



Ministério da  
**Ciência e Tecnologia**



sid.inpe.br/mtc-m19/2010/12.06.15.22-TDI

**CARACTERIZAÇÃO DE PAISAGENS URBANAS  
HETEROGÊNEAS DE INTERESSE PARA A  
VIGILÂNCIA E CONTROLE DA DENGUE COM O USO  
DE SENSORIAMENTO REMOTO E MINERAÇÃO DE  
PADRÕES ESPACIAIS: UM ESTUDO PARA O RIO DE  
JANEIRO**

Izabel Cristina dos Reis

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto,  
orientada pelos Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro, aprovada em 20 de dezembro  
de 2010.

URL do documento original:

<[http://urlib.net/ 8JMKD3MGP7W/38NFNLS](http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/38NFNLS) >

INPE  
São José dos Campos  
2011

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Gabinete do Diretor (GB)

Serviço de Informação e Documentação (SID)

Caixa Postal 515 - CEP 12.245-970

São José dos Campos - SP - Brasil

Tel.:(012) 3208-6923/6921

Fax: (012) 3208-6919

E-mail: pubtc@sid.inpe.br

**CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO DA PRODUÇÃO INTELLECTUAL DO INPE (RE/DIR-204):****Presidente:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação Observação da Terra (OBT)

**Membros:**

Dr<sup>a</sup> Inez Staciarini Batista - Coordenação Ciências Espaciais e Atmosféricas (CEA)

Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo de Andrade Nono - Conselho de Pós-Graduação

Dr<sup>a</sup> Regina Célia dos Santos Alvalá - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CST)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Dr. Ralf Gielow - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPT)

Dr. Wilson Yamaguti - Coordenação Engenharia e Tecnologia Espacial (ETE)

Dr. Horácio Hideki Yanasse - Centro de Tecnologias Especiais (CTE)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon - Coordenação de Observação da Terra (OBT)

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Marciana Leite Ribeiro - Serviço de Informação e Documentação (SID)

Yolanda Ribeiro da Silva Souza - Serviço de Informação e Documentação (SID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Vivéca Sant'Ana Lemos - Serviço de Informação e Documentação (SID)



Ministério da  
**Ciência e Tecnologia**



sid.inpe.br/mtc-m19/2010/12.06.15.22-TDI

**CARACTERIZAÇÃO DE PAISAGENS URBANAS  
HETEROGÊNEAS DE INTERESSE PARA A  
VIGILÂNCIA E CONTROLE DA DENGUE COM O USO  
DE SENSORIAMENTO REMOTO E MINERAÇÃO DE  
PADRÕES ESPACIAIS: UM ESTUDO PARA O RIO DE  
JANEIRO**

Izabel Cristina dos Reis

Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto,  
orientada pelos Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro, aprovada em 20 de dezembro  
de 2010.

URL do documento original:

<[http://urlib.net/ 8JMKD3MGP7W/38NFNLS](http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/38NFNLS) >

INPE  
São José dos Campos  
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

Reis, Izabel Cristina dos.

R273c Caracterização de paisagens urbanas heterogêneas de interesse para a vigilância e controle da dengue com o uso de sensoriamento remoto e mineração de padrões espaciais: um estudo para o Rio de Janeiro / Izabel Cristina dos Reis . – São José dos Campos : INPE, 2011.

xxiv+ 150 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m19/2010/12.06.15.22-TDI)

Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

Orientador : Dr. Antonio Miguel Vieira Monteiro .

1. Dengue. 2. Sensoriamento remoto. 3. Área urbana. 4. Mineração de dados. I. Título.

CDU 528.854 (815.3)

---

Copyright © 2011 do MCT/INPE. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, armazenada em um sistema de recuperação, ou transmitida sob qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico, mecânico, fotográfico, reprográfico, de microfilmagem ou outros, sem a permissão escrita do INPE, com exceção de qualquer material fornecido especificamente com o propósito de ser entrado e executado num sistema computacional, para o uso exclusivo do leitor da obra.

Copyright © 2011 by MCT/INPE. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, microfilming, or otherwise, without written permission from INPE, with the exception of any material supplied specifically for the purpose of being entered and executed on a computer system, for exclusive use of the reader of the work.

