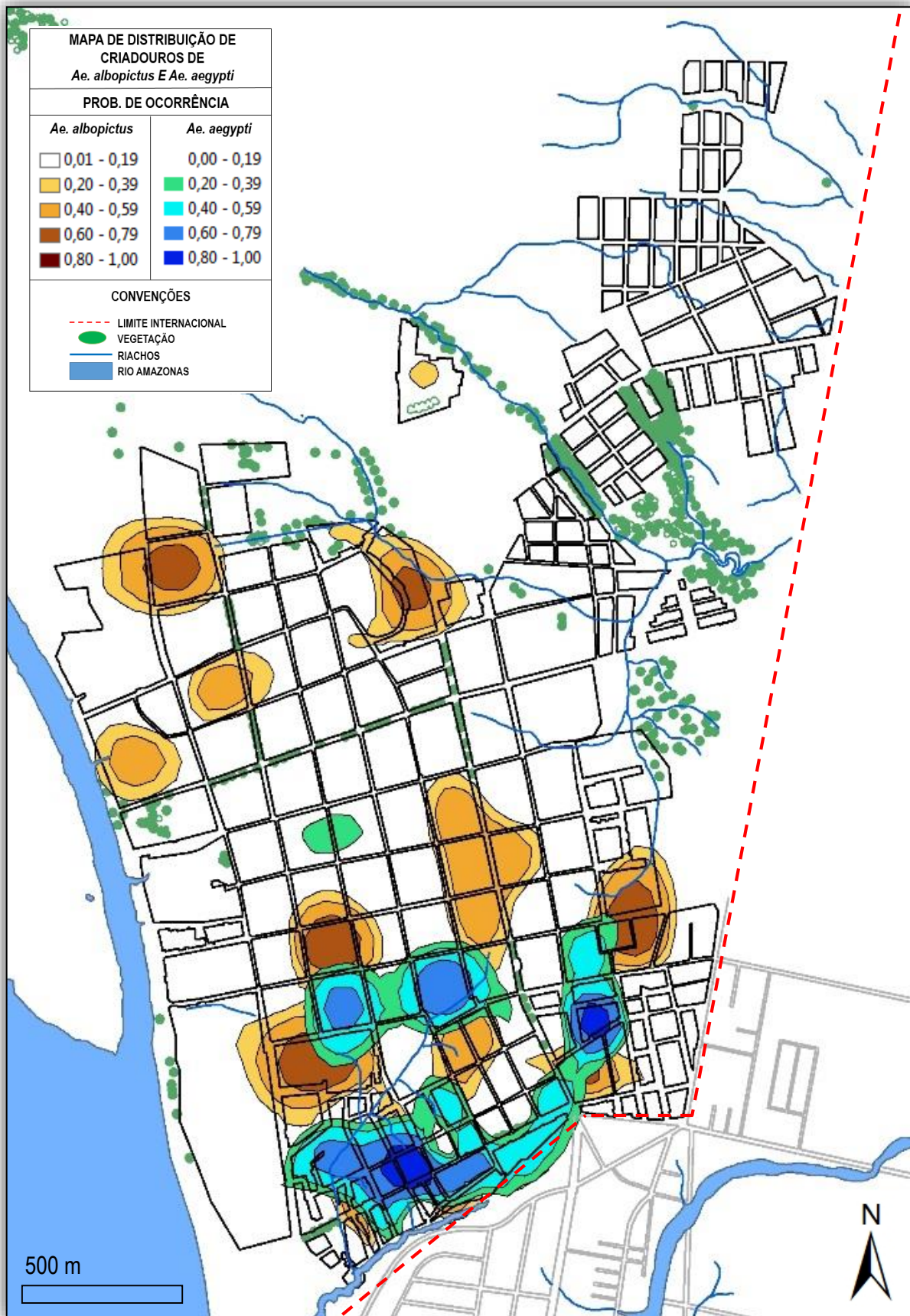


Figura 5.40. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana do município de Leticia em 2010

Em novembro de 2010, notificou-se o primeiro caso de Dengue no município de Tabatinga. Em janeiro de 2011, foram notificados os primeiros casos de Dengue no município de Letícia. Durante esse período, as autoridades de saúde dos três países (Colômbia, Brasil e Peru) decidiram ativar o plano de contingência trífrente contra o Dengue, com medidas de intervenção frequentes baseadas, principalmente, no controle químico (abatização), jornadas educativas, limpeza de tanques baixos e coleta de recipientes descartáveis, coordenado entre os três países.

Em 2011, a distribuição e frequência de criadouros do *Ae. albopictus* foi a menor registrada na sua série histórica (IP médio =0,1; ITR médio =0,2; Figura 5.1 e 5.3), enquanto para o *Ae. aegypti*, observou-se aumento no grau de infestação (IP médio=4,1, ITR médio =1,2; Figura 5.1 e 5.3), com variabilidade entre os períodos. Durante esse período, *Ae. albopictus* ficou restrito aos bairros localizados na área periurbana (bairros de Jose Maria Hernandez e Humarizal), enquanto *Ae. aegypti* ampliou sua distribuição no município e nos bairros do Centro, Jose Maria Hernandez, Simon Bolivar e La Sarita (Figura 5.41), onde foram registrados o maior número de casos notificados de Dengue.

Por outro lado, em 2011, os indivíduos imaturos de *Ae. aegypti* superaram em cinco vezes aos imaturos de *Ae. albopictus*. Encontrou-se uma mediana de 7 indivíduos de *Ae. aegypti* por quarteirão, e um máximo de 61 indivíduos, em um quarteirão perto da fronteira, no bairro Colômbia (área marcada em preto, Fig 5.41), Esse quarteirão foi o único com presença de ambas espécies de *Aedes* (1 indivíduo de *Ae. albopictus*). *Ae. albopictus* apresentou mediana de 4 indivíduos por quarteirão, e um máximo de 25 indivíduos, em um quarteirão do bairro Jose Maria Hernandez, que fica localizado próximo ao cemitério (área marcada em vermelho, Figura 5.41). No entanto, não foi observada diferença significativa entre os quarteirões em 2011 (Tabelas 5.10 e 5.11).

Em 2012, o grau de infestação e a frequência de formas imaturas de *Ae. albopictus* apresentaram novo aumento quando comparado a 2011 (IP médio =2,0; Figuras 5.1 e 5.7). Para o *Ae. aegypti*, o grau de infestação e a frequência de imaturos também aumentaram, quando comparado com o ano de 2011 (IP médio= 8,0; Figuras 5.1 e 5.7). É importante ressaltar que *Ae. aegypti* ampliou sua distribuição em todo o município de Letícia, incluindo alguns bairros periurbanos como lane e Simon Bolivar, enquanto *Ae. albopictus* continuou restrito aos bairros na área periurbana, Jose Maria Hernandez, Humarizal, Simon Bolivar, Victoria Regia, Once de noviembre, dentre outros (Figura 5.42).

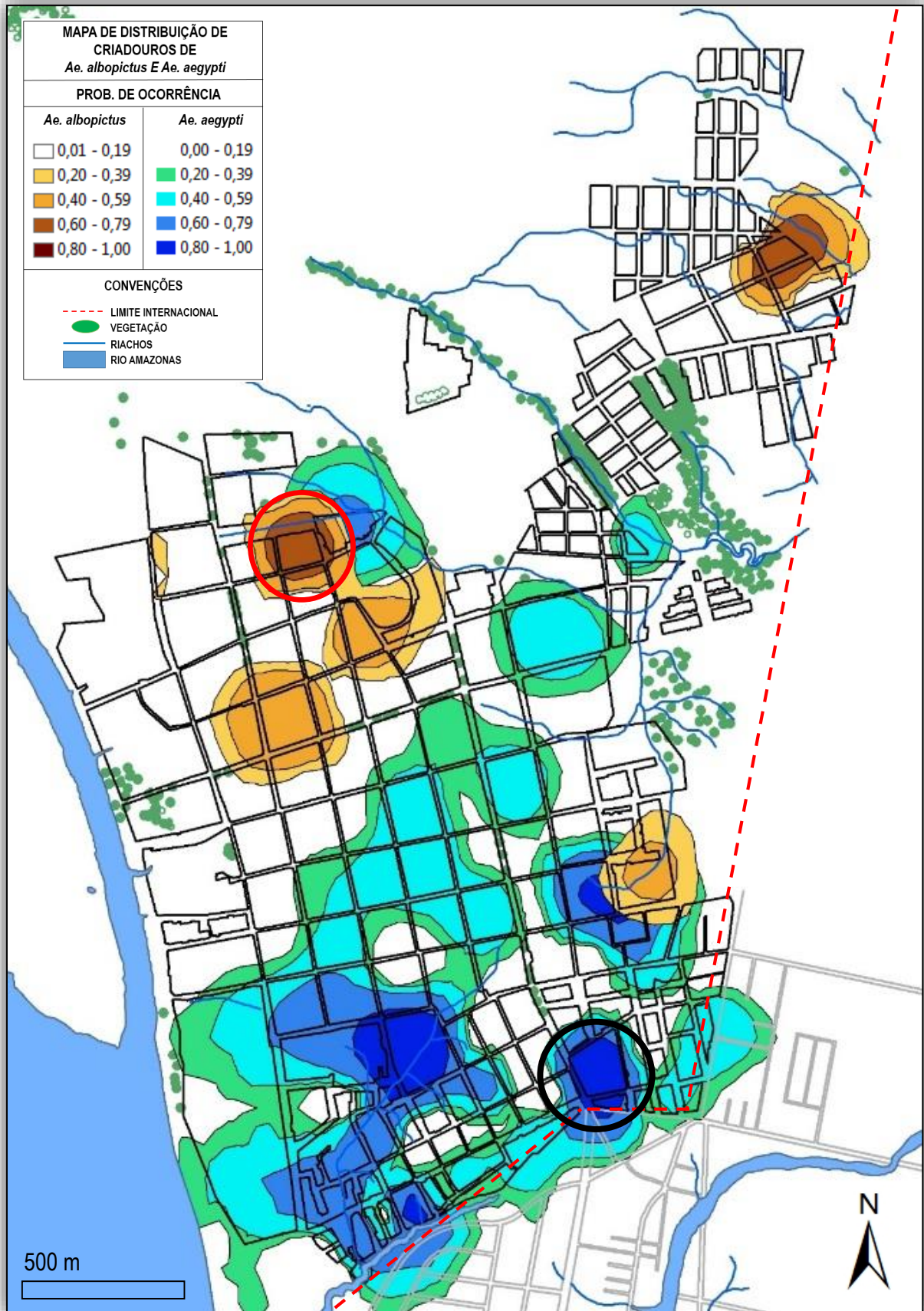


Figura 5.41. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana do município de Leticia em 2011

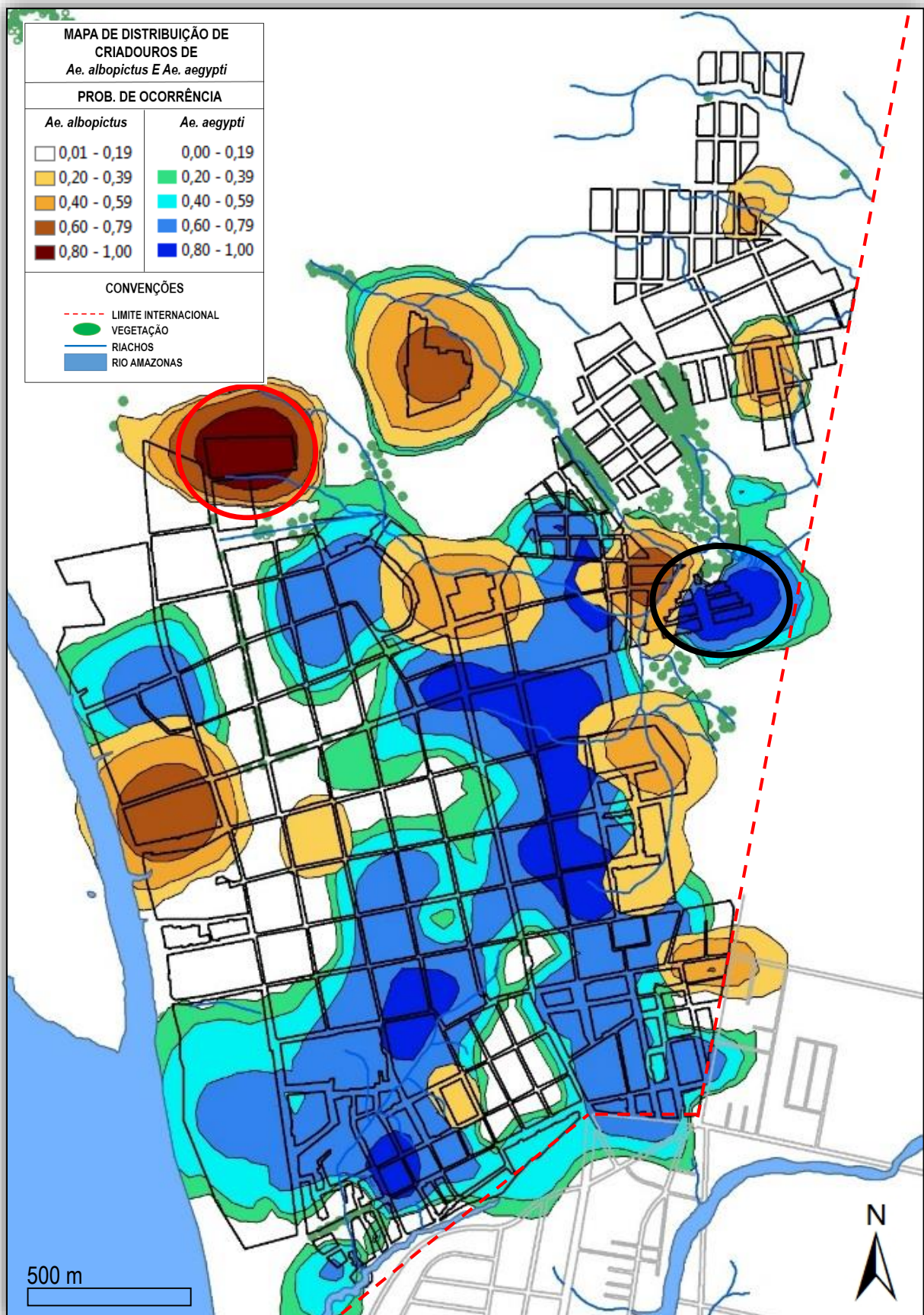


Figura 5.42. Mapa de distribuição dos criadouros positivos de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na área urbana do município de Leticia em 2012

Tabela 5.10. Medidas descritivas da distribuição das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* nos anos 2011 e 2012.

Vetor	2011		2012	
	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>	<i>Ae. aegypti</i>	<i>Ae. albopictus</i>
Quarteirões positivos	41/218	11/218	101/218	21/218
Quarteirões compartilhados	1/218	1/218	14/218	14/218
Soma	469	84	1.613	175
Mínimo	1	1	1	1
Máximo	61	25	130	67
Média	11,4	7,6	15,9	8,3
Mediana	7	4	13	5
Desvio padrão	13,3	8,7	17,2	14,0

Em 2012, os indivíduos imaturos de *Ae. aegypti* superaram também em cinco vezes aos imaturos de *Ae. albopictus*. Encontrou-se uma mediana de 13 indivíduos de *Ae. aegypti* por quarteirão, duas vezes maior comparado com os achados em 2011 (7 indivíduos), e um máximo de 130 indivíduos, em um quarteirão no bairro lane, localizado na área periurbana ao norte da cidade (área marcada em preto) (Figura 5.42). *Ae. albopictus* apresentou mediana de 5 indivíduos por quarteirão, e um máximo de 67 indivíduos, em outro quarteirão perto do cemitério (área marcada em vermelho) (Figura 5.42). Os dados revelaram diferenças significativas entre os quarteirões que registraram a presença de *Ae. aegypti* e os que registraram a presença de *Ae. albopictus*, em 2012 (Tabelas 5.10 e 5.11).

Tabela 5.11. Distribuição Chi-quadrado de Pearson dos quarteirões com presença ou ausência de populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* (2009-2012).

Variáveis	Ano	χ^2	gl	OR	IC 95%	p
<i>Ae. aegypti</i> (<i>Ae. albopictus</i>)	2011	0,716	1	0,42	(0,0094 – 3,099)	0,397
	2012	3,865	1	2,51	(0,904 – 7,709)	p<0,05

5.6. DISTRIBUIÇÃO DAS POPULAÇÕES DE *Ae. albopictus* E *Ae. aegypti* E SUA ASSOCIAÇÃO COM OS CASOS DE DENGUE NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE LETÍCIA, COLÔMBIA

Foram realizadas análises descritivas dos casos notificados e confirmados de Dengue na população, entre 2011 e 2012, visando identificar a existência de associação espacial entre a ocorrência de casos da doença com a presença de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*. Para tal, foram realizadas, inicialmente, análises espaciais

da densidade dos casos notificados de Dengue, através da utilização do estimador de Kernel. Posteriormente, foram construídos mapas temáticos da densidade dos casos notificados de Dengue com a distribuição das populações de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, entre 2011 e 2012. Logo em seguida, foram aplicados testes estatísticos para determinar possível associação entre os bairros, a ocorrência de casos notificados de Dengue e a distribuição do *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*.

Durante o primeiro surto de Dengue registrado em Letícia, em 2011, foram detectados, ao todo, 540 casos notificados e confirmados, sendo 530 casos de Dengue clássico, 10 de Dengue grave e quatro óbitos, que apresentaram elevada tendência de aumento a partir da semana epidemiológica (SE) 15, com dois picos contínuos de 41 e 43 casos, na SE 18 e 23, respectivamente. A partir da SE 26, os casos notificados de Dengue reduziram gradativamente. Por outro lado, em 2012, foram registrados, ao todo, 513 casos notificados e confirmados de Dengue, sendo 513 casos de Dengue clássico, nenhum caso de Dengue grave e nenhuma morte. Entretanto, observou-se aumento gradativo, desde o início do ano até a SE 42, quando casos notificados de Dengue reduziram até a não observação, que durou até a SE 48 (Figura 5.43).

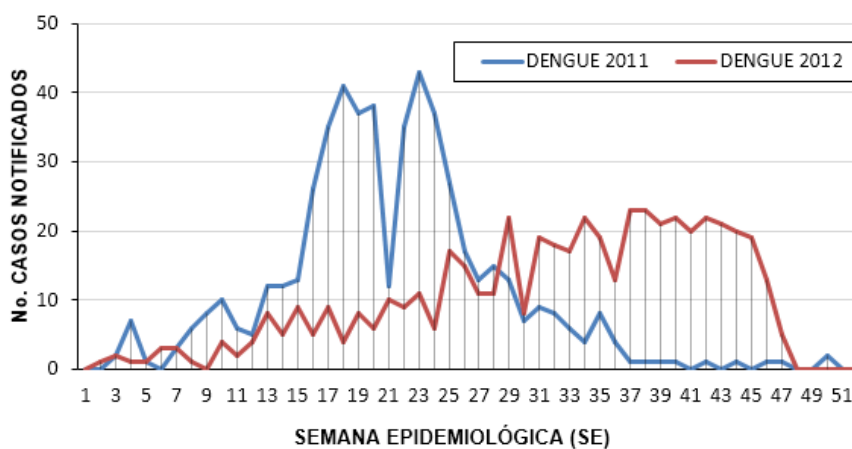


Figura 5.43. Comportamento de notificação dos casos de Dengue em 2011 e 2012 no município de Letícia.

Os dados obtidos, referentes às notificações dos casos de Dengue, revelaram que, em 2011, a população de Letícia apresentou as seguintes características: 52,3% dos casos foram em mulheres, dos quais 51,1% tinham entre 25 e 54 anos, seguidos de 19,7% entre 15 e 24 anos. Os homens representaram 47,7% dos casos, dos quais, 44,4% tinham entre 25 e 54 anos, seguidos de 23,6% entre 15 e 24 anos (Tabela 5.12). Em 2012, a população apresentou as seguintes características: 54,8% dos

casos notificados de Dengue foram em mulheres, dos quais 54,2% tinham entre 25 e 54 anos, seguidos de 17,3% entre 15 e 24 anos. Os homens representaram 45,2% dos casos notificados de Dengue, dos quais, 41,9% tinham entre 25 e 54 anos, seguidos de 15,1% entre 15 e 24 anos (Tabela 5.12). Foram notificados mais casos de Dengue entre mulheres de 25 a 54 anos, enquanto para acima de 65 anos, a notificação foi baixa tanto para mulheres quanto para homens.

Tabela 5.12. Distribuição populacional relativa por faixa etária e sexo dos casos notificados e confirmados de Dengue no município de Letícia, por ano.

Faixa Etária	2011		2012	
	%Femenino	%Masculino	%Femenino	%Masculino
0 - 14	14,4	11,3	8,8	11,6
15 - 24	19,7	23,6	17,3	15,1
25 - 54	51,1	44,4	54,2	41,9
55 - 64	10,2	5,3	10,2	7,7
> 65	4,6	6,7	8,5	5,3
Subtotal/Sexo	52,3	47,7	54,8	45,2
Total/ano	544		513	

Tabela 5.13. Distribuição populacional relativa por ocupação e sexo dos casos notificados e confirmados de Dengue no município de Letícia, por ano.

Ocupação	2011		2012	
	% Feminino	% Masculino	% Feminino	% Masculino
Desempregado	15,5	40,5	52,3	64,7
Do lar	48,2	5,8	28,1	3,0
Estudante	21,5	23,2	10,3	15,5
Menor de 18 anos	2,5	4,2	0,0	1,3
Aposentado	0,4	2,3	0,0	1,3
Empregado	12,0	23,9	9,3	14,2
Subtotal/ Sexo	52,3	47,7	54,8	45,2
Total/ano	544		513	

Em 2011, dos casos notificados, 88,1% das mulheres e 76% dos homens realizavam atividades no domicílio (desempregado, estudante, do lar, menor de idade e aposentado), enquanto em 2012, o percentual aumentou, sendo 90,7% das mulheres e 85,3% dos homens com atividades no domicílio (Tabela 5.13). A maioria dos casos notificados em 2011 foi em mulheres que trabalhavam no lar, enquanto que, em 2012, a maioria dos casos foi em homens desempregados.

Na análise espacial dos dados, foram detectados 94 bairros com ocorrência de casos notificados de Dengue em 2011, com variação entre 1 e 98 casos por bairro. Já em 2012, foram registrados 136 bairros com casos notificados de Dengue, variando de 1 a 16 casos por bairro (Figura 5.44 e 5.45; Tabela 5.14).

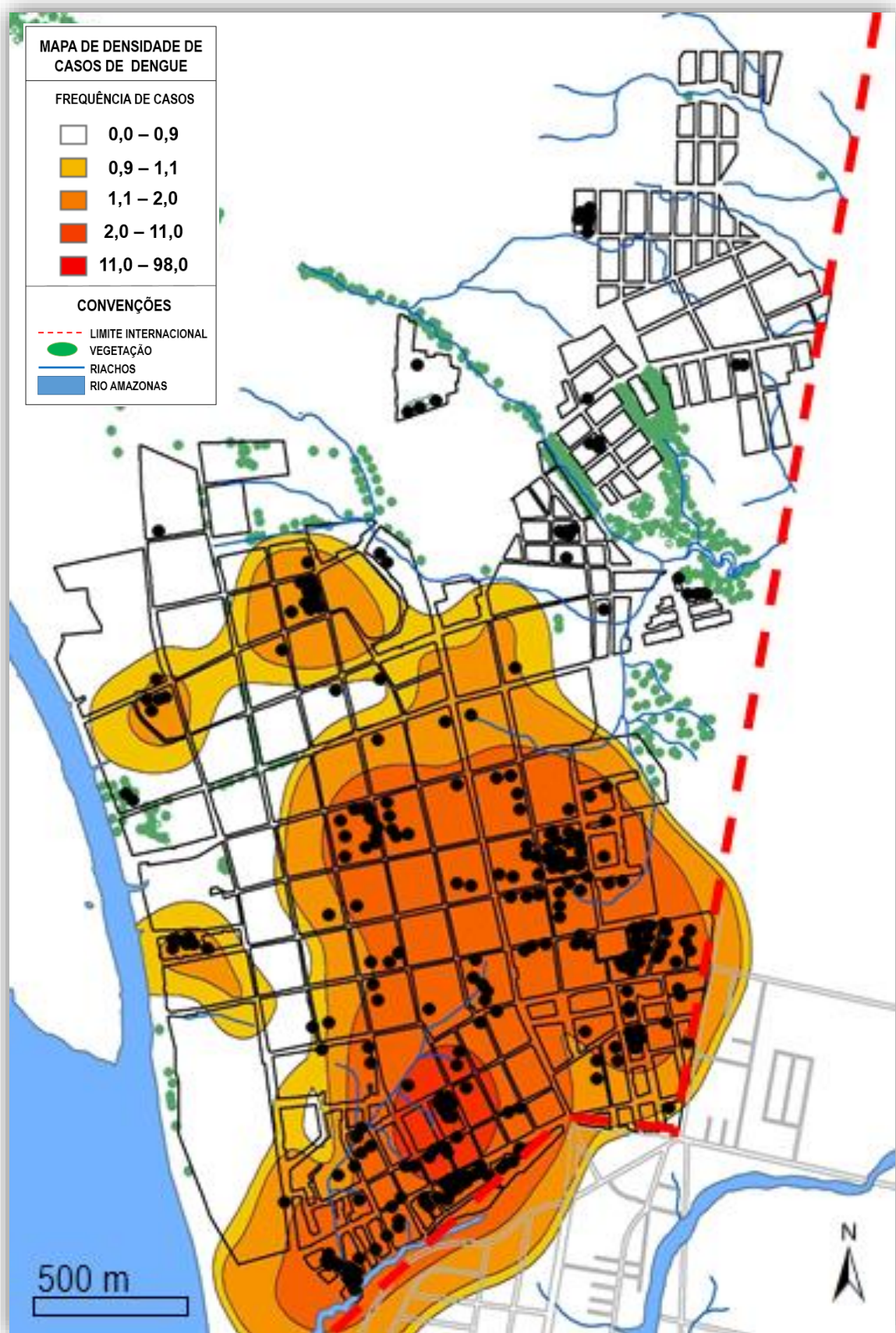


Figura 5.44. Mapa de densidade dos casos notificados de Dengue na área urbana do município de Leticia em 2011

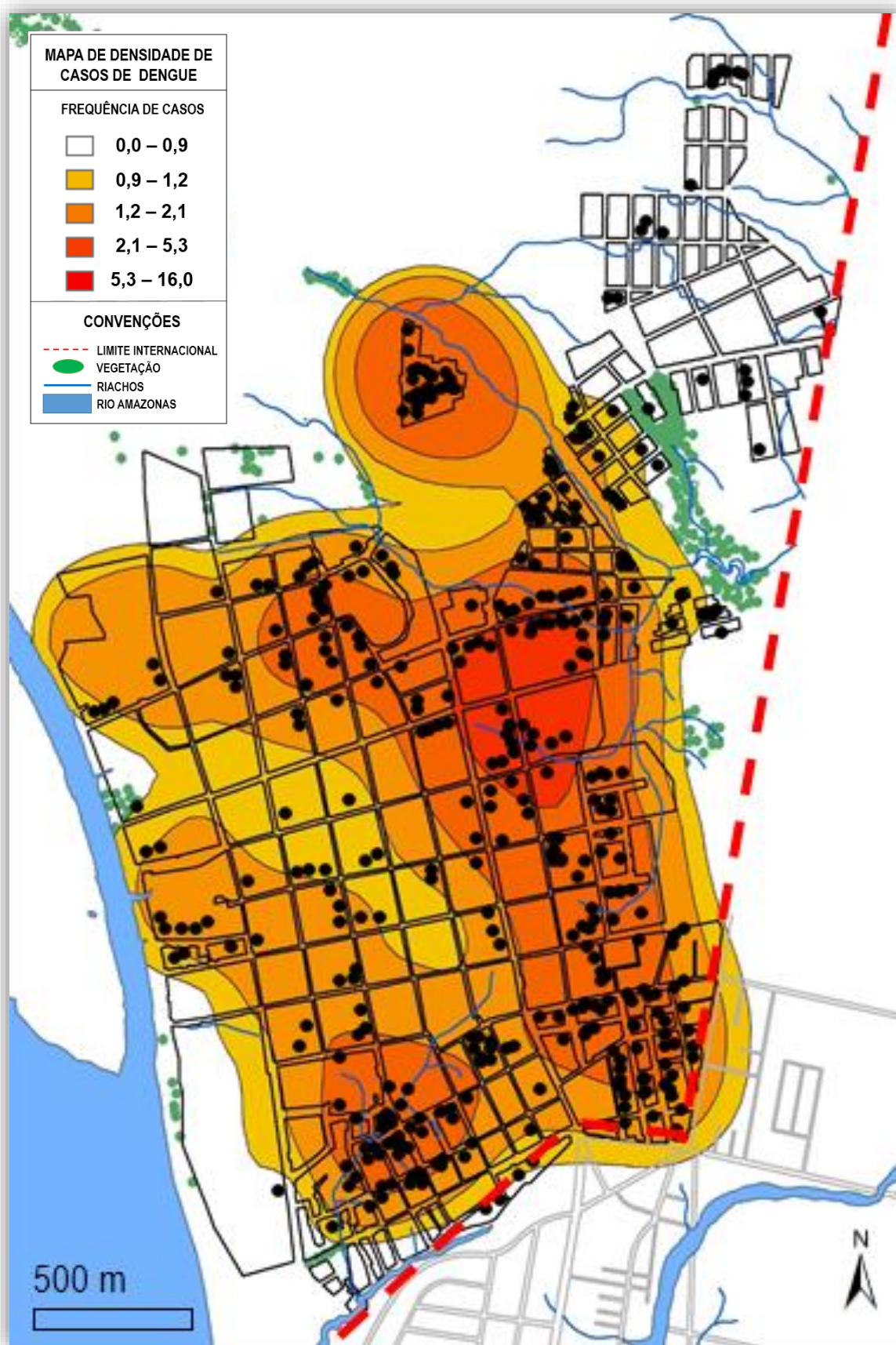


Figura 5.45. Mapa de densidade dos casos notificados de Dengue na área urbana do município de Leticia em 2012

Tabela 5.14. Resumo estatístico descritivo da distribuição dos casos notificados e confirmados de Dengue por quarteirão nos anos de 2011 e 2012.

Ano	2011	2012
Quarteirões positivos	94/218	136/218
Soma	544	513
Mínimo	1	1
Máximo	98	16
Média	4,86	2,78
Mediana	2	2
Desvio padrão	11,1	2,38

Observou-se que a distribuição de casos notificados foi maior em 2012 e mais homogênea ($n= 136$; $\bar{X}= 2,78$; $DP = 2,38$), comparado ao ano de 2011, quando a distribuição foi menor e mais heterogênea ($n= 94$; $\bar{X} = 4,86$; $DP = 11,1$). A densidade de casos em 2011 está concentrada nos bairros fronteiriços e, especialmente, na Escola Jorge Eliecer Gaitán, que fica localizada no bairro El Porvenir, com 98 casos (“hotspot”), seguido do bairro 11 de novembro, com 34 casos, em um quarteirão onde se encontra o centro de reciclagem de plásticos do município (Figura 5.44; Tabela 5.14). Em 2012, observa-se maior distribuição e densidade dos casos notificados de Dengue, especialmente na Instituição Educativa INEM e seus quarteirões adjacentes (50 casos), seguido do bairro La Esperanza, ao norte da cidade, com 16 casos, e do bairro 11 de novembro, com 10 casos (“hotspot”) (Figura 5.45, Tabela 5.14).

Analisando a distribuição dos casos de Dengue com a distribuição das populações de formas imaturas de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, podemos observar que, em 2011, houve superposição das populações de *Ae. albopictus* com os casos de Dengue no bairro 11 de novembro (área marcada em vermelho) (Figura 5.46-i e iii), onde, também, foram registradas altas densidades da população de *Ae. aegypti* (área marcada em vermelho) (Figura 5.46-ii). Um total de 5% dos quarteirões com casos de Dengue registraram apenas as populações de formas imaturas de *Ae. albopictus* e ficaram restritos às áreas fronteiriças da cidade, onde os quarteirões se localizavam perto do cemitério (“hotspot”), ao norte da cidade (Figura 5.47-i). No entanto, não foram detectadas correlações significativas entre a ocorrência de *Ae. albopictus* e a ocorrência de casos de Dengue nos quarteirões observados (Tabela 5.15).

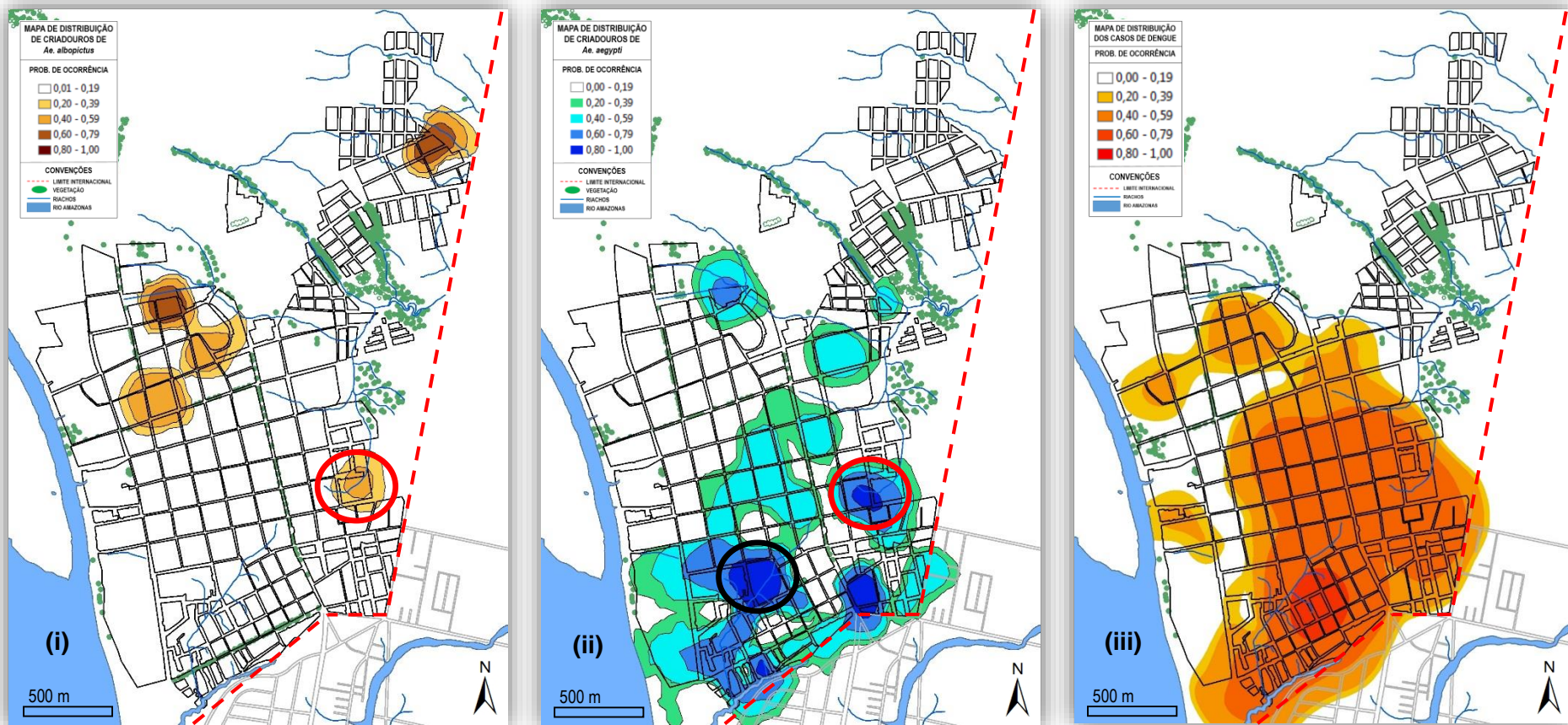


Figura 5.46. Mapa da distribuição dos casos notificados de Dengue e das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* em 2011 na área urbana da cidade de Leticia (Colômbia). (i) *Ae. albopictus*. (ii) *Ae. aegypti*. (iii) Dengue

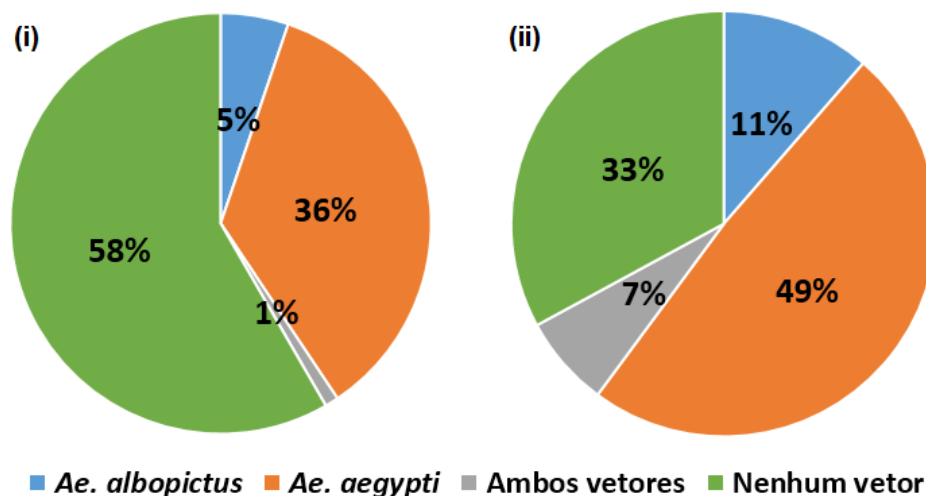


Figura 5.47. Distribuição porcentual de quarteirões com Dengue, e a ocorrência de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* no município de Letícia (2011-2012). (i) Ano 2011. (ii) Ano 2012.

Como se observa na figura 5.46-ii e iii, a superposição dos casos de Dengue com as populações de imaturos de *Ae. aegypti* foi maior, sobretudo no bairro El Porvenir, onde está localizada a escola Jorge Eliecer Gaitán, com 98 casos (área marcada em preto). Os dados demonstraram que a ocorrência de *Ae. aegypti* apresentou correlação significativa com a ocorrência de casos de Dengue nos quarteirões observados (36%) em uma relação de 1:9, respectivamente ($p < 0,001$; Tabela 5.15). Por outro lado, 58% dos quarteirões não registraram a ocorrência de casos notificados de Dengue (Figura 5.47-i).