**Aprovado (a) pela Banca Examinadora  
em cumprimento ao requisito exigido para  
obtenção do Título de Mestre em  
Sensoriamento Remoto**

**Dra. Lella Maria Garcia Fonseca**

*L.T.C.*

\_\_\_\_\_  
Presidente / INPE / SJC Campos - SP

**Dr. Antonio Miguel Vieira Montelero**

*[Handwritten Signature]*  
\_\_\_\_\_  
Orientador(a) / INPE / SJC Campos - SP

**Dra. Maria Isabel Sobral Escada**

*[Handwritten Signature]*  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca / INPE / SJC Campos - SP

**Dra. Virginia Ragoni de Moraes Correia**

*[Handwritten Signature]*  
\_\_\_\_\_  
Membro da Banca / INPE / SJC Campos - SP

**Dr. Christovam Barcellos**

*[Handwritten Signature]*  
\_\_\_\_\_  
Convidado(a) / FIOCRUZ / Rio de Janeiro - RJ

**Aluno (a): Izabel Cristina dos Reis**

**São José dos Campos, 20 de dezembro de 2010**



*“Sucesso é a capacidade de ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo”.*

*Winston Churchill*



*Dedico este trabalho a meus pais, Dalila Coelho dos Reis e a Claudionor Raimundo dos Reis (in Memoriam) e a minha irmã Vanessa Coelho dos Reis.*



## AGRADECIMENTOS

A Deus por mais essa conquista.

Ao meu maior bem, a minha família, mamãe e irmã, pelas incessantes orações, compreensão por esses períodos de ausência. Obrigada! Essa vitória também é de vocês.

Ao meu orientador Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro pela atenção, apoio e confiança durante toda a realização deste trabalho.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pela oportunidade de estudos e pelas condições para o desenvolvendo desta pesquisa. Um agradecimento a todos os pesquisadores pela competência profissional e pelos preciosos conhecimentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro para a execução desse projeto.

À empresa AMSKEPLER pela concessão das imagens de satélite usadas nesta dissertação.

À Secretaria Municipal de Vigilância em Saúde do município do Rio de Janeiro pela concessão dos dados epidemiológicos de dengue.

À Dra. Nildimar Alves Honório, amiga em todas as horas e para o que der e vier. Obrigada por ceder os dados entomológicos e pelos constantes ensinamentos. A realização desse sonho deve-se em grande parte a você.

Ao laboratório de Geoprocessamento da Fiocruz pela concessão das malhas de arruamento e bairro do município do Rio de Janeiro.

Aos amigos da turma PGSER 2008 por todos os momentos que passamos juntos nesses dois anos. Vocês moram no meu coração.

Aos mestres Thales Korting e Carolina Moutinho pela colaboração neste trabalho. Obrigada pela amizade e carinho.

Aos amigos que são mais chegados que um irmão que fiz aqui em São José. Vocês compartilharam comigo todos os momentos de felicidade e de tristeza e vocês me deram força para continuar. Vocês não sabem o quanto os puxões de orelha e as expressões: “Força Nega”, “Tá acabando”, “Vamo que Vamo”, “Concentra aí” foram importantes.

Essa conquista devo a essa amizade a qual a distância nunca vai apagar: Polyanna, Nara Pantoja, Fábio Fernandes, Emerson Servello, Maikon Novaes, Alana Almeida, Tereza Satiko, Helena França, Lívia Tomás, Maria Angela, Érika Saito, Virgínia Ragoni, Valéria Abrão, Tahisa Kuck.

Aos meus amigos inpeanos, joseenses (Roberta Baldo) e os quase joseenses (componentes do coral jovem da Igreja Adventista do sétimo dia de São José dos campos) pela força e incentivo nos momentos difíceis e descontração nos momentos alegres.

Não poderia esquecer da minha grande companheira nininha, a gata. Companheira, amiga em todas as horas.

## RESUMO

A dengue é atualmente considerada a mais importante arbovirose transmitida por mosquitos ao homem em função de sua morbidade e mortalidade. Os estudos atuais têm apontado para a necessidade de extrapolar o olhar para além dos domicílios com o objetivo de buscar fatores que auxiliem na compreensão da dinâmica e transmissão da doença nos territórios urbanos. Esta dissertação apresenta uma nova metodologia para uma estratificação do meio urbano em suporte à definição de amostragens geográficas para novos experimentos entomológicos e epidemiológicos orientados para a vigilância da dengue, baseado no conceito de Padrões Elementares da Paisagem Urbana (PPU). Em vista que, a cidade é composta de um mosaico de PPU's interligados onde cada PPU representa uma micro-área que sustenta um conjunto similar de características. A metodologia foi testada para uma área que compreende 34 bairros situados na zona norte da cidade do Rio de Janeiro. Os resultados apresentam: (a) um sistema de classificação para uso e cobertura do solo urbano, baseado no sistema de classificação da FAO, adaptado para a questão da dengue; (b) uma tipologia com dez (10) PPU's suficientes para a diferenciação em escala intra-urbana; (c) a definição de micro-áreas baseada em células de 250x250m; (d) um classificador estrutural que incorporou todos os elementos chaves e valores importantes para a determinação dos PPU; (e) classificação do conjunto de micro-áreas de 250x250m de acordo com a tipologia estabelecida; f) Integração da classificação das micro-áreas com as informações locais (Ovitrapas e MosquiTraps, incidência de dengue pontuais e por bairros. As análises indicam que diferenciais intra-urbanos da paisagem, PPU, exercem pressão positiva ou negativa, sobre o padrão de oviposição e infestação vetorial e sobre a incidência de dengue. As PPU's possibilitam um diagnóstico que inclui as características de morfologias urbanas específicas e podem ser auxiliares na definição das estratégias de controle em função da paisagem existente.



**CHARACTERIZATION OF HETEROGENEOUS URBAN LANDSCAPES OF  
INTEREST FOR MONITORING AND CONTROL OF DENGUE WITH THE  
USE REMOTE SENSING AND SPATIAL PATTERNS OF MINING: A SURVEY  
FOR THE RIO DE JANEIRO**

**ABSTRACT**

Dengue fever is currently considered the most important arbovirus transmitted by mosquitoes to humans because of its morbidity and mortality. Current studies have pointed to the need to extrapolate beyond the gaze of the households with the aim of finding factors that help in understanding the dynamics and disease transmission in urban areas. This work proposes a methodology to construct a stratification of urban environment to the definition of geographical samplings for new experiments aimed the entomological and epidemiological dengue surveillance. Each city is composed of a mosaic of Pattern Urban Landscape (PUL) interconnected which represents a micro-area that supports a similar set of features. The study area comprised 34 neighborhoods located in the northern zone of Rio de Janeiro. The result were: a) classification system for use and cover land in area urban, based in the FAO classification, adapted to dengue; b) a typology of ten (10) PUL; c) the definition of small areas of cell-based 250x250m; d) mining techniques with a structural classifier that incorporated all the key elements and important value for determining the PUL; e) classifying of the cell-based of 250x250m according to the typology established, PUL; f) integration of the classification of cell-based with information entomological and epidemiological. The analysis indicates that PUL has positive or negative pressure on the oviposition pattern and vector infestation and the incidence of dengue. The diagnosis of the PUL includes the specific features of urban morphology and may be auxiliary in the definition of control strategies on the basis of the existing landscape.



## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1- Distribuição mundial da dengue em 2008 .....	7
Figura 2.2 – Epidemias e sorotipos circulantes no estado do Rio de Janeiro de 1986 a 2008.....	12
Figura 2.3 - Casos notificados de dengue no Brasil e regiões brasileiras.....	13
Figura 2.4 - Taxa de incidência de dengue no Brasil e nas grandes regiões brasileiras de 1990 a 2008.....	14
Figura 2.5 – Diagrama dos fatores que desencadeiam as epidemias de dengue. ....	18
Figura 2.6 - Etapas da técnica de fusão Gram-Schmidt.....	23
Figura 2.7 – Etapas do processo de mineração de dados .....	26
Figura 2.8 – Exemplo de árvore de decisão construída através do algoritmo C4.5.....	29
Figura 3.1 - Localização da área de estudo no município do Rio de Janeiro com destaque para os 34 bairros. Imagem do satélite CBERS-2B da câmara CCD de 20m de resolução espacial. Composição colorida 3(R)4(G)2(B). 32	
Figura.3.2 - Fluxograma da sequência da metodologia proposta nesse trabalho. ....	36