Em 2012, a distribuição das populações de imaturos de *Ae. albopictus* foi maior e apresentou maior abundância em áreas periurbanas, especialmente no bairro Victoria Regia, perto do porto fluvial, onde foram reportados casos de Dengue, porém não foi registrada a presença de imaturos de *A. aegypti* (área marcada em vermelho) (Figura 5.48-i e iii). Foram detectadas correlações significativas entre a ocorrência de *Ae. albopictus* e a ocorrência de casos de Dengue nos quarteirões observados (11%) (Figura 5.47-ii), em uma relação de 1:4, respectivamente ($p < 0,05$; Tabela 5.15).

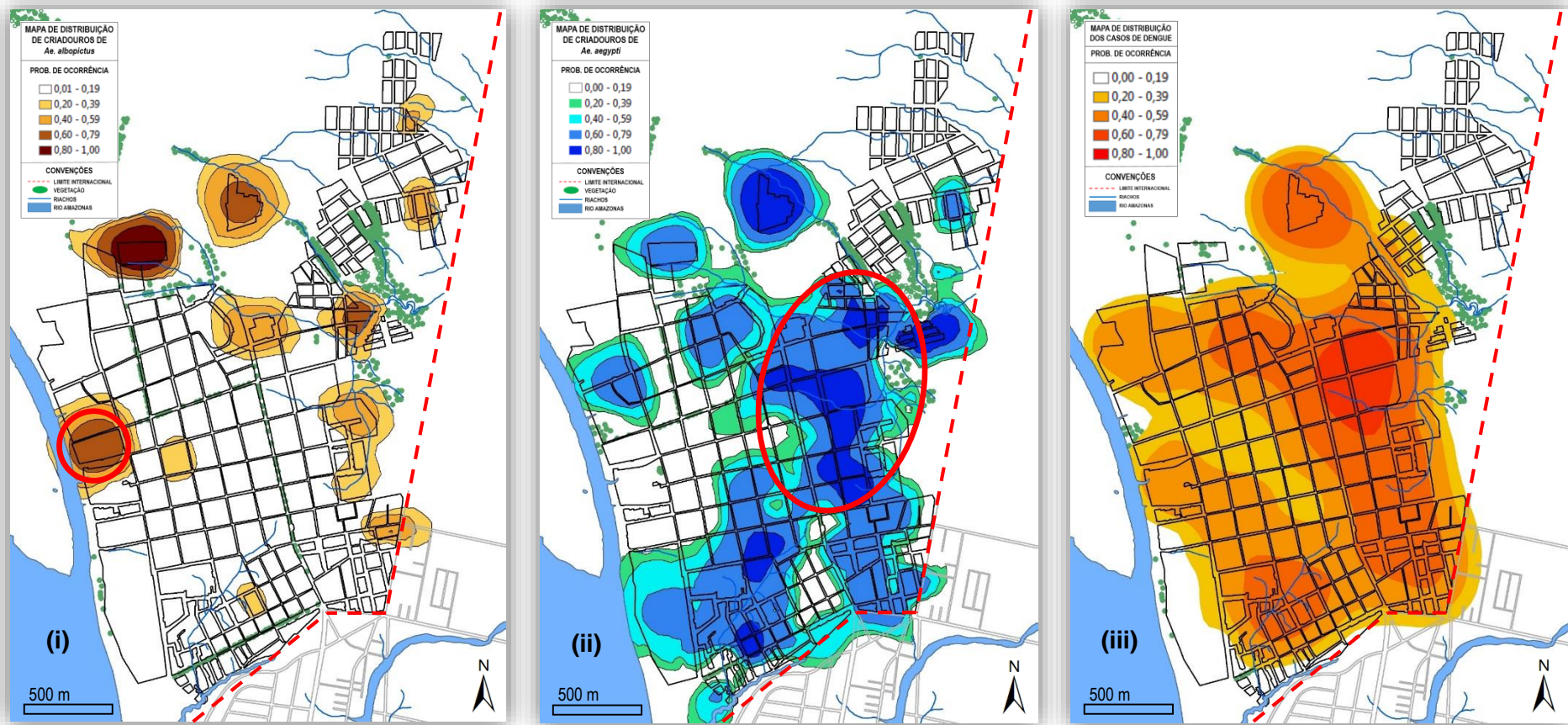


Figura 5.48. Mapa da distribuição dos casos notificados de Dengue e das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* em 2012 na área urbana da cidade de Leticia (Colômbia). (i) *Ae. albopictus*. (ii) *Ae. aegypti*. (iii) Dengue

Em 2012, observou-se a superposição dos casos de Dengue com as populações de imaturos de *Ae. aegypti*, igualmente ao analisado em 2011, especialmente nos bairros 11 de novembro e Simon Bolivar, onde foram registradas maiores densidades de casos notificados (área marcada em vermelho) (Figura 5.48-ii). A ocorrência de quarteirões com a presença de *Ae. aegypti* foi estatisticamente correlacionado com a ocorrência de casos de Dengue nos quarteirões observados (49%), em uma relação 1:3, respectivamente ($p < 0,001$; Tabela 5.14). Por outro lado, 33% dos quarteirões não registraram casos de Dengue (Figura 5.47-ii).

Tabela 5.15. Distribuição Chi-quadrado de Pearson dos quarteirões com presença ou ausência de casos notificados e confirmados de Dengue, e a presença ou ausência de populações de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* (2011-2012).

Variáveis	Ano	χ^2	gl	OR	IC 95%	p
<i>Ae. aegypti</i> (Dengue)	2011	32,63	1	9,37	(3,801 – 26,57)	p<0,001
	2012	15,39	1	3,14	(1,655 – 5,931)	p<0,001
<i>Ae. albopictus</i> (Dengue)	2011	0,025	1	1,10	(0,258 – 4,498)	0,873
	2012	5,389	1	3,99	(1,112 – 21,87)	p<0,05

A presença de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* foi associada à ocorrência dos casos de Dengue nos quarteirões analisados em 2012, por conseguinte, a fim de determinar a relação entre a abundância das populações dessas espécies de *Aedes* e os casos de Dengue, foram aplicados modelos de regressão logística. Como se observa na tabela 5.16, os casos de Dengue foram correlacionados significativamente com as populações de *Ae. aegypti* ($p < 0,001$), o que indica que a presença dessa espécie pode favorecer um risco da transmissão do Dengue no município de Letícia.

Tabela 5.16. Modelo regressão logística dos casos notificados e confirmados de Dengue, e a presença ou ausência de populações de *Ae. aegypti* ou *Ae. albopictus* (2011-2012).

Variável	Valor Estimado	Erro padrão	Valor Z	p
Intercepto	-0,016	0,205	-0,08	0,936
<i>Ae. aegypti</i>	2,762	0,465	5,94	p<0,001
<i>Ae. albopictus</i>	1,182	0,676	1,75	0,080

Finalmente, baseado na associação dos casos de Dengue com as populações de *Ae. aegypti*, foram construídos mapas de risco potencial de transmissão de Dengue, baseados na relação de probabilidade de ocorrência de Dengue e *Ae.*

aegypti, nos quarteirões da área urbana do município de Letícia. Como se observa na figura 5.49, os níveis de risco meio e risco alto estão concentrados nos bairros fronteiriços ou periféricos da cidade, que se caracterizam, especialmente, por apresentarem vegetação de borda entre as áreas de reserva indígena e militar, além da franja fronteiriça divisória entre as cidades de Letícia e Tabatinga.

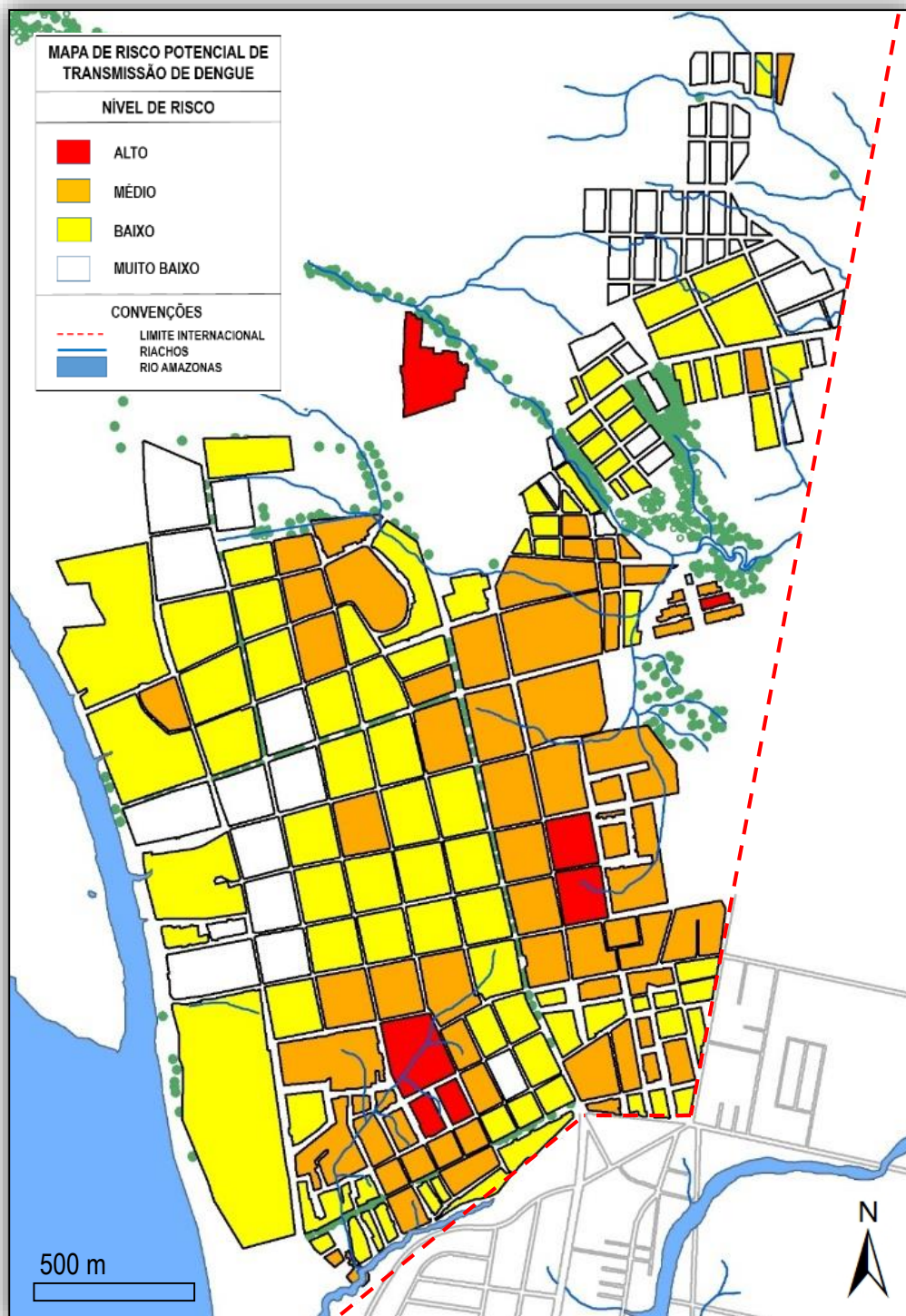


Figura 5.49. Mapa de risco potencial da transmissão de Dengue na área urbana do município de Letícia. Probabilidade de Ocorrência: Muito baixo (0,0 - 0,25]; Baixo (0,25 -0,50]; Médio (0,50-0,75]; Alto (0,75-1]

6. DISCUSSÃO

O Dengue tornou-se a mais importante arbovirose transmitida por vetores no mundo, causando, anualmente, cerca de 390 milhões de infecções em todo o mundo. A distribuição mundial contemporânea do risco de infecção pelo vírus e seu impacto na saúde pública são pouco conhecidos e, nos últimos anos, tem havido um aumento dramático na dimensão da epidemia de Dengue. Atualmente, não há vacinas licenciadas ou tratamentos específicos e os esforços substanciais no controle de vetores não conseguem parar seu rápido aparecimento e disseminação global (Roberts et al. 2013). Por outro lado, o entendimento da relação entre o homem e o ambiente torna-se cada vez mais importante, visto que as alterações climáticas têm proporcionado uma mudança na distribuição epidemiológica do Dengue, principalmente nas áreas consideradas indenes, bem como a intensificação nas regiões onde essa arbovirose é endêmica (WHO 2012).

O transporte humano de ovos resistentes à dessecação permitiu que seus dois mais importantes vetores, *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus*, se tornassem cosmopolitas (Hawley et al. 1987, Honório et al. 2009). Na década de 1970, a utilização do DDT resultou na redução significativa da população de *Ae. aegypti* e, conseqüentemente, na queda de transmissão do Dengue. No entanto, as preocupações de segurança e a proibição subsequente do DDT resultaram em um aumento na população de mosquitos, como também na incidência do Dengue. Adicionalmente, a ocorrência dos *Aedes* vetores e as notificações dos casos de Dengue no município de Letícia apresentam relação com os processos relacionados à globalização e à mobilidade transfronteiriça, que são estratégias das populações humanas e um obstáculo no campo da vigilância em saúde (Suarez-Mutis et al. 2010). A mobilidade humana dificulta o registro dos processos de saúde, a distribuição das doenças, a vigilância e o planejamento das ações em saúde (prevenção e controle das doenças transmissíveis, como o Dengue), bem como as implementações de ações, tais como a vacinação, controle ambiental e vetorial (Peiter 2005).

A OMS implementou os índices de *Stegomyia*, como o índice de infestação Predial (IIP) e de Breteau (IB), com o propósito de estimar o risco de infestação do *Ae. aegypti* e, conseqüentemente, a transmissão do Dengue. Entretanto, existe ampla discussão quanto a sua confiabilidade e eficácia como bons indicadores para inferir a abundância de adultos (Tun-Lin et al. 1996, Gomes 1998, Braga et al. 2000, Braga & Valle 2007, Camara et al. 2007, Honório et al. 2009; Resende 2010, Pilger et al. 2011,

Sivagnaname et al. 2012). Até o momento, os índices de infestação continuam sendo utilizados como ferramentas básicas para a vigilância entomológica pela OMS (WHO 2009, MS 2013). No entanto, alguns autores consideram o índice predial inadequado para inferir a infestação, já que se pretende, indiretamente, estimar a frequência de adultos a partir das coletas larvárias (Braga & Valle 2007).

O primeiro registro de *Ae. albopictus* no município de Letícia (Amazonas, Colômbia) foi em 1998 (Velez et al. 1998), no bairro La Esperanza (bairro fronteiriço com Tabatinga), e sua dispersão foi restrita aos bairros vizinhos até o ano 2000. A partir desse ano, o município implantou os índices de infestação predial, de Breteau e por tipo de recipiente. Antes dessa data, não se realizavam atividades de controle ou vigilância entomológica, favorecendo um rápido estabelecimento do *Ae. albopictus* na área urbana do município de Letícia.

Os nossos resultados dos índices de infestação indicam que *Ae. albopictus* apresentou preferência por recipientes descartáveis (64,9% - 2000-2009; 77,3% - 2009-2012), enquanto *Ae. aegypti*, por tanques baixos de armazenamento de água (68,9%) (cisternas, baldes, barris, tonéis e galões, entre outros), os quais, segundo os relatórios dos levantamentos de índices, apresentam-se predominantemente nos peridomicílios pelas deficiências nos serviços de coleta de lixo e abastecimento de água no município (Forattini et al. 2001). Lima e colaboradores (1988), classificaram a preferência de reservatórios de *Ae. aegypti* segundo a classe social no município de Rio de Janeiro, onde os tanques baixos foram os mais abundantes nos bairros mais pobres e marginais, pela deficiência no abastecimento de água, enquanto os recipientes descartáveis foram os mais abundantes nos bairros de classe média. Contrariamente, estudos realizados na Havana (Cuba) identificaram que 66% dos criadouros de *Ae. aegypti*, encontravam-se em reservatórios artificiais (dos quais 57,5 % foram recipientes descartáveis), 14% em tanques baixos, 12% em ralos, e 8 % em reservatórios naturais, sugerindo a necessidade de participação da comunidade e seguimento das responsabilidades governamentais, principalmente na redução de recipientes descartáveis (Marquetti et al. 2005).

O comportamento sazonal de *Ae. albopictus* em Letícia pode ser atribuído à disponibilidade de criadouros mediada pela precipitação e a exposição à luz solar. No entanto, essa estrutura sazonal não foi marcante comparada com a apresentada para *Ae. aegypti*. Serpa e colaboradores (2006), observaram, em laboratório, que tanto *Ae. albopictus* quanto *Ae. aegypti* apresentavam diferenças em sua variação sazonal e que, enquanto *Ae. aegypti* foi mais abundante e esteve presente durante todo ano,

Ae. albopictus foi encontrado apenas de novembro a julho. Acredita-se também que a ausência de estrutura sazonal marcante e a tendência de redução da infestação e da densidade dos criadouros de *Ae. albopictus* podem estar associadas à intensificação nas campanhas de eliminação de recipientes descartáveis, que tornou esse mosquito mais susceptível às ações de controle realizadas, pela sua preferência a esses reservatórios. Acredita-se que a implementação de campanhas de recolhimento de recipientes descartáveis nas residências que tinham criadouros positivos e a difusão de campanhas de controle vetorial no rádio e na imprensa audiovisual diminuíram significativamente o grau de infestação de *Ae. albopictus* de 2000 a 2012, quando o índice por tipo de recipiente apresentou maior significância.

No entanto, para *Ae. aegypti*, as campanhas para eliminação dos recipientes descartáveis não diminuíram o grau de infestação, possivelmente porque a implementação dessas campanhas estava orientada, principalmente, à eliminação de recipientes descartáveis e, como existem dificuldades no controle dos tanques baixos (caixa d'água) como reservatórios de armazenamento de água, a população de *Ae. aegypti* manteve-se alta.

Um estudo realizado com larvas de mosquitos de *Ae. albopictus* e *Tripteroides bambusa* em Saga, Japão, observou diferentes parâmetros que foram propostos como sendo suficientes para determinar o tipo de criadouro de larvas de mosquito e também a relação destes com predadores aquáticos. Nesse mesmo estudo, *Ae. albopictus* foi raramente encontrado em criadouros superiores a 1 m² e isso parece acontecer porque esses criadouros maiores de 1 m² foram positivamente correlacionados com a presença de predadores (Sunahara et al. 2002). Essa poderia ser uma razão pela qual *Ae. albopictus* preferiu depósitos inservíveis, considerando que os predadores não se apresentam em reservatórios pequenos. Essa é uma das hipóteses, mas que ainda precisa ser testada.

Adicionalmente, a preferência por habitats de maior porte, como relataram Sunahara & Mogi (2002b), poderia reduzir a taxa de sobrevivência e desenvolvimento de *Ae. albopictus* na presença de competidores, em contraste com criadouros temporários, como os recipientes descartáveis, que apresentariam baixa coocorrência e predação. Os recipientes descartáveis caracterizam-se por serem muito abundantes nos quintais, bem como os tanques baixos no intradomínio para armazenamento de água, fazendo desses reservatórios os mais importantes para a vigilância do *Ae. aegypti* nas áreas urbanas, principalmente, pela dificuldade na conscientização da comunidade local. Adicionalmente, o aumento de áreas utilizadas para a atividade

humana sem planejamento, as deficiências nos serviços públicos básicos, como abastecimento de água e coleta de resíduos sólidos, e o conhecimento limitado sobre a ecologia dos mosquitos favorecem a manutenção do *Ae. aegypti* nas áreas urbanas (Marquetti et al. 2000, Tauil 2001, Roberts et al. 2013).

O aumento da conscientização e o envolvimento da comunidade nesse tipo de estratégia ainda é uma das ferramentas mais emergenciais para o controle de vetores e redução de densidades populacionais de mosquitos (Chiaravalloti-Neto et al. 1998, Donalísio et al. 2001). Em El Progreso, Honduras, conseguiu-se uma redução nos índices de infestação de *Ae. aegypti* através da participação comunitária e educação sanitária (Leontsini et al. 1993). Valla (1998) recomenda que um programa de efetivo controle da infestação do *Ae. aegypti* e diminuição do risco de transmissão de Dengue deve levar em conta a realidade local, mantendo um elo de comunicação entre comunidade e serviço público, além de oferecer outros serviços de controle da doença, visando aumentar o grau de confiança entre eles, além de estimular a comunidade a exercer seus próprios direitos. Um outro estudo desenvolvido por Rúa-Uribe e colaboradores (2012) conclui que, apesar de *Ae. albopictus* apresentar algumas características biológicas similares ao *Ae. aegypti*, também apresenta características particulares que devem ser consideradas no desenvolvimento de estratégias adequadas para o seu monitoramento e controle, razão pela qual o monitoramento de *Ae. albopictus* deveria ser incluído como uma atividade permanente na vigilância entomológica realizada para o *Ae. aegypti*.

Apesar dos esforços e dos bons resultados na vigilância entomológica entre 2005-2007, a presença do vetor *Ae. aegypti* em La Pedrera (Amazonas, Colômbia), em 2006, e dos casos de Dengue em outros municípios do estado, além da epidemia de Dengue no Brasil, não se realizaram, no primeiro semestre do 2008, ações de controle integrado e preventivo de vetores no município de Letícia. Possivelmente por causa disso, em 2009, foi relatada, pela primeira vez, a presença do *Ae. aegypti* no município de Letícia em recipientes descartáveis. Após as intervenções de controle, orientadas para a eliminação dos recipientes descartáveis, em 2009, a espécie se apresentou com maior frequência nos tanques baixos. É sabido que a redução da quantidade de recipientes nos ambientes é extremamente necessária, mas não suficiente para a diminuição dos níveis de infestação do *Ae. aegypti*, pois é uma espécie que apresenta grande capacidade de adaptação e, na falta de um tipo de criadouro, pode se desenvolver nos disponíveis (Lenzi & Coura 2004). É importante ressaltar que a tendência de aumento no nível de infestação de *Ae. aegypti*, contrário

ao observado com *Ae. albopictus* na série histórica, pode estar associada a vários fatores: i) a dificuldade no controle dos tanques baixos, mais ainda quando as campanhas foram orientadas principalmente à eliminação de recipientes descartáveis, ii) maior tolerância à competição interespecífica por *Ae. albopictus* (Moore & Fisher 1969, Gilotra et al. 1969), iii) elevado comportamento antropofílico e endófilo (Christophers 1960, Hoeck et al. 2003, Consoli & Lourenco-de-Oliveira 1994) e iv) maior tolerância à escassez de recursos alimentares (Daugherty et al. 2000, Dieng et al. 2002). Da mesma forma, as marcadas variações sazonais da infestação de *Ae. aegypti* podem ser devidas à sua adaptação a criadouros localizados no peridomicílio, os quais são mais suscetíveis à variação ambiental, ou à sua maior susceptibilidade às mudanças climáticas pelo pouco tempo de estabelecimento no município de Letícia (aproximadamente 4 anos), comparado com *Ae. albopictus*, que se encontra há mais de quinze anos no município e pode ser mais tolerante às oscilações climáticas.

A dinâmica das doenças tropicais transmitidas por vetores é fortemente influenciada por clima e variáveis meteorológicas, como a temperatura, a precipitação e a umidade relativa (Reiter 2001, Morrison et al. 2004, Bhatt et al. 2013). Essa associação com o clima deve-se à disponibilização de criadouros e o metabolismo dependente da temperatura, que afeta o comportamento de picada, a mortalidade de adultos, a taxa de desenvolvimento larvar e a taxa de replicação do vírus (Watts et al. 1987, Hales et al. 2002, OPS 2009, Pinto et al. 2011, Bhatt et al. 2013).

No período de estudo, encontrou-se uma estrutura sazonal da infestação relacionada com a precipitação e exposição à luz solar para os dois vetores, porém não se encontrou associação significativa para *Ae. albopictus*. Em geral, nos meses de maior precipitação (período I e IV), observa-se a diminuição da quantidade de horas de exposição solar pela presença de nuvens, ambos os fatores podem afetar o balanço hídrico dos criadouros, favorecendo sua formação e permanência, promovendo um aumento do grau de infestação. Nos meses de menor precipitação, aumentam-se as horas de exposição à luz solar (período III) e, conseqüentemente, amplifica-se o processo de evaporação dos criadouros, diminuindo a sua produtividade. Esses resultados sugerem que em um clima equatorial, como o de Letícia, no qual a temperatura pouco varia, a exposição solar junto com a precipitação são os indicadores meteorológicos mais importantes para o monitoramento desses vetores.

Estudos realizados em populações de *Ae. aegypti* encontraram associações entre os padrões de ocorrências das chuvas, a umidade e as variações de temperatura

sobre a densidade populacional (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Kuno 1995, Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Juliano et al. 2002, Bhatt et al. 2013). Sabe-se que a precipitação contribui com as populações de mosquitos ao aumentar a variabilidade e disponibilidade de reservatórios naturais e artificiais, e a taxa de eclosão das larvas nos criadouros, bem como a renovação de água em criadouros estabelecidos reduz a toxicidade, descartando metabólitos secundários de macroinvertebrados e microorganismos (Kobayashi et al. 2002, Sunahara et al. 2002, Koenraadt & Harrington 2008). Um estudo realizado em laboratório, utilizando diferentes temperaturas, simulação de regimes de precipitação e a interação destes elementos demonstrou que a incidência de altas precipitações e a constante renovação de água nos criadouros aumentam o tempo de desenvolvimento e a mortalidade das larvas das populações de *Ae. albopictus* (Sunahara & Mogi 2002a). A temperatura em Letícia é alta e favorável ao desenvolvimento desses vetores. Em estudos realizados por Alto & Juliano (2001a), foi mostrado que o aumento da temperatura permite o rápido crescimento e desenvolvimento das larvas, além de aumentar a probabilidade de emergência do adulto, embora estes tendam a ser menores e, conseqüentemente, com fecundidade, fertilidade e longevidade reduzidas. No entanto, Comiskey e colaboradores (1999) relataram que o aumento da temperatura foi positivamente correlacionado com a taxa de decomposição e a atividade microbiana. Por outro lado, Lounibos e colaboradores (2002), em estudos realizados na Flórida com *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, mostraram que independente da competição, o aumento brusco da temperatura interna do criadouro limita o desenvolvimento das larvas, além disso, enquanto os reservatórios perdem água, aumenta-se a densidade de larvas, levando ao aumento da competição intra e interespecífica.

A preferência por reservatórios de menor tamanho por *Ae. albopictus* parece estar diretamente relacionada com a temperatura interna e pode ser uma estratégia para diminuir a duração do desenvolvimento larvar do mosquito e reduzir também a concorrência intra e interespecífica no criadouro (Calado & Navarro 2002, Carvajal et al. 2009). Segundo Sunahara & Mogi (2002b), a competição intra e interespecífica reduz a produção de pupas de *Ae. albopictus* e incide na seleção e preferência de reservatórios com baixas densidades de larvas por parte das fêmeas adultas no momento da oviposição e colonização. No entanto, vários autores reportaram diminuição das populações de *Ae. aegypti* em presença de *Ae. albopictus* (Honório & Lourenço-de-Oliveira 2001, Braks et al. 2003, 2004, Serpa et al. 2008). Além disso,

em estudos realizados no Japão, a seleção de habitat com baixas densidades de larvas por parte das fêmeas adultas de *Ae. albopictus* mostrou-se como uma estratégia para evitar a redução nas taxas de sobrevivência e desenvolvimento, e, conseqüentemente, a taxa de colonização na presença dos concorrentes (Sunahara & Mogi 2002b).

A temperatura do ambiente não foi uma variável significativa no presente estudo para ambas as espécies, possivelmente porque os valores de temperatura e de umidade são mais constantes, diferentemente dos regimes de chuva, dentro e fora da faixa tropical. Como foi mencionado anteriormente, existem vários estudos que indicam que a temperatura tem um maior efeito sobre o desenvolvimento das formas imaturas e dos adultos, e afeta, principalmente, os processos bioquímicos, no entanto, seu efeito pode ser drástico quando se excede na temperatura crítica do desenvolvimento (Van den Heuvel 1963, Rueda et al. 1990, Tun-Lin et al. 2000, Calado & Silva 2002, Costa et al. 2010). Em estudos realizados na Flórida, sobre a intensidade e distribuição da transmissão do Dengue, observou-se que a maior temperatura diminui a duração do ciclo gonotrófico, o tamanho e o período de incubação extrínseca do vírus no *Ae. aegypti* (Jetten & Focks 1997). Sabe-se que as temperaturas mais baixas, indiretamente, podem causar a mortalidade nos estágios imaturos de *Ae. albopictus*, pelo aumento no tempo de desenvolvimento, que o tornaria mais vulnerável à predação, parasitismo e doenças (Calado & Navarro 2002), mas essas não são temperaturas encontradas em Letícia. Do mesmo modo, estudos realizados em Tóquio mostraram que a temperatura média anual estava diretamente relacionada com o aumento na dispersão de mosquito, possivelmente ao reduzir a duração do ciclo de vida (Kobayashi et al. 2002). Embora nenhuma relação significativa tenha sido encontrada para a temperatura média em nosso trabalho, estudos realizados no estado de São Paulo observaram que essa variável parece atuar como moduladora da dispersão de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, sendo que temperaturas mais baixas tornam a dispersão mais lenta e vice-versa (Glasser & Gomes 2002). Paralelamente, em regiões com alta densidade populacional, maior mobilidade humana, maior intercâmbio econômico e comercial e alta temperatura média anual, ocorre uma aceleração na dispersão de ambos os vetores (Kobayashi et al. 2002, Benedict et al. 2007).

A umidade, como foi mencionado anteriormente, influencia a densidade populacional de *Ae. aegypti*, a oviposição, a eclosão das larvas nos criadouros e a longevidade dos adultos (Alto e Juliano 2001a, Costa et al. 2010). Madeira e

colaboradores (2002b), em estudos de laboratório, encontraram que, em alta umidade, a maioria das fêmeas de *Ae. aegypti* coloca ovos em substratos secos, enquanto que, em baixa umidade, a maioria das fêmeas coloca ovos, preferencialmente, em substratos úmidos. Por outro lado, estudos realizados por Thu e colaboradores (1998) observaram que a maior umidade relativa favorece a propagação do vírus Dengue no *Ae. aegypti*, o que poderia ser um dos fatores que contribui na aparição de surtos de FHD em Singapura.

Com efeito, muitos pontos estratégicos são distribuídos em diferentes cidades endêmicas de Dengue e merecem muita atenção da vigilância entomológica, uma vez que são considerados locais propícios para a proliferação e manutenção do *Ae. aegypti*, mas, principalmente, das ações de educação em saúde. Independente da utilização ou não de inseticidas, ações de controle devem ser feitas combinando redução desses pontos estratégicos, quando possível, com a educação, visando a redução de criadouros potenciais, nos casos cuja eliminação dos pontos é impraticável (Reis et al. 2010). Ainda, a importância da presença de criadouros dos vetores em cemitérios, borracharias, porto fluvial, escolas e nos bairros periféricos e fronteiriços reside na oferta de condições adequadas para o desenvolvimento das fases imaturas do vetor, pela disponibilidade contínua de reservatórios sem vigilância contínua ou de difícil controle. Especialmente, nesses bairros fronteiriços e periféricos, há riachos e córregos, além de vegetação circundante abundante que abriga depósitos naturais, onde *Ae. albopictus* pode ser a ponte para a urbanização da febre amarela (Gratz 2004, Lourenço-de-Oliveira et al. 2004).

Em Letícia, o cemitério fica próximo ao Aeroporto Internacional Vasquez Cobo (500 m) e pode permitir o transporte passivo ou mecânico ao interior de outras áreas rurais urbanizadas no estado do Amazonas colombiano (Knudsen 1995, Sharma et al. 2005, Benedict et al. 2007). O'Meara e colaboradores (1992), avaliando a frequência de *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* em um cemitério da Flórida, encontraram 70% dos vasos de flores positivos com *Ae. albopictus*, seguido de *Ae. aegypti* em menor ocorrência e abundância.

Analisando minuciosamente a distribuição temporal e espacial de *Ae. albopictus* antes da chegada de *Ae. aegypti*, observou-se um aumento no grau de infestação nas residências (IP) e nos criadouros (IB), bem como uma mudança no padrão de distribuição do *Ae. albopictus* nas áreas periurbanas de Letícia. A maior preferência de *Ae. albopictus* por depósitos naturais, que vão desde bromélias até internódios de bambu e buracos de árvore, tem sido reportada até longas distâncias

em matas secundárias, apresentando esse vetor ampla valência ecológica, dificultando seu controle e vigilância (Honório e Lourenço-de-Oliveira 2001, Lourenço-de-Oliveira et al. 2004).

Posteriormente, fortes variações climáticas foram observadas entre 2005 e 2006, acompanhadas de contínuo controle, que ocasionaram diminuição gradual dos índices de infestação e isolamento do *Ae. albopictus* aos bairros periféricos até 2007. Delatte e colaboradores (2009) observaram que *Ae. albopictus* tolera ampla variação de temperatura para o desenvolvimento dos imaturos, sobrevivência, longevidade e ciclos gonotróficos. No entanto, a redução dos reservatórios preferidos, como os recipientes descartáveis, afeta, principalmente, a taxa de colonização, devido ao fato dos reservatórios disponíveis poderem não ser escolhidos pelas fêmeas ou não serem adequados para a oviposição, desenvolvimento e sobrevivência das formas imaturas (Madeira et al. 2002b, Obenauer et al. 2010, Wasserberg et al. 2013).

Nos primeiros períodos de 2008, aumentaram drasticamente os índices de infestação e a dispersão no município, devido, principalmente, às mudanças na administração pública ocorridas nesse período, que priorizaram recursos no plano operativo anual para outros programas de municípios, com maior mobilidade para outras doenças, mas, também, porque o município de Letícia foi considerado de baixo risco de transmissão de Dengue, apesar dos requerimentos e recomendações feitas pela Unidade de Entomologia sobre a ocorrência de *Ae. aegypti*, em localidades próximas à cidade de Tabatinga-AM no Brasil.

Em estudo realizado por Chiaravalloti-Neto e colaboradores (1998), foi observado que a cobertura de ações de controle é inversamente proporcional ao tamanho dos municípios no estado de São Paulo. Os autores concluem que as atividades de controle e vigilância deveriam ser precedidas por uma série de atividades de pesquisa que corroborem com o caminho a ser seguido, o que é uma problemática particular das cidades gêmeas⁷, como Letícia e Tabatinga, ao estimar as ações de controle inferidas da densidade populacional ou da área urbana. Com a chegada de *Ae. aegypti* em 2008, pelo porto fluvial, em Tabatinga, foram realizadas fortes campanhas de controle vetorial entre o Brasil e a Colômbia, e foi observada redução drástica do grau de infestação e da distribuição espacial de *Ae. albopictus* em Letícia, no último período de 2008 e os primeiros períodos do 2009. No entanto,

⁷ Cidades geralmente localizadas nos corredores de circulação entre os países e definidas pela alta interação estabelecida entre si, apresentando grande potencial de integração econômica e cultural, bem como manifestações condensadas dos problemas característicos da fronteira, com efeitos diretos sobre o desenvolvimento regional e a cidadania (Machado et al. 2005).

apesar dos esforços de cooperação entre os dois países, com estratégias e ações conjuntas de controle e vigilância entomológica na fronteira, o *Ae. aegypti* foi reportado na cidade de Letícia em setembro de 2009. Após a introdução de *Ae. aegypti*, observou-se deslocamento das populações de *Ae. albopictus* às áreas periféricas, além de redução notória do seu grau de infestação, sobretudo nos períodos 2010-4, 2011-1, 2011-2 e 2011-4, quando não se encontraram imaturos desta espécie.

Devido ao fato de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* poderem compartilhar o mesmo habitat (Honorio & Lourenço-de-Oliveira 2001), foi proposta a hipótese de que, em algumas partes do sudeste da Ásia, *Ae. aegypti* substituiu completamente o *Ae. albopictus* em áreas urbanas (Gilotra et al. 1969, Moore et al. 1969). Por outro lado, as observações sobre a dispersão de *Ae. albopictus* nos EUA e no Brasil parecem indicar que a expansão acontece à custa do *Ae. aegypti*. Essa introdução de *Ae. albopictus* tem sido acompanhada por um declínio drástico e rápido em populações de *Ae. aegypti* (Nasci et al. 1989, O'Meara et al. 1993, Braks et al. 2003, 2004). Outras abordagens têm sido usadas para tentar explicar o declínio do *Ae. aegypti* na América do Norte e no Brasil, e do papel que tem desempenhado o *Ae. albopictus* sobre esse deslocamento, mas sem explicação geral conclusiva (O'Meara et al. 1995, Lounibos et al. 2002, Juliano et al. 2004). Mais estudos são necessários para avaliar os efeitos das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* que parecem ser contexto-dependente. Edgerly e colaboradores (1993;1999) inferem que as mudanças do habitat podem produzir efeitos dramáticos sobre as invasões biológicas. Por exemplo, a crescente urbanização no sudeste da Ásia, aparentemente, estimulou um aumento na abundância de *Ae. aegypti* proveniente da África à custa do *Ae. albopictus* nativo. Mesmo assim, concluem que a predação interespecífica não é uma explicação provável para o rápido deslocamento de *Ae. aegypti* por *Ae. albopictus* em reservatórios domésticos no sudeste dos EUA.

Em 2012, a falta de recursos e as dificuldades da contratação nas mudanças de administração pública afetaram consideravelmente a continuidade dos processos, apesar do constante trabalho operativo nas ações de vigilância e controle no município, que impactou no aumento considerável do grau de infestação e dispersão de *Ae. aegypti* (Carvajal & Alvarado 2011). Para *Ae. albopictus*, foi observada maior densidade de criadouros de *Ae. aegypti* no centro da cidade, possivelmente por ser a área de maior influência comercial e turística, onde poderia apresentar um alto transporte passivo ou mecânico dos ovos desse *Aedes*. A predominância de *Ae. aegypti* foi maior nas áreas mais centrais, confirmando a sua adaptação ao ambiente

urbano, onde a oferta de criadouros e de fonte sanguínea favorecem sua permanência nos domicílios (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 1994, Honório et al. 2009). Reis e colaboradores (2010), em estudos realizados no Rio de Janeiro, observaram que instalações não residenciais altamente infestadas de *Ae. aegypti*, foram espacialmente associadas a residências altamente infestadas nos arredores. Igualmente, em São Paulo, demonstrou-se a influência positiva das regiões com alta densidade populacional e de maior importância econômica na dispersão do mosquito, onde os portos nacionais e internacionais tiveram uma velocidade de dispersão mais rápida e uma distribuição mais ampla (Glasser & Gomes 2002).