Figura 3.3 - Histograma do brilho e da razão entre as bandas 3 (R) e 4 (NIR) para as classes sombra em azul e vegetação em preto. ....	45
Figura 3.4- Rede de pertinência para o nível I .....	46
Figura 3.5 - Regra de pertinência para o nível II .....	48
Figura 3. 6 – Tamanho das células. A) 1000 x 1000m, B) 500 x 500m, C) 250 x 250 m e D) 100 x 100m.....	50
Figura 3. 7 – Padrão elementar da Paisagem Urbana (PPU) I.....	53
Figura 3.8 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) II .....	55
Figura 3.9 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) III .....	57
Figura 3.10 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) IV .....	59
Figura 3.11 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) V .....	62
Figura 3.12 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VI.....	65
Figura 3.13 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VII.....	68
Figura 3.14 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VIII .....	71
Figura 3.15 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) IX .....	73
Figura 3.16 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) X.....	76
Figura 3.17 - Gráfico de dispersão entre os atributos c_CA_area_nao_edif e c_CA_galpao.....	78
Figura 3.18 - Gráfico da incidência de dengue por bairros.....	82
Figura 4.1 – A) Recorte da Imagem IKONOS II de 4m de resolução espacial multiespectral; B) Recorte da Imagem IKONOS II híbrida de 1m de	

resolução espacial com composição colorida verdadeira, 3(R), 2(G), 1(B), 4(NIR).....	84
Figura 4.2 – Classificação do nível I (nível fino), Fator de escala = 50. ....	85
Figura 4.3 – Classificação do nível II (nível grosseiro), Fator de escala = 250.	86
Figura 4.4 – A combinação do nível II com o nível I.....	87
Figura 4.5 – A) À esquerda, recorte da Imagem fusionada IKONOS II de composição colorida 3(R), 2(G), 1(B); B) À direita, resultado da classificação.....	89
Figura 4.6 - Árvore de decisão treinada para a determinação de PPU's.....	91
Figura 4.7 – Resultado da classificação no GeoDMA utilizando o algoritmo C4.5.....	94
Figura 4.8 – Porcentagem de PPU's no mapa da classificação final. ....	95
Figura 4.9 – Padrão Elementar de Paisagem Urbana com Ovitrapas (pontos de cor preta) e MosquiTraps (pontos de cor vermelha). ....	97
Figura 4.10 – A) Número de Ovitrapas nas PPU; B) Número de MosquiTrap nas PPU.....	98
Figura 4.11 – Comportamento de algumas ovitrapas ao longo do tempo. ....	99
Figura 4.12 – Comportamento de algumas MosquiTrap ao longo do tempo..	100
Figura 4.13 – Contexto de vizinhança das células C13L13 e C15L13, ambas PPU II.....	102
Figura 4.14 – Padrão de oviposição de duas armadilhas (H78 e H28) implantadas no mesmo PPU, durante o período de setembro/2006 a março/2008. ....	103

Figura 4.15 – A) Mapa dos 34 bairros do município do Rio de Janeiro da área de estudo; B) Classificação dos bairros de acordo com a incidência de dengue; C) Sobreposição da classificação dos PPU's com o de bairros. 107

Figura 4.16 – Mapas de kernel indicando as áreas de média e alta incidência de dengue (círculos verdes) e mapa correspondente dos PPU's. .... 109

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 3.1 - Características dos 34 bairros do município do Rio de Janeiro. ...	33
Tabela 3.2 – Sistema de classificação de interesse para a dengue.....	39
Tabela 3.3 – Sistema de classificação final com as classes de interesse para a dengue. ....	40
Tabela 3.4 - Chave de classificação dos elementos de cobertura do solo de interesse para a dengue.....	41
Tabela 4.1 - Matriz de confusão da classificação orientada a objeto .....	88
Tabela 4.2- Matriz de confusão das amostras de treinamento.....	96
Tabela 4.3 – Classificações dos bairros quanto a taxa de incidência de dengue de 2000 a 2009. A – alta incidência; AS – alta incidência em períodos sem epidemias; B – baixa incidência, O – Outros.....	104
Tabela 4.4 – Padrões de Paisagem urbana de cada bairro e a quantidade de cada PPU em 34 bairros do município do Rio de Janeiro .....	106
Tabela A.1 - Tipologia de interesse para a dengue.....	139
Tabela A.2 – Produtividade das ovitrampas em cada PPU.....	149
Tabela A.3 – Produtividade das MosquiTraps em cada PPU.....	150



## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
AD	Árvore de decisão
WHO	World Health Organization
SESDEC	Secretaria de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de notificação
KDD	Knowlegde Discovery in Databases
DCBD	Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados
GeoDMA	Geographical Data Mining Analyst
LCCS	Land cover Classification System
DPI	Departamento de Processamento Digital de Imagens.
GS	Gram-Schmidt
PANS	Banda Pancromática simulada
PAN	Banda Pancromática
GEOBIA	GEOgrafic Object-Based Image Analysis
GLCN	Global Land Cover Network
ONU	Organizações das Nações Unidas

FAO	Food and Agriculture Organization
UNEP	United Nations Environment Programme
PPU	Padrão Elementar da Paisagem Urbana
OMS	Organização Mundial da Saúde
FHD	Febre Hemorrágica do Dengue
ACP	Análise de Componentes Principais
A	Alta incidência de dengue
B	Baixa incidência de dengue
AS	Alta incidência de dengue fora dos surtos
O	Comportamento médio de incidência de dengue em relação aos demais bairros.

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Motivação .....	1
1.2. Hipótese central do trabalho.....	5
1.3. Contribuição .....	6
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Dengue .....	7
2.2. Aspectos epidemiológicos da dengue .....	8
2.3. Surto e epidemias de dengue no mundo .....	9
2.4. Dengue no Brasil .....	10
2.5. Vetores da dengue .....	14
2.5.1. <i>Aedes aegypti</i> .....	15
2.6. O território e a persistência de doenças .....	17
2.7. Sensoriamento remoto aplicado a doenças transmitidas por vetor	19
2.7.1. Técnica de fusão – Transformação Gram-schmidt.....	21
2.7.2. Mineração de dados .....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
3.1. Área de estudo .....	31
3.2. Material.....	34
3.3. Visão geral da metodologia proposta .....	35
3.4. Processamento Digital de imagem .....	37

3.4.1.	Definição do Sistema de classificação de cobertura do solo de interesse para a dengue .....	38
3.4.2.	Geração dos níveis de segmentação para classificação da cobertura do solo urbano .....	43
3.4.3.	Elaboração da rede hierárquica.....	44
3.4.4.	Definição dos atributos e regras de pertinência.....	44
3.4.5.	Definição do tamanho da célula .....	49
3.4.6.	Definição da Tipologia de Padrões elementares da Paisagem Urbana (PPU) de interesse para a dengue.....	51
3.4.6.1.	Mineração de dados e métricas da paisagem .....	77
3.5.	Preparação dos dados epidemiológicos .....	79
3.6.	Dados entomológicos .....	79
3.7.	Análise de dados .....	79
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>83</b>
4.1.	Fusão Gram-Schmidt.....	83
4.2.	Mapa Temático .....	85
4.3.	Mineração de Dados.....	90
4.4.	Dados entomológicos e PPU's .....	96
4.5.	Dados epidemiológicos e PPU's.....	103
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>131</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1. Motivação

A dengue é atualmente considerada a mais importante arbovirose transmitida por mosquitos ao homem em função de sua morbidade e mortalidade (GUBLER, 1998). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a prevalência global da dengue cresceu exponencialmente nas últimas décadas. As estimativas sugerem que poderão ocorrer de 50 a 100 milhões de casos anuais de dengue, ocasionando aproximadamente 250.000 a 500.000 casos de febre hemorrágicas e 24.000 mortes/ano em todo mundo (OMS, 1997; HALSTEAD, 2008). O Brasil tem experimentado diversas epidemias de dengue e desde 1977 o país vem contabilizando mais de 4.5 milhões de casos. Em 2009, o país registrou uma queda de 34,2% do número de casos de dengue em relação a 2008, de 529.237 notificações em 2009 ante 803.522 em 2008 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010).

Nos últimos quatro anos, o estado do Rio de Janeiro manteve as maiores taxas de incidência de dengue, 70 casos por 10.000 habitantes por ano entre uma população média de 6,0 milhões de habitantes (SEDESC-RJ, 2008). O Rio de Janeiro passou por seis epidemias de dengue nos anos de: 1986/1987, 1990/1991, 1995, 1998, 2000/2001 e 2007/2008. Em 2007-2008, o Rio de Janeiro vivenciou a mais severa epidemia de dengue em termos de morbidade e mortalidade (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2008; TEIXEIRA et al., 2008). Durante esse período 322.371 casos e 240 mortes foram registradas sendo 100 mortes devido à dengue hemorrágica e 140 a outras complicações relacionadas à dengue (SESDEC-RJ, 2008). Com efeito, a epidemia de 2008 foi considerada como a mais penosa, uma vez que houve uma concentração de casos graves em crianças com altas taxas de internação e letalidade, sem precedentes no estado. Este perfil em crianças é uma situação freqüente na

Ásia, que ainda não havia sido verificada no Brasil. Neste contexto, 46% dos óbitos ocorreram nas faixas etárias de 0 a 15 anos (SESDEC-RJ, 2008; TEIXEIRA et al., 2008).