Finalmente, também em 2012, foram encontradas diferenças significativas entre as populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* numa proporção de 1:2,5; respectivamente, o que suporta a hipótese de deslocamento de *Ae. albopictus* por *Ae. aegypti*, baseado nos seguintes fatos: i) *Ae. aegypti* estabeleceu-se em novos quarteirões, onde *Ae. albopictus* encontrava-se estabelecido; ii) na maioria dos quarteirões onde *Ae. albopictus* encontrava-se estabelecido, reportou-se, posteriormente, só a presença do *Ae. aegypti*; e iii) as populações de *Ae. albopictus* ficaram, na sua maioria, restritas às áreas periurbanas do município, e se evidenciou uma marcada diminuição ou ausência dos criadouros nos quarteirões onde se encontrava estabelecido.

Por outro lado, é importante ressaltar que, em 2012, uma considerável quantidade de criadouros de *Ae. aegypti* encontravam-se nas áreas periféricas do município e compartilhando quarteirões com *Ae. albopictus* (14/218 quarteirões). Essa coexistência pode ocorrer devido às condições ambientais mais tolerantes, como a manutenção de populações de *Ae. albopictus* nas áreas da mata próxima aos bairros periféricos ou satirização eficiente dos machos de *Ae. albopictus* sobre as fêmeas de *Ae. aegypti* (Ribeiro & Spielman 1986, Tripet et al. 2011). Estudos realizados em Mayotte (França), por Bagny e colaboradores (2009), observaram que *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* coexistem em 40% dos criadouros. Outros estudos apontam a coexistência dessas duas espécies de *Aedes* (Briegel et al. 2001, Simard et al. 2005, Marquetti et al. 2008, Honório et al. 2006).

Estudos realizados por Nasci e colaboradores (1989) e Bargielowski e colaboradores (2013) observaram que as fêmeas de *Ae. aegypti* são mais receptivas à inseminação por machos de *Ae. albopictus* do que as fêmeas de *Ae. albopictus* são pela inseminação por machos de *Ae. aegypti*, definindo um mecanismo de interferência por satirização. Outros estudos realizados por Lima-Camara e

colaboradores, em 2013, demonstraram, pela primeira vez, que as glândulas acessórias dos machos (MAG) de *Ae. albopictus* diminuem a atividade locomotora diurna das fêmeas de *Ae. aegypti* de uma maneira similar ao que acontece com as MAGs de *Ae. aegypti*. Nesse mesmo estudo, confirmou-se que a MAG de *Ae. albopictus* faz com que as fêmeas de *Ae. aegypti* sejam refratárias à cópula com machos coespecíficos, o que poderia explicar a maior ocorrência de populações de *Ae. albopictus* nas áreas periurbanas do município.

Um dos modelos que se aplica a esse tipo de habitat aquático e explicaria a dinâmica das populações locais desses vetores conectados por eventos de migração e extinção é a "teoria da dinâmica de metapopulações". A metapopulação, portanto, pode ser definida como uma "população das populações", um grupo de populações locais, conectadas por migração, onde os principais processos envolvidos são migrações populacionais, colonizações e extinções. A quantificação de tais processos permite determinar, na região estudada, a viabilidade das populações de tamanhos variados ao longo do tempo e a necessidade de intervenções que assegurem a sua persistência no caso da biologia da conservação (Ricklefs 1999).

A estrutura de metapopulação para o caso dos vetores do Dengue pode ser a seguinte: os reservatórios de água são os habitats onde as populações locais de larvas se desenvolvem até a fase adulta (fase dispersora) e, em seguida, essas populações locais se conectam por meio de um pequeno número desses adultos migrantes que colonizam novos criadouros com novas populações, ou ficam em criadouros já estabelecidos com populações pré-existentes, embora aumente a concorrência intra e inter-específica. Em estudos realizados em Letícia, Carvajal e colaboradores (2009) relataram diminuição das populações de imaturos de *Ae. albopictus* pela co-ocorrência interespecífica, além de sua preferência pelos reservatórios recém estabelecidos, como os recipientes descartáveis. Contrariamente, *Ae. aegypti* parece ser mais tolerante do que *Ae. albopictus* à competição, preferindo os tanques baixos, que são mais produtivos (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 2004, Morrison et al. 2008).

Além disso, nesse modelo, a matriz espacial onde interagem todos os habitats é de vital importância quando se apresenta descontinuidade espacial ou barreiras entre os habitats, uma vez que diferentes grupos de indivíduos da mesma espécie podem crescer em unidades de habitats isoladas e, portanto, as dinâmicas populacionais são quase independentes (Marini & Parentoni 2001). Na cidade de Letícia, a persistência das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* na série

histórica, excluindo a competição entre elas, deve-se à existência de várias populações isoladas com taxas de migração altas que intercambiam indivíduos entre elas. Essa persistência é permitida, também, nos períodos de maior precipitação, pela alta disponibilidade de habitats, como os recipientes descartáveis e os tanques baixos, nos intra e peridomícilios, que ampliam a matriz espacial dessa metapopulação, o qual é evidente quando se analisa o IB de *Ae. albopictus* em relação ao observado em *Ae. aegypti*.

Contrariamente, no terceiro período, de menor precipitação e maior exposição à luz solar (agosto-outubro), diminui a taxa de migração e aumenta a taxa de extinção das populações dos vetores, pelo isolamento ou fragmentação dessa matriz espacial, gerada pela menor disponibilidade de criadouros. No entanto, os vetores do Dengue poderiam ter estratégias para amenizar o estresse gerado pelas mudanças climáticas, como: 1) o curto ciclo de vida em condições favoráveis, o maior tempo em diapausa, e a maior tolerância dos ovos de *Ae. albopictus* à dessecação e 2) o maior alcance de voo (Consoli & Lourenço-de-Oliveira 2004), a preferência por criadouros mais produtivos e perenes, a capacidade de fazer várias oviposições num mesmo ciclo gonotrófico (Corbet & Chadee 1993, Scott et al. 2000, Madeira et al. 2002b) e a maior adaptação das populações de *Ae. aegypti* aos ambientes urbanos.

A resistência às variações ambientais e o maior tempo de diapausa nos ovos de *Ae. albopictus* têm sido relatado por vários autores (Pumpini et al. 1992, Hanson & Craig 1994, Thomas et al. 2012). Mesmo assim, Leishman e colaboradores (2011) constatam que não há influência da diapausa dos ovos dessa espécie sobre a reprodução ou longevidade das fêmeas adultas. Por outro lado, estudos realizados em laboratório por Yoshioka e colaboradores (2012) mostraram que as fêmeas de *Ae. albopictus* selecionam criadouros com presença de larvas da mesma espécie, sendo este fator mais importante do que a dieta na seleção dos lugares de oviposição. Essas vantagens ecológicas permitem aos vetores do Dengue manterem taxas de migração mínimas para a manutenção das suas populações locais, além de uma maior variabilidade genética (Lourenço-de-Oliveira et al. 2004, Ponce et al. 2004, Costa-Ribeiro et al. 2006, Maciel de Freitas et al. 2004).

Por outro lado, ainda considerando o modelo de metapopulação, a dinâmica de cada população de *Ae. aegypti* pode ser vista como relativamente independente, em cada fragmento (criadouro), às extinções, em alguns deles sendo compensadas por recolonizações, já que prefere criadouros mais produtivos e perenes. Compatíveis com esse modelo são os estudos desenvolvidos no município de Nova Iguaçu, Rio de

Janeiro, que identificaram a importância dos criadouros com maior capacidade de armazenamento de água, como focos geradores do *Ae. aegypti* (Lagrotta et al. 2008). Já no caso de *Ae. albopictus*, a relação entre colonizações e extinções deve ser mais instável e sua persistência, a longo prazo, deve depender da existência de várias populações relativamente próximas (equilíbrio metapopulacional), que garantam o fluxo de indivíduos entre habitats. Em resumo, a presença de competidores e predadores, a existência de barreiras espaço-mecânicas, as ações de controle vetorial e a limitada disponibilidade de recursos desempenham um papel importante, porém de forma diferenciada, na manutenção das populações dos vetores, sendo que as populações de *Ae. albopictus* foram mais susceptíveis às estratégias de controle realizadas no município em relação ao *Ae. aegypti*.

Sabe-se que as zonas de fronteiras são regiões consideradas vulneráveis pelo elevado intercâmbio entre as populações, por meio das mais diversas formas de mobilidade e redes sociais (trabalhadores, estudantes, motoristas, militares, turistas, comerciantes, imigrantes), facilitando o processo de difusão e invasão/estabelecimento de doenças emergentes e reemergentes. As barreiras políticas internacionais (principalmente as jurídicas e econômicas) tornam o controle de doenças ainda mais difícil nessas regiões. O processo saúde-doença geralmente transcende as fronteiras e pode afetar ambos os lados, podendo propagar-se até mesmo para regiões remotas dos limites dos países (Lines et al. 1994, Peiter 2005). Na tríplice fronteira Colômbia-Brasil-Peru, observam-se precariedade nos serviços de saneamento básico, irregularidade no abastecimento de água, atendimento médico e escolar de baixa qualidade e a situação da pobreza com disparidade nos índices de desenvolvimento humano (IDH). (Levino 2010, PNUD 2011, DANE 2012). Tais diferenças não se refletem apenas em termos de renda, mas também no acesso da população a serviços sociais básicos e mecanismos de proteção, inclusive em função da sua situação particular de etnia, língua ou lugar de residência. Estas disparidades contribuem para a desintegração social, muitas vezes pela ausência de discussões políticas dentro do contexto transnacional sobre as realidades históricas e sociais dessas zonas fronteiriças (Zarate & Ahumada 2008, Levino 2010, Levino & Carvalho 2011).

No município de Letícia, nossos dados em relação aos casos de Dengue não apresentaram comportamento sazonal, sendo os maiores picos ocorridos entre os meses de abril e julho em 2011, e sem padrão sazonal durante 2012, com valores máximos no terceiro período. As menores incidências ocorreram entre os meses de

agosto e dezembro de 2011, e entre os meses de janeiro a fevereiro, além do mês de dezembro em 2012. Em 58% e 33% dos quarteirões, não foram apresentadas notificações de casos de Dengue em 2011 e 2012, respectivamente, indicando uma maior distribuição dos casos em 2012 em relação a 2011.

Ao analisar os casos notificados por ocupação e sexo, verificamos que tanto homens como mulheres, na maioria das vezes, encontravam-se desempregados, permanecendo no domicílio a maior parte do tempo. Especialmente em 2011, os picos apresentados entre a SE 15 e 26, foram na população desempregada e de estudantes que, possivelmente, contribuíram na distribuição da doença nesses períodos. Também é importante ressaltar que a frequência de casos notificados entre estudantes em 2011, na Escola Jorge Eliecer Gaitán (98/544), e em 2012, na Instituição Educativa INEM e seus quarteirões adjacentes (50/513) podem ter sido fontes geradoras de transmissão e novos focos da doença nas SE subsequentes, principalmente porque essas instituições educativas apresentam três jornadas (manhã, tarde e noite) e têm uma porcentagem considerável de estudantes brasileiros e colombianos que moram na cidade de Tabatinga.

Vários fatores podem ter contribuído para o estabelecimento e disseminação do Dengue em Letícia. Estudos realizados por Costa & Natal, em 1998, relatam que em três unidades ambientais em São Jose de Rio Preto (São Paulo), a distribuição de renda e o nível educacional estavam inversamente correlacionados com a incidência de Dengue. Heintze e colaboradores (2007) encontraram que a redução dos índices de infestação é obtida com cooperação coordenada dos serviços locais de saúde, pessoal de controle vetorial treinados, autoridades civis e da comunidade, com o fim de implementar e assumir medidas de prevenção e controle, enquanto as estratégias de controle sejam em conjunto com o controle químico e biológico. Outros fatores que conhecidamente influenciam a transmissão da doença são os hábitos diurnos de *Ae. aegypti*, que apresentam aumento da atividade hematofágica próximo e durante os crepúsculos (Atmosoedjono et al. 1972, Consoli & Lourenco-de-Oliveira 1994, Lima-Camara 2010), além dos hábitos também diurnos e bimodais de *Ae. albopictus*, que apresentam picos na manhã e nos crepúsculos (Almeida et al 2005, Delatte et al. 2010, Lima-Camara 2010). Em estudos realizados por Chadee & Martinez, em 2000, foi observado que, na cidade de Trinidad (Índia), os ritmos de picadas das fêmeas de *Ae. aegypti* foram similares em ambientes urbanos e rurais, no entanto, observaram que a existência de luz artificial poderia influenciar a ocorrência de atividade noturna nas áreas urbanas e não nas rurais. Igualmente, em um estudo realizado em 14

localidades no Panamá, encontrou-se 75,1% dos adultos de *Ae. aegypti* em estado de repouso em salas, quartos e banheiros (Perich et al. 2000). Já Bissel e colaboradores (2006), em Cuba, observaram que 60,3% das fêmeas adultas de *Ae. aegypti* em repouso estavam grávidas e encontravam-se em banheiros, salas, quintais e quartos.

Apesar de não ter dados das populações de adultos de *Ae. aegypti* que permitam comparar diretamente a infestação com os casos de Dengue no município, encontrou-se uma fraca relação com os índices de infestação em 2011 e forte em 2012. Diante do exposto, houve maior superposição das populações de imaturos de *Ae. aegypti* com os casos de Dengue em 2011 (OR=9,37) com relação a 2012 (OR=3,14). Contrariamente, houve maior superposição das populações de imaturos de *Ae. albopictus* com os casos de Dengue em 2012 (OR=3,99) com relação a 2011.

Ao aplicar e ajustar o modelo de regressão logística com os casos de Dengue e a abundância de populações de imaturos de ambos os vetores em 2012, encontrou-se que os casos de Dengue foram correlacionados significativamente com as populações de *Ae. aegypti* ($p < 0,001$), mas não com as populações de *Ae. albopictus*. A associação de casos de Dengue com as populações de *Ae. aegypti* tem sido relatada por vários autores, por estar amplamente associado às atividades antrópicas, os ambientes urbanos e suburbanos no intra e peridomicílio, sua susceptibilidade inata à infecção (Teixeira et al. 2002, Braks et al. 2003, Consoli & Lourenco-de-Oliveira 1994, Favier et al. 2004, Gratz 2004, Lima-Camara et al. 2006, Lemos 2006, Mondini & Chiaravalloti-Neto 2007, Honório et al. 2009). No entanto, vários estudos sugerem a necessidade da vigilância de *Ae. albopictus* pelo seu papel reconhecido como um transmissor do Dengue, seu modo oportunista de alimentação e sua maior adaptabilidade, além de poder estar envolvido na manutenção desse vírus na natureza (Chester et al. 1997, Liew et al. 2004, Favier et al. 2004, Savage et al. 1993, Almeida et al. 2005), embora não esteja envolvido na transmissão do Dengue nas Américas (Linthicum et al. 2001, Degallier et al. 2003, Gratz 2004). Por exemplo, a infecção natural pelo vírus do Dengue por *Ae. albopictus* nas Américas foi comprovada em Buenaventura, Colômbia (DENV-1 e 2, Mendez et al. 2006) e Reynosa, México (DENV-2 e 3, Ibañez-Bernal et al. 1997), e sua capacidade de infetar com o vírus e transmiti-lo em Hawaii, EUA (DENV-1, Effler et al. 1981), Seychelles, Índia (DENV-2, Calisher et al. 1991), Torres Strait, Austrália (DENV-2, Moore et al. 2007), Macao, China (Almeida et al. 2005) e Singapura (DENV-2, Rudnick & Chan 1965). No entanto, apesar de já ter sido comprovado infecção em larvas da espécie em Minas Gerais

(DENV-1), essa espécie ainda não foi incriminada como vetor natural do Dengue no Brasil (Serufo et al. 1993).

A associação observada entre mudanças no clima e transmissão do Dengue pode ser explicada pelo impacto da variabilidade climática, incluindo mudanças na temperatura ambiental e a precipitação sobre a dinâmica populacional do vetor e do vírus que ele transmite (Hales et al. 1996, Thu et al. 1998, Gagnon et al. 2001). Os aumentos na temperatura do ambiente diminuem a duração do período de incubação extrínseca do vírus e aumentam a frequência de picada do vetor, enquanto que um aumento na precipitação pode levar à geração de um maior número de criadouros, aumentando a densidade populacional do vetor (Hales et al. 2002).

Em 2080, cerca de 6 bilhões de pessoas estarão em risco de contrair o Dengue como consequência das mudanças climáticas, em comparação com os 2,5 a 3 bilhões atuais (Hales et al. 2002, WHO 2012, Roberts et al. 2013). O clima influencia a distribuição de *Ae. aegypti*, entre outros determinantes como: fluxo populacional, condições precárias de saneamento básico, moradia inadequada e fatores culturais e educacionais (Costa & Natal 1998, Jansen & Beebe 2010). Como foi mencionado anteriormente, a geração de várias populações de *Ae. aegypti* favorece o fluxo de indivíduos entre os novos habitats e, portanto, a persistência das populações dos vetores a longo prazo, o qual geraria uma densidade crítica das população do vetor, que permitiria a propagação eficaz de vírus do Dengue na população humana (Rúa-Uribe et al. 2013). Rubio-Palis e colaboradores (2011) observaram que o maior número de casos de Dengue se apresentou com um atraso de dois meses de pico de chuvas na cidade de Maracay (Venezuela), enquanto, Rúa-Uribe e colaboradores (2013) observaram esse atraso em 20 semanas em Medellin, Colômbia.

Como observado nesse estudo, o risco médio e alto está concentrado nos bairros fronteiriços e periféricos da cidade, porém é necessário focar a vigilância entomológica nos pontos estratégicos, como o cemitério, portos fluviais, escolas, borracharias e centros de reciclagem, onde a maioria desses vetores se encontra. Reis e colaboradores (2010) mostraram que as instalações não residenciais, apesar de não serem fontes altamente produtivas de *Ae. aegypti*, são os locais que estão frequentemente infestados, devido, principalmente, a um grande número de potenciais criadouros, que não são geralmente alvos de vigilância e controle vetorial. Ainda, os autores propõem que o monitoramento deve ser contínuo ou frequente com as armadilhas, como uma forma eficaz de avaliar áreas não residenciais como fontes de vetores da Dengue. Nesse estudo, identificamos quatro pontos estratégicos contínuos

(cemitério, Escola Jorge Eliecer Gaitán, Instituição Educativa INEM e o Centro de Reciclagem do Bairro 11 de novembro), onde é preciso focar as ações de vigilância e controle para a redução considerável da infestação de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti* e a transmissão de Dengue no município.

Em suma, os dados revelaram associações das populações de *Ae. albopictus* e *Ae. aegypti*, respectivamente, à precipitação e exposição solar e umidade só para *Ae. aegypti*. Também observou-se deslocamento das populações de *Ae. albopictus* por *Ae. aegypti* e associação dos casos de Dengue com as populações de *Ae. aegypti* na área urbana de Letícia, Colômbia. O estudo revelou a necessidade de aprofundamento sobre esses vetores do Dengue e a compreensão dos determinantes ambientais e sociais, principalmente a partir de uma abordagem multidimensional, visando propor soluções de prevenção e controle mais eficazes nas zonas fronteiriças e da implementação de planos de contingência para surtos de arboviroses, que são considerados um grave problema de saúde pública (OPS 2009, Machado et al. 2005).