O principal vetor do vírus dengue (DENV) no Brasil é o *Ae. aegypti*, mosquito hematófago, altamente adaptado a ambientes urbanos onde há alta concentração de pessoas e moderada cobertura vegetal (BRAKS et al., 2003; LIMA-CAMARA et al., 2006; LAGROTTA et al., 2008). O *Ae. aegypti* demonstrou características de rápida adaptação evolutiva a ambientes urbanos cada vez mais complexos, distribuindo-se por todos os territórios das cidades, e impondo cada vez mais dificuldades para o estabelecimento dos programas de controle baseados no seu monitoramento. Estas dificuldades têm estimulado novos estudos relacionados à sua biologia e ao seu comportamento e sua relação com o espaço urbano. Resultados mais recentes têm contribuído para uma revisão sobre parâmetros comportamentais do vetor, em particular, aqueles sobre deslocamento e dispersão em áreas urbanas, taxa de sobrevivência da espécie, estratégias de oviposição, caracterização de suas áreas de vida, entre outros. (REITER et al., 1997; HONÓRIO et al., 2003; REITER et al., 2003; REITER, 2007; HONÓRIO et al., 2009b; REGIS et al., 2010). Dentre esses, o estudo de dispersão e sobrevivência de populações de espécies vetoradas deve ser de elevado interesse sanitário, pois variações nesses dois parâmetros podem estar relacionadas à eficácia na propagação de doenças por elas veiculadas. Estudos de dispersão mostram que a fêmea adulta de *Ae. aegypti* pode realizar grandes deslocamentos em busca de criadouros ideais, alimentação e repouso, não limitando-se apenas ao domicílio e ao peridomicílio (REITER et al., 1995; HONÓRIO et al., 2003, REITER, 2007) como se acreditava no passado (REUBEN et al., 1975; PAHO, 1994; SERVICE, 1997).

O processo de construção de uma epidemia com ciclo tão complexo como a dengue tem nos ensinado que seus fatores condicionantes não agem isoladamente, atuam em níveis distintos e interrelacionados: vetor, indivíduo, domicílio e peridomicílio e características do ambiente urbano no qual esses elementos estão inseridos. Além disso, agem em escalas espaciais e temporais distintas. No entanto, a principal unidade espacial para as ações de monitoramento e controle tem sido o domicílio e a área peridomicilar. Os experimentos entomológicos e epidemiológicos montados para subsidiar os estudos e/ou a vigilância da dengue, em sua maioria, têm utilizado para definição de sua base amostral ou para definição de suas áreas para intervenção, a unidade domiciliar. Técnicas estatísticas passaram a ser exploradas com o objetivo de identificar possíveis determinantes da ocorrência de dengue ou da capacidade de suporte de certos ambientes domiciliares para a manutenção de populações de vetores (BONAT, 2010).

Estudos com base em experimentos de campo realizados em diferentes cidades e países têm mostrado muita dificuldade em estabelecer associações estatisticamente significativas e consistentes a partir dos dados e informações coletados de base domiciliar (GETIS et al., 2003; RÍOS-VELASQUEZ et al., 2007; BONAT et al., 2009; CODEÇO et al., 2009; HONÓRIO et al., 2009b, TROYO, et al., 2009). Ainda assim, os programas de monitoramento vetorial são fortemente enviesados e dirigidos para a vigilância com base na unidade domiciliar ignorando os aspectos estruturais do meio urbano no qual a unidade domiciliar está inserida. Todavia, é neste ambiente urbano que estão inseridos os elos fundamentais para a ocorrência da dengue: o homem, o vírus, o vetor, as condições ambientais e climáticas, as condições políticas, econômicas e culturais favoráveis ao estabelecimento da cadeia de transmissão (MARZOCHI, 1994; KUNO, 1995; ALTO; JULIANO, 2001; GLASSER; GOMES, 2002; LIMA-CAMARA et al., 2006; REGIS et al., 2008; FLAUZINO et al., 2009)

Os estudos atuais têm apontado para a necessidade de extrapolar o olhar para além dos domicílios com o objetivo de buscar fatores que auxiliem na compreensão da dinâmica e na transmissão da doença nos territórios urbanos. Sem isso, o controle do *Ae. aegypti* pode não se tornar efetivo. Isso sugere uma retomada dos estudos das características do ambiente e a sua influência nos processos de adoecimento e morte (DIEZ ROUX, 2001; REITER, 2007). Para os epidemiologistas, o lugar ou o ambiente urbano representa a terceira dimensão da tríade epidemiológica que compreende pessoa, tempo e lugar ou da tríade ecológica agente, hospedeiro e ambiente (DIEZ ROUX, 2001; MAUNY et al., 2004). Segundo Barcellos et al. (2002) se a doença é uma manifestação do indivíduo, a situação de saúde é uma manifestação do lugar. Sem essas características, os padrões de mortalidade e morbidade e a difusão da doença não podem ser explicados (SUSSER, 1994).

Esta dissertação parte da premissa que é possível e necessário reposicionar as estratégias de amostragem para experimentos e/ou monitoramento do *Ae. aegypti* considerando que a cidade é composta de um mosaico de pedaços heterogêneos interligados. Cada pedaço da cidade é formado por um conjunto de micro-áreas que sustentam um conjunto similar de características. Estas micro-áreas representam unidades de padrões elementares da paisagem urbana. Este mosaico de micro-áreas deve servir de suporte para a definição de estudos e amostras que objetivem entender melhor e testar em campo os novos comportamentos observados e relatados para o *Ae. aegypti*, em busca de medidas mais eficazes que possam subsidiar as estratégias de controle (HEMME et al., 2010). A área de estudo desse trabalho compreende alguns bairros do município do Rio de Janeiro os quais diferem entre si quanto às características socioeconômicas e casos de dengue.

## **1.2. Hipótese central do trabalho**

Este estudo parte da hipótese de que a manutenção da dengue nos centros urbanos está fortemente relacionada com a complexa forma de organização da vida contemporânea nas cidades. As cidades apresentam diferentes padrões de uso e cobertura do solo, e são nesses territórios que as relações entre os fatores condicionantes para ocorrência da dengue atuam variando entre diferentes áreas e contextos. Para buscar uma melhor compreensão da dinâmica de uma doença com ciclo tão complexo é necessário extrapolar o olhar para além dos domicílios e peridomicílios, produzindo novas unidades espaciais que relacionem os elementos do ciclo de transmissão da dengue com estruturas do espaço urbano.

Desta forma, este estudo sustenta a hipótese de que é possível produzir uma estratificação do meio urbano em suporte à definição de amostragens geográficas para novos experimentos entomológicos e epidemiológicos orientados para a vigilância da dengue. Esta estratificação se baseia na caracterização de unidades elementares de padrão de paisagem urbana – PPU. A definição das PPU elementares se baseia em medidas relacionadas aos conceitos de morfologia urbana e métricas derivadas dos estudos de Ecologia da Paisagem. As unidades elementares podem ser agregadas estabelecendo novos estratos de representação do espaço urbano. Esta estratificação pode ser realizada com o uso de sensoriamento remoto por meio de imagens de alta resolução espacial para área urbana em associação com técnicas de mineração e classificação de padrões espaciais, ambos integrados em Sistemas de Informação Geográfica.

### **1.3. Contribuição**

Esta dissertação apresenta uma proposta de metodologia para construir uma estratificação do meio urbano em suporte a definição de amostragens geográficas para novos experimentos entomológicos e epidemiológicos orientados para a vigilância da dengue. Essa metodologia consiste na construção de uma tipologia com base nas estruturas da paisagem urbana, na utilização de um reticulado composto de células regulares com resolução espacial definida, no uso de técnicas de mineração e classificação de padrões espaciais baseados em células (KORTING et al., 2008), métricas da Paisagem e na integração desses elementos com dados entomológicos e epidemiológicos através de um Sistema de Informação Geográfica, TerraView (TERRAVIEW 3.5.0, 2010).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Dengue

A dengue é considerada atualmente a mais importante arbovirose transmitida por mosquitos ao homem, em função da sua morbidade e mortalidade (GUBLER, 1998). É caracterizado como uma doença febril aguda variando de uma evolução benigna na forma clássica até uma doença grave ou fatal, a febre hemorrágica do dengue (FHD) (GUBLER; KUNO, 1997; FORATTINI, 2002). Essa arbovirose, considerada uma das mais importantes doenças de notificação compulsória presente entre os seres humanos, causa 50-100 milhões de casos anuais no mundo, levando a aproximadamente 500 mil hospitalizações e 24 mil óbitos (GUBLER, 1998; REGIS et al., 2008). Estima-se que nos países tropicais mais de 2.5 bilhões de pessoas estejam sob o risco de contrair a infecção (GUBLER; KUNO, 1997; TAUIL, 2001) (Figura 2.1).