Finalmente, com a recente chegada do Dengue no município de Letícia e a falta de programas e agendas de cooperação de recursos humanos e materiais entre zonas fronteiriças na vigilância entomológica e epidemiológica, é preciso continuar com estudos que examinem os determinantes ecológicos, sociais, demográficos e epidemiológicos que influenciam a dinâmica de transmissão da doença (Forget & Lebel 2001) e, assim, orientar as estratégias de controle de forma mais seletiva, apoiado critérios ou modelos de risco epidemiológico, e dar um caráter sistêmico nas relações sociedade-saúde-natureza (Escobar-Mesa & Gómez-Dantés 2003). Adicionalmente, a compreensão da dinâmica espacial e temporal do Dengue, a interação entre os dois vetores e a presença do *Ae. aegypti* em áreas urbanas propicia melhor entendimento e oferece subsídios para a implementação de estratégias mais eficazes de controle desse vetor primário do Dengue.

7. CONCLUSÕES

- ❖ A cidade de Leticia apresentou, na maior parte do período estudado, um padrão de alta infestação (IP e IB >1%), tanto para *Ae. albopictus* como para *Ae. aegypti*;
- ❖ *Ae. albopictus* foi introduzido em Letícia em 1998, mas, a partir de 2000, tem demonstrado uma tendência de redução em seu nível de abundância, padrão esse intensificado após a chegada de *Ae. aegypti*. Por sua vez, *Ae. aegypti*, desde sua introdução em 2009, demonstra uma tendência de aumento do grau de infestação, revelando um marcante e significativo comportamento cíclico entre os períodos estudados para o IB e o ITR;
- ❖ *Ae. albopictus* apresentou maior frequência (em ordem decrescente) nos recipientes descartáveis, tanques baixos e pneus, enquanto, *Ae. aegypti* apresentou maior frequência, em ordem decrescente, nos tanques baixos, recipientes descartáveis e pneus. Por causa disso, a implementação de campanhas de recolhimento de recipientes descartáveis nas residências e a difusão de campanhas de controle vetorial nos meios de comunicação podem ter sido ferramentas mais eficientes e eficazes na redução dos índices de infestação de *Ae. albopictus*, mas não para *Ae. aegypti*, no município de Leticia;
- ❖ *Ae. albopictus* mostrou um padrão menos sazonal que *Ae. aegypti* em Leticia. Dentre as variáveis meteorológicas investigadas, as mais importantes foram a precipitação e a exposição à luz solar. A precipitação encontrou-se positivamente correlacionada com os índices de infestação de ambas as espécies, contrariamente à exposição à luz solar, que se encontrou negativamente correlacionada. Os índices de infestação de *Ae. aegypti* foram significativamente mais associados a esses fatores, comparado aos encontrados para *Ae. albopictus*;
- ❖ Ao longo do período de estudo, *Ae. albopictus* gradativamente deslocou-se do sul da cidade aos bairros periféricos do norte, com flutuações na sua ocorrência nos quarteirões. Essas flutuações podem ter sido influenciadas pelas ações de controle vetorial;
- ❖ Encontrou-se evidência significativa de deslocamento das populações de imaturos de *Ae. albopictus* para a periferia da área urbana de Letícia, após a introdução de *Ae. aegypti* em 2009, bem como a predominância das populações de imaturos de *Ae. aegypti* foi maior nos bairros mais centrais,

enquanto, para as populações de imaturos de *Ae. albopictus*, foi maior e quase exclusivamente em bairros periféricos. No entanto, já em 2012, *Ae. aegypti* encontrava-se amplamente distribuído no município inteiro.

- ❖ Os casos notificados de Dengue nos anos de 2011 e 2012 não apresentaram padrão sazonal. Tanto em 2011 como em 2012, a maior parte da população notificada era mulheres e homens entre 25 e 54 anos. Além disso, em 2011, o 88,1% das mulheres e 76% dos homens eram desempregados ou estudantes. Igualmente, em 2012, 90,7% das mulheres e 85,3% dos homens apresentavam as mesmas condições.
- ❖ Os pequenos “surto” de casos de Dengue no município, em 2011 e 2012, concentraram-se em instalações não residenciais, como cemitério, portos fluviais, escolas, borracharias, entre outros. Essa informação é útil para o direcionamento de ações de controle.
- ❖ Encontrou-se uma superposição significativa forte das populações de imaturos de *Ae. aegypti* com os casos de Dengue em 2011 (OR=9,37), sendo um pouco menos evidenciada em 2012 (OR=3,14). Pelo contrário, encontrou-se superposição significativamente maior das populações de imaturos de *Ae. albopictus* com os casos de Dengue em 2012 (OR=3,99), com relação a 2011 (OR=1,10).
- ❖ Baseado na ocorrência de Dengue e de *Ae. aegypti* nos quarteirões da área urbana do município de Letícia, concluiu-se que os níveis mais altos de transmissão estão concentrados nos bairros fronteiriços ou periféricos da cidade.
- ❖ A difícil vigilância e controle na faixa fronteira continuará sendo um desafio na redução dos índices de infestação e da transmissão da doença no município, pelas re-infestações, precariedade nos serviços de saneamento, entre outros fatores, que contribuem na manutenção do vírus do Dengue.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida AP, Baptista SS, Sousa CA, Novo MT, Ramos HC, et al. 2005. Bioecology and vectorial capacity of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Macao, China, in relation to Dengue virus transmission. *J Med Entomol* 42: 419–428.
- Alto B, Juliano S 2001a. Temperature effects on the Dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) populations in The Laboratory. *J Med Entomology* 38(4):548-556.
- Alto B, Juliano S 2001b. Precipitation and Temperature Effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): Implications for range Expansion. *J Med Entomol* 38(5): 646-656. Illinois.
- Alvarado LA, Carvajal JJ 2011. Presencia del mosquito del Dengue *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) en el municipio de Leticia, y su relevancia en el primer brote de Dengue en la trifrontera amazónica (Colombia-Brasil-Perú). Memorias XV Congreso Colombiano de Parasitología y Medicina Tropical. *Biomédica* 31(suppl.3):23-205.
- Alvarenga GR, Castro A. 1997. Comportamento Antropofílico de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) na Região do Vale do Paraíba, Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 31 (2):125-30.
- Anderson CR, Downs WG e Hill AE 1956. Insolation of Dengue virus from human being in Trinidad. *Science* 124:224-225.
- Atmosoedjono S, Van Peenen PFD, See R, Saroso JS1972. Man-biting activity of *Aedes aegypti* in Djakarta, Indonesia. *Mosquito News* 32: 467-469.
- Bagny L, Delatte H, Elissa N, Quilici S, Fontenille D 2009. *Aedes* (Diptera:Culicidae) vectors of arboviruses in Mayotte: distribution area and larval Habitat. *J Med Entomol* 46:198-207.
- Bailey TC, Gatrell AC 1995. Interactive Spatial Data Analysis. *Cambridge MA*. Addison-Wesley-Longman.
- Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV 2005. Identificação de locais com potencial de transmissão de Dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 38(3):246-250
- Bargielowski IE, Lounibos LP, Carrasquilla MC 2013. Evolution of resistance to satyrization through reproductive character displacement in populations of

- invasive Dengue vectors. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110p. 2888.
- Benchimol JL 2001. *Febre amarela: a doença e a vacina, uma história inacabada*. Rio de Janeiro, Editora Fiocruz.
- Benedict MQ, Levine RS, Hawley WA, Lounibos LP. 2007. Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vector Borne Zoonotic Dis* 7: 76–85.
- Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AJ, Moyes CL, Drake JM, Brownstein JS, Hoen AG, Sankoh O, Myers MF, George DB, Jaenisch T, Wint JRW, Simmons CP, Scott TW, Farrar J, Hay S 2013. The global distribution and burden of Dengue. *Nature* 496: 504-507.
- Bisset JA, Rodríguez MM, De Armas Y 2006. Comparación de 2 poblaciones de mosquitos *Aedes aegypti* de Santiago de Cuba con diferente conducta de reposo. *Rev Cub Med Trop* 57(2).
- Blagrove MSC, Arias-Goeta CA, Failloux A, Sinkins SP 2012. The *Wolbachia* strain wMel induces cytoplasmic incompatibility in and blocks Dengue transmission by *Aedes albopictus*. *Proc Natl Acad Sci U S A* 109: 255–260.
- Braga IA, Gomes AC, Nelson M, Mello RCG, Bergamaschi DP, Souza JMP 2000. Comparative study between larval surveys and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti*. *Rev Soc Bras Med Trop* 33: 347-353.
- Braga IA, Valle D 2007. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. *Epidemiol Serv Saúde Brasília* 16(4):279-293.
- Braks MA, Honório NA, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R, Juliano SA 2004. Interspecific competition between two invasive species of container mosquitoes in Brazil. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 97: 130-139.
- Braks MA, Nildimar AH, Lourenco-Oliveira R, Steven A, Juliano L e Lounibos P 2003. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera:Culicidae) in Southeast Brazil and Florida. *J Med Entomol* 40(6):930-945.
- Briegel H 2003. Physiological bases of mosquito ecology. *Journal of Vector Ecology* 28(1):1-11.
- Briegel H, Timmermann SE 2001. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): physiological aspects of development and reproduction. *J Med Entomol* 38:566-571.
- Calado DC, Navarro-Silva MA 2002. Influência da temperatura sobre a longevidade, fecundidade e atividade hematofágica de *Aedes (Stegomyia) albopictus* Skuse,

- 1894 (Diptera, Culicidae) sob condições de laboratório. *Rev Bras Entomol* 46(1):93-98.
- Calisher CH, Nuti M, Lazuick JS, Ferrari JDM, Kappus KD 1981. Dengue in the Seychelles. *Bull Wrlld Hlth Org* 59:619–622.
- Camara FP, Theophillo RG, Ferreira SR, Pereira G, Cardoso D, Camara P, Rodrigues R 2007. Estudo retrospectivo (histórico) da Dengue no Brasil: características regionais e dinâmicas. *Rev Soc Bras Med Trop* 40(2):192-196.
- Carvajal JJ, Moncada LI, Rodríguez MH, Pérez LP, Olano VA. 2009. Caracterización preliminar de los sitios de cría de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse, 1984) (Diptera: Culicidae) en el municipio de Leticia, Amazonas, Colombia. *Biomédica* 29(3): 413-23.
- Carvajal JJ, Alvarado LA 2011. Alerta por Dengue en la frontera amazónica. [Sitio na internet], Consultada Junho 2013. Agencia de Noticias, Universidad Nacional de Colombia, Leticia, Colombia. Disponível em: <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/nc/detalle/article/alerta-por-Dengue-en-la-frontera-amazonica/>.
- Castro A 1995. Duration of Larval and Pupal development stages of *Aedes albopictus* In Natural And Artificial Containers. *Rev Saude Publica* 29 (1):15-19.
- Chadee DD, Martinez R 2000. Landing periodicity of *Aedes aegypti* with implications for Dengue transmission in Trinidad, West Indies. *Journal of Vector Ecology* 25, 158–163.
- Chester G, Moore C, Mitchell J 1997. *Aedes albopictus* in the United States: Ten-Year presence and Public health implications. *Emerg Inf Diseases* 3(3):1-8.
- Chiaravalloti-Neto F, Moraes MS e Fernandes M 1998. Avaliação dos resultados de atividades de incentivo à participação da comunidade no controle da Dengue em um bairro periférico do Município de São José do Rio Preto, São Paulo, e da relação entre conhecimentos e práticas desta população. *Cadernos de Saúde Pública* 14:101-111.
- Christopher SR 1960. *Aedes aegypti* (L.). The Yellow Fever Mosquito, Cambridge University Press, London, 739 pp.
- Comiskey NM, Lowrie RC, Jr, Wesson DM 1999. Role of habitat components on the dynamics of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) from New Orleans. *J Med Entomol* 36:313–320.
- CONCELETICIA (Conselho Municipal de Letícia) 2012. Plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del municipio de Leticia “por el desarrollo

- social de nuestro municipio – Leticia productiva y competitiva 2012 – 2015. *Alcaldía del Municipio de Leticia*, Departamento del Amazonas, Colombia, 306pp.
- Consoli RAGB, Lourenço-de-Oliveira R 1994. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil, Fiocruz, Rio de Janeiro. 225pp.
- Corbet PS, Chadee DD 1993. An improved method for detecting substrate preferences shown by mosquitoes that exhibit “skip oviposition”. *Phys Entomol* 18: 114 -118
- Costa AIP, Natal D 1998. Distribuição espacial da Dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Revista de Saúde Pública* 32(3):232 – 236.
- Costa EAPA, Santos EMM, Correia JC, Albuquerque CMR 2010. Impact of small variations in temperature and humidity on the reproductive activity and survival of *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). *Rev Bras entomol* 54 (3): 488-493.
- Costa-Ribeiro MCV, Lourenço-de-Oliveira R, Failloux AB 2006. Geographic and temporal genetic patterns of *Aedes aegypti* populations in Rio de Janeiro, Brazil. *Trop Med Int Hlth* 11: 1276-1285.
- Cuéllar-Jiménez ME, Velásquez-Escobar OL, González-Obando R, Morales-Reichman CA 2007. Detecção de *Aedes albopictus* (Skuse) (Díptera:Culicidae) en la ciudad de Cali, Valle del Cauca, Colombia. *Biomédica* 27:273-9.
- Cunha RV, Nogueira RM 2005. Dengue e Dengue Hemorrágico. In: Dinâmica das Doenças Infecciosas e Parasitárias. p.1767-1781.
- Silva HH, Silva I 1999. Influence of eggs quiescence period on the *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) life cycle at laboratory conditions. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 32(4):349-355.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estatística da Colômbia) 2012. Boletín Censo General 2005. Proyecciones Leticia, Amazonas. Colombia.
- DATASUS 2013. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. [Sitio na internet]. Disponível em: www.datasus.gov.br. (Consultada em Junho 2013). Brasil.
- Daugherty MP, Alto BW, Juliano SA 2000. Invertebrate carcasses as a resource for competing *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae). *J Med Entomol* 37:364-72.
- Dégallier N, Rosa APAT, Vasconcelos PFC, Figueredo LTM, Rosa JFST, Rodrigues SG e Rosa TES. 1996. Dengue et ses Vectors au Brésil. *Bull Soc Path* 89, 128-136.

- Degallier N, Teixeira JM, Soares S, Pereira RD, Pinto SC, Chaid AJ, Vasconcelos PF, Oliveira E. *Aedes albopictus* may not be vector of Dengue virus in human epidemics in Brazil. *Rev Saude Pública Sao Paulo* 37:386-7.
- Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, Fontenille D 2009. Influence of Temperature on Immature Development, Survival, Longevity, Fecundity, and Gonotrophic Cycles of *Aedes albopictus*, Vector of Chikungunya and Dengue in the Indian Ocean. *Journal of Medical Entomology* 46(1):33-41.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) 2012. *Boletín Censo General 2005*, Proyecciones Leticia, Amazonas, Colombia.
- Dieng H, Mwandawiro C, Boots M, Morales R, Satho T, Tuno N, Tsuda Y, Takagi M 2002. Leaf litter decay process and the growth performance of *Aedes albopictus* larvae (Diptera: Culicidae). *Journal of vector Ecology* 27(1):31-38.
- Donalisio MR, Alves MJCP, Visockas A 2001. Inquérito sobre conhecimentos e atitudes da população sobre a transmissão do Dengue - região de Campinas São Paulo, Brasil - 1998. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop* 34(2):197-201.
- Reis IC, Honório NA, Codeço CT, Magalhães Mde A, Lourenço-de-Oliveira R, Barcellos C 2010. Relevance of differentiating between residential and non-residential premises for surveillance and control of *Aedes aegypti* in Rio de Janeiro, Brazil. *Acta Trop* 114(1):37-43.
- Edgerly JS, Willey MS, Livdahl TP 1993. The community ecology of *Aedes* egg hatching: implications for a mosquito invasion. *Ecol Entomol* 18:123–128.
- Edgerly JS, Willey MS, Livdahl TP 2009. Intraguild predation among larval treehole mosquitoes, *Aedes albopictus*, *Ae. aegypti*, and *Ae. triseriatus* (Diptera: Culicidae), in laboratory microcosms. *Journal of medical entomology* 36(3):394-9.
- Edman JD, Scott TW, Costero A, Morrison AC, Harrington LC e Clarck GG. 1998. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. *J.Med.Entom.*35(4):578-83
- Effler PV, Pang L, Kitsutani P, Vorndam V, Nakata M, Ayers T, et al 2005. Dengue fever, Hawaii, 2001–2002. *Emerg Infect Dis.* 11(5):742–9.
- Escobar-Mesa J, Gómez-Dantés H 2003. Determinantes de la transmisión de Dengue en Veracruz: un abordaje ecológico para su control. *Salud Publica Mex* 45:43-53.

- Estrada-Franco JG & Craig GB 1995. Biology, disease relationships, and control of *Aedes albopictus*. Washington (DC): *Pan American Health Organization*; (Technical Paper, 42).
- Favaro EA, Dibo MR, Mondini A, Ferreira AC, Barbosa AAC, Eiras AE, Barata AEMF, Chiaravalloti-Neto F 2006. Physiological state of *Aedes (Stegomyia) aegypti* mosquitoes captured with MosquiTRAPs em Mirrasol, São Paulo, Brazil. *J. Vector Ecol.* 31: 285-291.
- Favier CH, Schmidt D, Muller-Craft DM, Cazelles B, Degallier N, Mondet B, et al 2004. Influence of spatial heterogeneity on an emerging infectious disease: the case of Dengue epidemics. *Proc Royal Society* 272(1568):1171-1177.
- Fay RW & Perry AS. 1965. Laboratory studies of ovipositional preferences of *Aedes aegypti*. *Mosq News* 25: 276-8.
- Fernández EA, Leontsini E, Sherman C, Chan AS, Reyes CE, Lozano RC, Fuentes BA, Nichter M, Winch PJ 1998. Trial of a community-based intervention to decrease infestation of *Aedes aegypti* mosquitoes in cement washbasins in El Progreso. *Acta Trop* 70(2):177-83.
- Ferreira FN, Barbosa MG, Alecrim WD, Guerra MV. 2003. Registration of the occurrence of *Aedes albopictus* in an urban zone in Manaus, Amazonas, Brazil. *Rev Saúde Pública* 37:674-5.
- Flauzino F, et al 2011. Indicadores socioambientais para vigilância da Dengue em nível local. *Saúde Soc.* São Paulo 20(1):225-240.
- Focks DA, Brenner RJ, Hayes J e Daniels E 2000. Transmission thresholds for Dengue in terms of *Aedes aegypti* pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 62: 11-18.
- Focks DA, Sackett SR, Bailey DL, Dame DA 1981. Observations on containerbreeding mosquitoes in New Orleans, Louisiana with an estimate of the population density of *Aedes aegypti* (L). *Amer.J.Trop.Med.Hyg.* 30(1):1329-35.
- Focks DA. 2003. A Review of Entomological Sampling Methods and Indicators to Dengue Vectors. Special Programme for Research and Training in Tropical Diseases (TDR), TDR/DE/Den.
- Forattini OP 1986. Identificação de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse) no Brasil. *Rev. Saúde Pública* 20(3): 244-5.
- Forattini OP 2001. Emergência de *Aedes albopictus* em recipientes artificiais. *Rev Saúde Pública* 35(5):456-60.

- Forget G, Lebel J 2001. "An ecosystem approach to human health". *International Journal of Occupational and Environmental Health*. Vol 7(2), S1-S38.
- Franco O 1976. História da febre amarela no Brasil. Ministerio da Saúde. Superintendencia de Campanhas de Saude Pública, Rio de Janeiro.
- Fraser HS, Welson WA, Rose E, Thomas E, Sinnon J 1978. Dengue fever in Jamaica with shocks and hypocomplementaemia haemorrhagic viscera and neurological complication. *West Indies Med.J.* 27:106-116.
- FUNASA 2001. Dengue. Situação epidemiológica, riscos e medidas de controle. *Boletim epidemiológico eletrônico* 1(1)
- Gadelha D, Toda AT. 1985. Biología e comportamento de *Aedes aegypti*. *Rev. Brasil. Malarisol,D.Trop.* 37:29-36.
- Gagnon S, Bush B, Smoyer-Tomic K 2001. Dengue epidemics and the El Niño Southern Oscillation. *Clim Res* 19:35-43.
- Galvão IAC, Finkelman J, Henao S 2011. Determinantes ambientais e sociais da saúde. *OPS / FIOCRUZ*, 601 pp.
- Getis A, Morrison AC, Gray K. & Scott TW 2003. Characteristics of the spatial patterns of the Dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquitos, Peru. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 69, 494–505.
- Gilotra SK, Rozeboom LE, Bhatta NC 1969. Observations on possible competitive displacement between populations of *Aedes aegypti* Linnaeus and, *Aedes albopictus* Skuse in Calcutta. *Bull WHO* 37:437-446.
- Glasser CM, Gomes AC 2002. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. *Revista de Saúde Pública* 36(2):166-172.
- Gomes AC 1998. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em programa de vigilância entomológica. *Informativo Epidemiológico do SUS* 7:49-57.
- Gomes AC et al. 2007. Especificidade da armadilha Adultrap para capturar fêmeas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 40(2):216-219.
- Gomes AC, Marques GRAM 1988. Encontro de criadouro natural de *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Skuse), Estado de São Paulo, Brasil. *Rev Saude Publ* 22:45.
- Gómez HD, Gubler DJ, Zárata ML 1992. Arbovirus: Su importancia en América. Publicación técnica del INDRE. 1-150.

- Gratz NG 1991. Emergency control of *Aedes aegypti* as a diseases vector in urban areas. *J.Am.Mosq.Control.Assoc.* 7(3): 353-365.
- Gratz NG 2004. Critical review of the vector status of *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol.* 18:215-27.
- Gubler DJ 1989. *Aedes aegypti*-borne diseases control in the 1990: top down or bottom up. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 45(2): 67-72.
- Gubler DJ 2002. Epidemic Dengue/Dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century. *Trends Microbiol.* 2:100-3.
- Gubler DJ, Clark G 1995. Dengue/Dengue hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem. *Emerging Infectious Diseases* 1: 55-7.
- Gubler DJ, Costa A 1992. Programa de prevención del Dengue epidémico y hemorrágico en Puerto Rico y las Islas Vírgenes estadounidenses. *Bol. Ofic. Sanit. Panam.* 113(2): 109-119.
- Gubler DJ, Kuno GK 1997. Dengue and Dengue Hemorrhagic fever. CA International, New York, 1997.
- Gurugama P, Garg P, Perera J, Wijewickrama A, Seneviratne SL 2010. Dengue viral infections. *Indian J Dermatol* 55: 68-78.
- Gutiérrez M, Almeida O, Barrios H, Herrera J, Ramírez M, Rondón L, et al. 2011. Hallazgo de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) en el municipio de Barrancabermeja, Colombia. *Biomédica* 31(sup.3):23-205.
- Guzmán MG, Kourí G, Martínez E 1988. Fiebre hemorrágica del Dengue con síndrome de choque en niños cubanos. *Bol. Of. Sanit. Panam.* 104(3): 235-43.
- Hales S, Weinstein P, Woodward A 1996. Dengue fever epidemics in the South Pacific region: driven by El Niño Southern Oscillation? *Lancet* 348:1664-5.
- Hales S, Wet N, Maindonald J, Woodward A 2002. Potential effect of population and climate changes on global distribution of Dengue fever: an empirical model. *Lancet* 360:830-4.
- Halstead SB 2009. Antibodies Determine Virulence in Dengue. Immunology and Pathogenesis of Viral Hemorrhagic Fevers. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1171 (Suppl. 1): E48–E56.
- Hanson SM , Craig GB Jr 1994. Aclimatación al frío, la diapausa, y el origen geográfico afectan a la resistencia al frío en los huevos de *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 31 (2):192-201.

- Hawley WA, Reiter P, Copeland RS, Pumpuni CB, Craig GB Jr 1987. *Aedes albopictus* in North America: probable introduction in used tires from northern Asia. *Science* 29;236(4805):1114–1116.
- Hawley WA. 1988. The biology of *Aedes albopictus*. *Journal of the American Mosquito Control Association. Supplement #1*. ip. 1-40.
- Heintze C, Garrido M, Kroeger A 2007. What do community-based Dengue control programmes achieve? A systematic review of published evaluations. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 101:317-25
- Hoeck PA, Ramberg FB, Merril SA, Moll C, Agedorn H 2003. Population and parity levels of *Aedes aegypti* collected in Tucson. *Journal of Vector Ecology* 28(1).
- Holick J, Kile A, Ferraro W, Delaney R, Iwaseczko M 2002. Discovery of *Aedes albopictus* infected with West Nile Virus in Southeastern Pennsylvania. *J Am Mosq Control Assoc* 18:131.
- Honório NA, Lourenço-de-Oliveira R 2001. Freqüência de larvas e pupas de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em armadilhas, Brasil. *Rev Saúde Pública* 35:385-91.
- Honório NA, Silva WC, Leite PJ, Gonçalves JM, Lounibos LP, Lourenço-de-Oliveira R 2003. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic Dengue area in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 98: 191-198.
- Honório NA, Cabello P, Codeço CT, Lourenço de Oliveira R 2006. Preliminary data on the performance of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* inmaturs developing in water-filled tires in Rio de Janeiro. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 101:225-8.
- Honório NA, Castro MG, Barros FS, Magalhães Mde A, Sabroza PC 2009. The spatial distribution of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in a transition zone, Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica* 25(6):1203-14.
- Ibanez-Bernal S, Briseno B, Mutebi JP, Argot E, Rodriguez G, Martinez-Campos C, Paz R, De La Fuente-San Roman P, Tapia-Conyer R e Flisser A 1997. First record in America of *Aedes albopictus* naturally infected with Dengue virus during the 1995 outbreak at Reynosa, Mexico. *Med Vet Entomol México* 11: 305-309.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) 2003. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Trapecio Amazónico – INPA III. IGAC, Bogotá.
- INS 2012. Comportamiento epidemiológico del Dengue en Colombia. Año 2011. Grupo Enfermedades Transmitidas por Vectores. Bogotá, Colombia.

- INS 2013a. Informe Final del evento Dengue, año 2012. División de Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública. Marzo 2013. Bogotá, Colombia.
- INS 2013b. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de Dengue. División de Vigilancia y análisis del riesgo en salud pública. *Instituto Nacional de Salud*, Bogotá, Colombia
- INS 2013c. Protocolo para la vigilancia en salud pública del Dengue. Subdirección de Vigilancia y Control en Salud Pública, Instituto Nacional de Salud, Bogotá, Colombia.
- Jansen CC, Beebe NW 2010. The Dengue vector *Aedes aegypti*: what comes next. *Microbes Infect* 12(4):272-9.
- Jetten TH, Focks DA 1997. Potential changes in the distribution of Dengue transmission under climate warming. *Am J Trop Med Hyg* 57(3):285–297.
- Johnston K, Ver Hoef JM, Krivoruchko K, Lucas N 2001. Using ArcGIS Geostatistical Analyst, *ESRI Press*, Redlands, California.
- Juliano SA, Lounibos P, O’Meara GM 2004. A field test for competitive effects of *Aedes albopictus* on *A. aegypti* in South Florida: differences between sites of coexistence and exclusion? *Oecologia* 139(4): 583–593.
- Juliano SA, O’Meara GM, Morrill e Cutwa MM 2002. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia (Heidelbg)*. 130: 458 – 469.
- Juliano, SA. 1998. Species introduction and replacement among mosquitoes: interspecific resource or apparent competition? *Ecology* 79: 255-268.
- Knudsen AB 1995. Global distribution and continuing spread of *Aedes albopictus* *Parassitologia* 37: 91-97.
- Kobayashi M, Nihei N, Kurihara H 2002. Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* in Japan by Geographical Information Systems. *J Med Entomol* 39:4-11.
- Koenraadt CJM, Harrington LC 2008. Flushing effect of rain on container-inhabiting mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). *J Med Entomol* 45:28–35.
- Kuno G 1995. Review of the factors modulating Dengue transmission. *Epidemiologic Reviews* 17(2):321-35.
- Lagrotta MTF, Silva WC, Souza-Santos R 2008. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro State, Brazil. *Cad Saúde Pública* 24:70-80.

- Leishnam PT, Towler L, Juliano SA 2011. Geographic variation of photoperiodic diapause but not adult survival or reproduction of the invasive mosquito *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in North America. *Ann Entomol Soc Am* 104(6): 1309-1318.
- Lemos G 2006. Dengue, un problema social reemergente en América Latina. Estrategia para su erradicación. *Biotecnología aplicada* 23: 130-136.
- Lenzi MF, Coura LC 2004. Prevenção da Dengue: a informação em foco. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop* 37(4):343-50.
- Leonard J 1990. La vida de Carlos Finlay y la derrota de la fiebre amarilla. *Bol. Of Sanit Panam.* 108(3):229-44.
- Leontsini E, Gil E, Kendall C, Clark G.G. 1993. Effect of a community based *Aedes aegypti* control programs on mosquito larval production sites in El Progreso, Honduras. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 87(3): 267-271.
- Levino A 2010. Caracterização geográfica, epidemiológica e da organização dos serviços de saúde na tríplice fronteira Brasil/Colômbia/Peru. Tese (Doutorado em Saúde Pública), Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife.
- Levino A, Carvalho EF 2011. Análise comparativa dos sistemas de saúde da tríplice fronteira: Brasil/Colômbia/Peru. *Rev Panam Salud Publica* 30(5):1020-4989.
- Liew C, Curtis CF 2004. Horizontal and vertical dispersal of Dengue vector mosquitoes, *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*, in Singapore. *Medical and Veterinary Entomology.* 18:351-360.
- Lima MM, Aragão MB, Amaral RS 1988. Criadouros de *Aedes aegypti* encontrados em alguns bairros da cidade do Rio de Janeiro, RJ, Brasil, em 1984-85. *Cad. Saúde Pública* 4 (3):293-300.
- Lima-Camara TM, Codeco CT, Honório NA, Bruno RV, Peixoto AA, Lounibos P 2013. Male accessory gland substances from *Aedes albopictus* affect the locomotor activity of *Aedes aegypti* females. Male accessory gland substances from *Aedes albopictus* affect the locomotor activity of *Aedes aegypti* females. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro:* 1-8
- Lima-Camara TM, Honório NA & Lourenço-de-Oliveira R. 2006. Freqüência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Díptera, Culicidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 22: 2079-2084.

- Lima-Camara TN 2010. Activity Patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) under natural and artificial conditions. *Oecologia Australis* 14(3): 737-744.
- Lines J, Harpham T, Leake C, Schofield C 1994. Trends, priorities and policy directions in the control of vector-borne diseases in urban environments. *Health Policy Plann* 9: 113-29.
- Linthicum KJ, Kramer VL, Madon MB, Fujioka K 2003. Introduction and potential establishment of *Aedes albopictus* in California in 2001. *J Am Mos Control Assoc* 19:301-8.
- Lloyd LS, Winch P, Ortega CJ, Kendall C 1992. Results of a community-based *Aedes aegypti* control program in Mérida, Yucatán, México. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* (46): 635-642.
- López-Vélez R, Molina R 2005. Cambio climático en España y riesgo de enfermedades infecciosas y parasitarias transmitidas por artrópodos y roedores. *Rev. Esp. Salud. Pública.* 79(2).
- Lounibos LP 2002. Invasions by insect vectors of human disease. *Annual Review of Entomology* 47: 233-266.
- Lounibos LP, Suárez S, Menéndez Z, Nishimura N, Escher RL, O'Connell SM, Rey JR 2002. Does temperature affect the outcome of larval competition between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*? *J Vector Ecol* 27(1):86-95.
- Lourenço-de-Oliveira R, Castro MG, Braks MA, Lounibos LP 2004. The invasion of urban forest by Dengue vectors in Rio de Janeiro. *J Vector Ecol* 29(1):94-100.
- Luz C, Tai MHH, Santos AH e Silva HHG 2008. Impact of moisture on survival of *Aedes aegypti* eggs and ovicidal activity of *Metarhizium anisopliae* under laboratory conditions. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 103: 214 – 215.
- Machado L, Ribeiro L, Peiter P. Steiman R. Novaes A, Haesbaert R 2005. Bases de uma política integrada de desenvolvimento regional para a faixa de fronteira. Ministerio de Integração Nacional. 1ª ed. Brasília D.F.
- Maciel-de-Freitas R, Brocki-Neto RW, Gonçalves JM, Codeço CT, Lourenço-de-Oliveira R 2006. Movement of Dengue vectors between human modified environment and urban forest in Rio de Janeiro. *J Med Entomol* 43: 1112-1120.
- Madeira N, Macharelli CA, Pedras JF, Delfino M 2002a. Education in primary school as a strategy to control Dengue. *Rev Soc Bras Med Trop* 35(3):2216

- Madeira NG, Macharelli CA, Carvalho LR 2002b. Variation of the Oviposition Preferences of *Aedes aegypti* in Function of Substratum and Humidity. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 97(3): 415-420.
- Marini O, Parentoni R 2001. La Teoría De Las Metapoblaciones. Nuevos Principios De La Biología De La Conservación. *Ciencia Hoy* 11 (61). Febrero/Marzo.
- Marquetti MC, Bisset J, Leyva M, García A, Rodríguez M 2008. Comportamiento estacional y temporal de *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus* en La Habana, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 60:62-67.
- Marquetti MC, Suárez S, Bisset J, Leyva M 2005. Reporte de hábitats utilizados por *Aedes aegypti* en Ciudad de La Habana, Cuba. *Rev Cubana Med Trop* 57(2):159-61.
- Marquetti MDC 2000. Tipificación De Habitats De *Aedes albopictus* En Cuba Y Su Asociación Con Otras Especies De Culícidos, 1995-1998. Instituto de medicina tropical Pedro kouri. *Revista cubana medicina tropical* 52(3):170-4.
- Marzochi KBF. 1994. Dengue in Brazil- situation, transmission and control – A proposal for ecological control. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 89: 235-245.
- Massad E, Coutinho FA, Burattini MN, Lopez LF 2001. The risk of yellow fever in a Dengue-infested area. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* 95, 370–374
- Mendez F, Barreto M, Arias JF, Rengifo G, Muñoz J, Burbano ME, Parra B 2006. Human and mosquito infections by Dengue viruses during and after epidemics in a Dengue-endemic region of Colombia. *Am J Trop Med Hyg* 74: 678-683.
- Ministério da Saúde (MS) 2013. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Levantamento rápido de índices para *Aedes aegypti* – LIRAA para vigilância entomológica do *Aedes aegypti* no Brasil: metodologia para avaliação dos índices de Breteau e Predial e tipo de recipientes / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Brasília.
- Ministério de Saúde (MS) 2010. Controle da Dengue no Brasil. Estado do Amazonas, Manaus.
- Mondini A, Chiaravalloti-Neto F. 2007. Investigação do papel das variáveis socioeconômicas na transmissão de Dengue em cidade de porte médio do interior do estado de São Paulo. *Rev Saude Publica*. 41(6):923-30.
- Moore CG 1999. *Aedes albopictus* in the United States: current status and prospects for further spread. *J. Am. Mosq. Control Assoc*. 15: 221-227

- Moore CG, Fisher BR 1969. Competition in mosquitoes: Density and species ratio effects on growth, mortality, fecundity, and production of growth retardant. *Ann Entom Soc Am* 62:1325-1328.
- Moore PR, Johnson PH, Smith GA, Ritchie SA, Van Den Hurk AF 2007. Infection and dissemination of Dengue virus type 2 in *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Aedes scutellaris* from the Torres Strait, Australia. *J Am Mosq Control Assoc* 23:383–388.
- Morrison AC, Zielinski-Gutierrez E, Scott TW, Rosenberg R 2008. Defining Challenges and Proposing Solutions for Control of the Virus Vector *Aedes aegypti*. *PLoS Med* 5(3): e68.
- Morrison AC, Gray K, Getis A, Astete H, Sihuincha M, Focks D, Watts D, Stancil JD, Olson JG, Blair P, Scott TW 2004. Temporal and Geographic Patterns of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). Production in Iquitos, Peru. *J Med Entomol* 41(6):1123-42.
- Nasci R, Hare C, Willis F 1989. Interspecific mating between Louisiana strain of *Ae. albopictus* and *Ae. aegypti* in the field and the laboratory. *J Am Mosq Control Assoc* 5(3): 416-421.
- Niebylski ML, Savage HM, Nasci RS, Craig Jr. GB 1994. Blood hosts of *Aedes albopictus* in the United States. *Journal of the American Mosquito Control Association* 10, 447–450.
- Nishiura H, Halstead S 2007. Natural History of Dengue Virus (DENV)—1 and DENV—4 Infections: Reanalysis of Classic Studies. *J Infect Dis.* (2007) 195 (7): 1007-1013.
- Nogueira RMR, Miagostovich MP, Schatzmayr HG, Santos FB, Araujo ESM, Filippis AMB, Souza RV, Zagne SMO, Nicolai C, Baran M, Filho GT. 1999. Dengue in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 1986-1998. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 94: 297-304,
- Nogueira RMR, Miagostovich MP, Schatzmayr HG, Santos FB, Araujo ESM, Souza RV, Zagne SMO, Nicolai C, Baran M, Filho GT 1999. Dengue in the State of Rio de Janeiro, Brazil, 1986-1998. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 94: 297-304.
- Obenauer PJ, Allan SA, Kaufman PE 2010. *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) oviposition response to organic infusions from common flora of suburban Florida. *J Vector Ecol* 35(2):301-6.
- Ochoa GI, Palacio GA, Builes DF, Carrol I, Carvajal JJ, Gallego LM, Lopez LF, Murillo J, Mejia LJ, Ochoa FA, Aquino S, Peralta N, Gordillo JF, Arze M, Vasquez R, Duque RI e Moreira P 2008. Turismo na Amazônia, entre desenvolvimento

- convencionais e alternativas ambientais amigáveis. 1 ed. Bogotá D.C., Guadalupe Ltda., 231pp.
- O'Meara G, Evans L, Gettman A, Cuda J 1995. Spread of *Aedes albopictus* and Decline of *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) in Florida. *Journal of Medical Entomology* 32(4):554-562.
- O'Meara G, Gettman G, Evans L, Curtis G 1993. The spread of *Aedes albopictus* in Florida. *Am Entomol* 39(3):163-172.
- O'Meara GF, Gettman AD, Evans LF Jr, Scheel FD 1992. Invasion of cemeteries in Florida by *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 8(1):1-10.
- OMM 2004. Manual sobre la preparación de Informes Climat y Climat Temp. Vigilancia Meteorológica Mundial. *Informe Técnico OMM/DT N° 1188*.
- OMS 1995. Report of the Consultation on: Key Issues in Dengue Vector Control Toward the Operationalization of a Global Strategy, CTD/FIL (DEN)/IC/96.1.
- OMS 2009. Dengue: Guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control. Nueva edición.
- OPS 1987. *Aedes albopictus* en las Américas. *Bol. of. Sanit. Panam.* 102(6): 624-633.
- OPS 1992. La batalla contra *Aedes aegypti*. *Bol of Sanit Panam.* 113(5-6):462-5.
- OPS 1994. Dengue y Fiebre Amarilla. Las Condiciones de Salud en las Américas. *Washington.1 (549):144-7*.
- OPS 1995. Dengue hemorrágico en las Américas. Guía para su prevención y control. *Publ. Científica No.598:1-109*.
- OPS 1997. Resurgimiento del Dengue en las Americas. Organización Panamericana de la Salud. *Biol. Epidemiol.* 10:1-8.
- OPS 2009. Enfoques ecossistêmicos em saúde – perspectivas para sua adoção no Brasil e países da América.
- Ordóñez J. 1997. Use of sticky ovitraps and mark- release- recapture method to determine *Aedes aegypti* female flight dispersal. 62th Annual Meeting of the American Mosquito Control Association.
- Osanai CH, Travassos-da-Rosa APA, Tang AT, Amaral RS, Passos ADC e Tauil PL 1983. Surto de Dengue em Boa Vista, Roraima. *Rev. Inst Med Trop de Sao Paulo.* 23: 53-54.
- Padilla JC 2012. Dengue en Colombia, Epidemiologia de la reemergencia a la hiperendemia. Edición primera en Español. Julio 2012. Bogotá Colombia.
- PAHO 2008. Number of Reported Cases of Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever (DHF), Region of the Americas (by country and subregion). Technical documents.

- PAHO 2009a. Actualización. Programa regional Dengue. Noviembre 17 de 2009. [Sitio na internet]. Disponível em: http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2009/Actualizacion_Dengue_Nov17.pdf
- PAHO 2009b. Actualización sobre la situación Regional del Dengue. Marzo 17 de 2009. [Sitio na internet]. Disponível em: http://www2.paho.org/hq/dmdocuments/2009/den_inf_reg_2009_03_17.pdf
- Parker MB. 1986. Hatchability of eggs of *Aedes taeniorhynchus* (Diptera: Culicidae): effects of different temperatures and photoperiods during embryogenesis. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 79: 925-930.
- Peiter PC 2005. A Geografia da Saúde na Faixa de Fronteira Internacional do Brasil na Passagem do Milênio. *Tese de doutorado*, Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Peñaloza MM, Olano VA, Diaz A, Garcia A, Rodriguez JM, Perez LDP 2004. Determinación preliminar de la eficiencia de *Bacillus spahericus* y *B. thuringiensis israelensis* en el control biológico de *Aedes albopictus* en el municipio de Leticia-Amazonas. *Revista Colombiana de Entomología*. Resúmenes: XXXI Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. p.49.
- Pérez Viguera I. 1956. Los ixódidos y culícidos de Cuba. Su historia natural y médica. Universidad de la Habana 579pp.
- Perich MJ, Dávila G, Turner A, García A, Nelson M 2000. Behaviour of resting *Aedes aegypti* (Culicidae: Diptera) and its relation to ultra low volume adulticide efficacy in Panama City, Panama. *J Med Entomol* 37(4): 541-546.
- Pilger D, Lenhart A, Manrique-Saide P, Siqueira JB, Da Rocha WT, Kroeger A 2011. Is routine Dengue vector surveillance in central Brasil able to accurately monitor the *Aedes aegypti* population? Results from a pupal productivity survey. *Tropical Medicine and International Health* 16: 1143-50.
- Pinheiro PF 1989. Dengue in the Americas. *Epidemiol Bull.* 10:1-8.
- Pinto E, Coelho M, Oliver L, Massad E 2011. The influence of climate variables on Dengue in Singapore. *Int J Environ Health Res* 21(6):415-26.
- Pinto FR, Dutary TB, Lira de Lima M, Carvalho AT, Duarte AW e Vinitius de Farias M 2004. Doenças exantemáticas e primeira epidemia de Dengue ocorrida em Manaus, Amazonas, no período de 1998-1999. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical.* 37(6):476-479.

- Ponce G, Flores AE, Badii M, Fernández I, Rodríguez ML. 2004. Bionomía de *Aedes albopictus* (Skuse). *Rev. Salud Pública y Nutrición*. 5(2).
- Ponlawat A, Harrington LA. 2005. Blood feeding patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. *J. Med. Entomol.* 42: 844-849.
- Powell MJD 1987. Radial Basis Functions for multivariable interpolation: a review. Em: Mason JC & Cox MG (eds). Algorithms for Approximation. *Oxford University Press*, Oxford, p. 143-167..
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2011. Informe de Seguimiento a los Objetivos de Desarrollo del Milenio, Análisis Regional. Colombia. *PNUD*, Bogotá, Colombia.
- Pumpini CB, Knepler J e Craig GB. 1992. Influence Of Temperature And Larval Nutrition On The Diapause Inducing Photoperiod Of *Aedes albopictus*. *J Amer of Mosquito Control Association*. Vol 8(3):223-227.
- Rangel E, Luengas B 1997. Clima - Aguas. Em: IGAC (eds.). Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo-Brasilero (Aporis-Tabatinga). PAT, Editorial Linotipia Bolívar, Bogotá D.C., p. 49-68.
- Reiter P, Fontenille D, Paupy C. 2006. *Aedes albopictus* as an epidemic vector of chikungunya virus: another emerging problem?. *Lancet Infect Dis*. 6:463-464.
- Reiter P, Nathan MB 2001. Guías para la evaluación de la eficacia del rociado especial de insecticidas para el control del vector del Dengue *Aedes aegypti*. WHO/CDS/CPE/PVC/2001.1
- Reis E 1994. Estatística Descritiva. 2nd ed. Edições Sílabo, Lisboa.
- Resende MC, Silva IM, Eras AE 2010. Avaliação da operacionalidade da armadilha MosquiTRAP no monitoramento de *Aedes aegypti*. *Epidemiol. Serv. Saúde* 19 (4): 329-338.
- Ribeiro JMC, Spielman A 1986. The satyr effect: a model predicting parapathy and species extinction. *Am Nat* 128: 513-528.
- Ricklefs R, Miller G 1999. Ecology. Quarta Edicao. EEUU.
- Roberts CH, Mongkolsapaya J e Sreaton G. 2013. New opportunities for control of Dengue viruses. *Current Opinion of Infectious diseases* 26 (6):567-74.
- Rodhain F 1992. Recent data on the epidemiology of Dengue fever. *Bull Acad Natl Med* 176: 223-236.
- Rojas-Gil Y, Brochero H. 2008. Hallazgo de *Aedes aegypti* (Linnaeus 1762), en el casco urbano del corregimiento de La Pedrera, Amazonas, Colombia. *Biomédica* 28(4):587-596, dic.

- Rúa-Urbe G, Suárez-Acosta C, Londoño V, Sánchez J, Rojo R, Bello-Novoa B. 2011. Detección de *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Medellín, Colombia. *Biomédica*. 31(supl 3):243-4.
- Rúa-Urbe GL, Suarez CR, Rojo RA 2012. Implicaciones epidemiológicas de *Aedes albopictus* (Skuse) en Colombia. *Rev. Fac. Nac. Salud Publica* 30 (3):
- Rúa-Urbe GL, Suárez-Acosta C, Chauca J, Ventosilla P, Almanza R 2013. Modelización del efecto de la variabilidad climática local sobre la transmisión de Dengue en Medellín (Colombia) mediante análisis de series temporales. *Biomédica* 33(Supl. 1):142-152.
- Rubio-Palis Y, Pérez-Ybarra L, Infante-Ruíz M, Comach G, Urdaneta-Márquez L 2011. Influencia de las variables climáticas en la casuística de Dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. *Bol Mal Salud Amb* 51:145-57.
- Rudnick A, Chan YC 1965. Dengue Type 2 Virus in Naturally Infected *Aedes albopictus* Mosquitoes in Singapore. *Science* 149(3684):638-9.
- Rueda LM, Patel K.J, Axtell RC 1990. Efficacy of encapsulated *Lagenidium giganteum* (Oomyetes: Lagenidiales) against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* larvae in artificial containers. *J. Am. Mosq. Control. Assoc* 6(4): 694-699.
- Rueda LM, Patel KJ, Axtell RC, Stinner RE 1990. Temperature-Dependent Development and Survival Rates of *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Journal of Medical Entomology* 27(5): 892-898.
- Russell BM, McBride WJ, Mullner H, Kay BH 2002. Epidemiological significance of subterranean *Aedes aegypti* (Diptera:Culicidae) breeding sites to Dengue virus infection in Charles Towers,1998. *J.Med.Entomol.*39:143-145
- Russell PK, Buenker EL, Cown JL e Ordoñez J. 1966. Recovery of Dengue viruses from patients during epidemic in Puerto Rico and East Pakistan. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 15(4): 573-579.
- Salas RA, Tovar D, Barreto A, de Miller E, Leitmeyer K e Rico-Hesse R. 1998. Los serotipos y genotipos de virus del Dengue que circulan en Venezuela, 1990-1997. *Acta Cient Venez.* 49 *Suppl* 1:33-7.
- Salvatella A. 1996. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Diptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas. La situación de Uruguay. *Revista médica del Uruguay* (1).

- San Martin JL, Brathwaite O, Zambrano B, Solorzano JO, Bouckenooghe A, Dayan G. H, and Guzman MG 2010. The epidemiology of Dengue in the Americas over the last three decades: a worrisome reality. *Am J Trop Med Hyg* 82(1):128-35.
- Sardelis MR, Turell MJ, O'Guinn ML, Andre RG e Roberts DR. 2002. Vector competence of three North American strains of *Aedes albopictus* for West Nile virus. *J Am Mosq Control Assoc.*18(4):284-9.
- Savage H, Niebyski G, Smith C, Mitchell C, Craig GB 1993. Hostfeeding patterns of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) at a temperature North American site. *J Med Entomol* 30(1):27-33.
- Schatzmayr HG. 2000. Dengue situation in Brazil by year 2000. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 95, suppl.1.
- Schliesman DJ, Calheiros LB 1974. A review of the status of yellow fever and *Aedes aegypti* eradication programs in the Americas. *Mosq. News* 34: 1-9.
- Scott TW, Clark GG, Lorenz LH, Amerasinghe PH, Reiter P, Edman JD 1993. Detection of multiple blood feeding in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during a single gonotrophic cycle using a histologic technique. *J Med Entomol.* Jan;30(1):94-9.
- Scott TW, Morrison AC, Lorenz LH, Clark GG, et al 2000. Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: population dynamics. *J Med Entomol* 37:77–88.
- Serpa LL, Kakitani I, Voltolini JC 2008. Competition between *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* larvae in the laboratory. *Rev Soc Bras Med Trop* 41(5):479-84.
- Serpa LLN, Costa KVRM, Voltolini JC, Kakitani I 2006. Variação sazonal de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* no município de Potim, São Paulo. *Rev Saúde Pública* 40(6):1101-1105.
- Serufo JC, Montes de Oca HM, Tavares VA, Souza AM, Rosa RV, Jamal MC, et al 1993. Isolation of Dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos City, State of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 83:503-4
- Sharma SN, Kumar S, Das BP, Thomas TG, Kumar K, Katyal R, Gill KS, Bora D, Lal S, Saxena VK 2005. Entomological indices of *Aedes aegypti* at some international airports and seaports of southern India--a report. *J Commun Dis* 37(3):173-81.
- Simard F, Nchoutpouen E, Toto JC, Fontenille D 2005. Geographic distribution and breeding site preference of *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Cameroon, Central Africa. *J Med Entomol* 42:726-731.

- Sivagnaname N, Gunasekaran K 2012. Need for an efficient adult trap for the surveillance of Dengue vectors. *Indian J Med Res.* 136: 739–749.
- SIVIGILA 2013. Sistema de Vigilancia Epidemiológica. Notificación Dengue. www.ins.gov.co/lineas-de-accion/.../sivigila/. 2013. (Consultada em Junho 2013). Colômbia.
- Slosek J 1986. *Aedes aegypti* mosquitoes in the Americas: a review of the interactions with the human population. *Soc Sci Med* 23:249-57.
- Souza L, Nogueira R, Soares L, Carlos Soares E, Ribas B, Alves F, Vieira F, Pessanha F. 2007. The Impact of Dengue on Liver Function as Evaluated by Aminotransferase Levels. *The Brazilian Journal of Infectious Diseases*.11(4): 407-10.
- Suárez M. 2001. *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera, Culicidae) en Buenaventura, Colombia. *Inf Quinc Epidemiol Nac* 6:221-4
- Suarez MF, Nelson MJ 1981. Registro de altitude del *Aedes aegypti* en Colombia. *Biomédica* 1:225.
- Suarez-Mutis M, Mora CM, Perez LDP e Peiter P 2010. Interacciones transfronterizas y salud en la frontera Brasil-Colombia-Perú. En: Universidad Nacional de Colombia. *Mundo amazónico*. Ed Imani. 1: (243-266). Bogotá, Colombia.
- Sullivan M, Gould DJ, Maneechai S. Observations on the host range and feeding preferences of *Aedes albopictus* (Skuse). *Journal of Medical Entomology*. 1971: 8(6):713-716.
- Sunahara T et al. 2002. Habitat Size: Determining The Opportunity For Encounters Between Mosquito Larvae And Aquatic Predators. *Journal of Vector Ecology* 27(1): 8-20.
- Sunahara T, Mogi M 2002a. Priority Effects Of Bamboo-Stump Mosquito Larvae: Influences Of Water Exchange And Leaf Litter Input. *Ecological Entomology* 27, 346-354.
- Sunahara T, Mogi M 2002b. Variability Of Intra- And Interspecific Competitions Of Bamboo Stump Mosquito Larvae Over Small And Large Spatial Scales. *Oikos* 97:1:87-96.
- SUSAM 2010. Plano estadual de Saúde do Amazonas. Biênio 2010-2011. Manaus–AM. [Sitio na internet]. Consulta realizada em 18 de Junho 2013. Disponível em: http://www.saude.am.gov.br/docs/pes/pes_2010_2011.pdf
- SUSAM 2012. Relatório anual de gestão 2011. Manaus – AM.

- SVS 2009. Secretaria de Vigilância em Saúde. Notificação de casos de Dengue. [Sitio na internet]. Consultada em junho 2013. Disponível em: www.saude.gov.br/svs
- Tauil PL 2001. Urbanização e ecologia do Dengue. *Cad. Saúde Pública*. 17: 99-102
- Ted R 2010. Dengue virus. *Clinics in Laboratory Medicine* 30:149-160.
- Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos PFC 2002. Avaliação de impacto de ações de combate ao *Aedes aegypti* na cidade de Salvador, Bahia. *Rev. Bras. Epidemiol.* 5(1).
- Teixeira TR 2009. Análise espacial e temporal da Dengue no contexto socioambiental do Município do Rio de Janeiro, 1996-2006. Dissertação de Mestrado, rio de Janeiro, 129pp.
- Thavara U, Tawatsin A, Chomposri J, Suwankerd W, Chansang U, Asavadachanukorn P 2001. Laboratory and field evaluation of the insect repellent 3535 (Ethyl butylacethylaminopropionate) and deet against mosquito vectors in Thailand. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 17: 190-195.
- Thomas SM, Obermayr U, Fischer D, Kreyling J, Beierkuhnlein C 2012. Low-temperature threshold for egg survival of a post-diapause and non-diapause European aedine strain, *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors* 5:100
- Thu HM, Aye KM, Thein S 1998. The effect of temperature and humidity on Dengue virus propagation in *Aedes aegypti* mosquitos. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 29(2):280-4.
- Toma L, Severini M, Bella A e Romi R 2003. Seasonal patterns of oviposition and egg hatching rate of *Aedes albopictus* in Rome. *J Am Mosq Contr Assoc.* 19: 19-22.
- Tripet F, Lounibos LP, Robbins D, Moran J, Nishimura N, Blosser EM 2011. Competitive reduction by satyrization? Evidence for interspecific mating in nature and asymmetric reproductive competition between invasive mosquito vectors. *Am J Trop Med Hyg* 85: 265-270.
- Tun-Lin W, Burkot TR, Kay BH 2000. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the Dengue vector *Aedes aegypti* in north Queensland, Australia. *Medical and Veterinary Entomology* 14: 31–37.
- Turell MJM, Sardelis R, Dohm DJ, O'guinn L 2001. Potential North American vectors of West Nile virus. *Annals of the New York Academy of Sciences* 951: 317–324.
- USAID 2002. Guía Metodológica para la implementación de la nueva estrategia de Prevención del Dengue en El Salvador. Negociación de Prácticas Mejoradas. *Nepram*. San Salvador.

- Valla VV 1998. Sobre a participação popular: Uma questão de perspectiva. *Cadernos de Saúde Pública*, 14(Sup. 2):7-18.
- Van den Heuvel MJ 1963. The effect of rearing temperature on the wing length, thorax length, leg length and ovariole number of the adult mosquito, *Aedes aegypti* (L.). *Transactions of the Royal Entomological Society of London*, 115: 197–216.
- Vasconcelos PFC, Travassos da Rosa APA, Pinheiro FP, Rodrigues SG et al. 1999. *Aedes aegypti*, Dengue and re-urbanization of yellow fever in Brazil and other South American Countries. Past and present, and future perspectives. *WHO Dengue Bulletin*. 23: 55-66.
- Vector Topics. 1980. Biología y Control de *Aedes aegypti*. 5: 83pp
- Velez ID, Quiñones M, Suárez M, Olano V, Murcia LM, Correa E. 1998. Presencia de *Aedes albopictus* en Leticia, Amazonas, Colombia. *Biomédica*.18:192-8.
- Vezzani D, Carbajo AE. 2008. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* and Dengue in Argentina: current knowledge and future directions. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 103: 66-74.
- Walker T, Johnson P H, Moreira LA, et al 2011. The wMel Wolbachia strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations. *Nature* 476:450–453.
- Wasserberg G, White L, Bullard A, King J, Maxwell R 2013. Oviposition Site Selection in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): Are the Effects of Predation Risk and Food Level Independent? *Journal of Medical Entomology* 50(5):1159-1164.
- Watts DM, Burke DS, Harrison BA, Whitmire RE, Nisalak A 1987. Effect of temperature on the vector efficiency of *Aedes aegypti* for Dengue 2 virus. *Am J Trop Med Hyg* 36(1):143-152.
- Westbrook CJ, Reiskind MH, Pesko KN, Greene KE 2010. Larval environmental temperature and the susceptibility of *Aedes albopictus* Skuse (Diptera: Culicidae) to Chikungunya Virus. *Vector-Borne Zoonotic Dis*. 241-247.
- WHO 1997. Dengue haemorrhagic fever: diagnosis, treatment, prevention and control. 2nd edition. Geneva.
- WHO 2005. Weekly epidemiological Record. No 29 (80):249-256. [Sitio na internet]. Disponível em: <http://www.who.int/web>.
- WHO 2009. Dengue guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control. [Sitio na internet]. Consultada em Junho de 2013. Disponível em: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547871_eng.pdf.

WHO 2012. Dengue e Dengue hemorrágico. Centro de Prensa Nota descriptiva No. 117. Junho 2013. [Sitio na internet]. Disponível em: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/.

Yoshioka M, Couret J, Kim F, McMillan j, Burkot TR, Dotson EM, Kitron U, Vazquez-Prokopec U 2012. Diet and density dependent competition affect larval performance and oviposition site selection in the mosquito species *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae). *Parasite Vector* 5: 225

Zarate CG e Ahumada C. 2008. Fronteras en la globalización localidad, biodiversidad y comercio en la Amazonia. 1 ed. Ed. *Observatorio andino*. Bogota, Colombia.