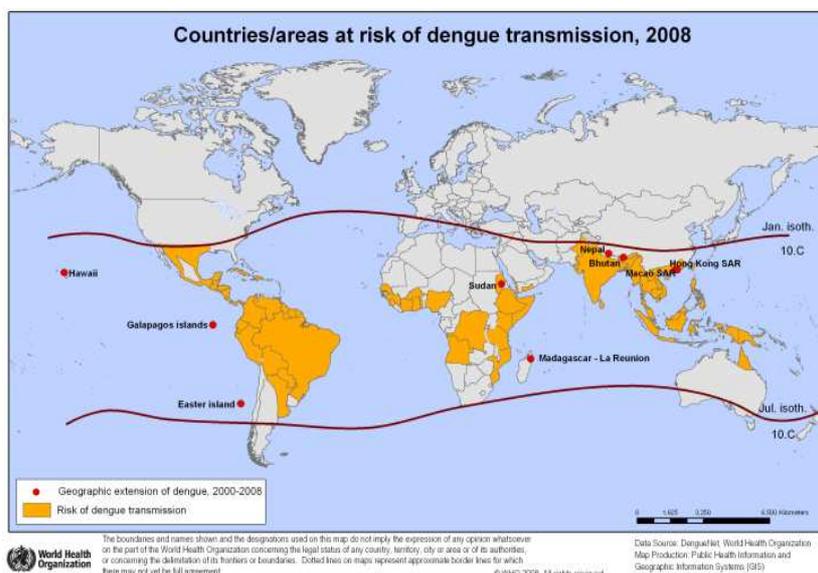


Figura 2.1- Distribuição mundial da dengue em 2008  
Fonte: WHO (2008).

Até o momento, são conhecidos quatro sorotipos antígenicamente distintos, DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4, pertencentes à família Flaviviridae, gênero Flavivirus cujos principais vetores são os mosquitos do gênero *Aedes*, sendo o *Ae. aegypti* considerado o principal transmissor nas Américas (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; FORATTINI, 2002).

## **2.2.Aspectos epidemiológicos da dengue**

Do ponto de vista epidemiológico, o vírus dengue é classificado como arbovírus, sendo mantido na natureza por um ciclo de transmissão que envolve hospedeiros vertebrados e mosquitos hematófagos do gênero *Aedes*. Neste ciclo, o homem é o único hospedeiro capaz de desenvolver as formas clínicas da doença (GUBLER, 2002). Em humanos, as manifestações clínicas desenvolvem-se numa média de quatro a sete dias e apresentam um espectro clínico amplo, que vai dos casos assintomáticos às formas graves. Nestas últimas, são incluídas a febre hemorrágica do dengue e a síndrome de choque por dengue, que podem evoluir para o óbito. Os sinais e sintomas da dengue variam de intensidade de acordo com as características do hospedeiro e do vírus. A forma clínica da febre hemorrágica do dengue envolve vários fatores como o tipo de vírus, a idade do paciente, o estado imunológico e a pré-disposição genética da pessoa infectada (OMS, 1997; FORATTINI, 2002; HALSTEAD, 2008). Há três teorias que buscam explicar a ocorrência da forma hemorrágica, sendo elas:

- a) Teoria imunológica de Halstead. Teoria também conhecida como infecção sequencial. Associa a FHD a duas infecções sequenciais, por diferentes sorotipos, num tempo mínimo de aproximadamente três anos entre elas (HALSTEAD, 1970; 1980; 1981).

b) Teoria de Rosen. Essa teoria relaciona as formas graves da doença à virulência de determinados sorotipos (ROSEN, 1977; 1986).

c) Teoria da multicausalidade. Pressupõe que a causa da dengue hemorrágica está aliada a vários fatores relacionados ao indivíduo (idade, raça, presença de anticorpos, entre outros), ao vírus (virulência da cepa circulante, sorotipos virais envolvidos) e a fatores epidemiológicos (imunidade do grupo, densidade e competência vetorial, entre outros) (BARRETO, 1990).

### **2.3. Surto e epidemias de dengue no mundo**

A ocorrência da dengue tornou-se amplamente distribuída nos trópicos entre os séculos XVIII e XIX com a expansão do comércio via transporte marítimo (GUBLER, 1997). Contudo as primeiras descrições de epidemias atribuídas à dengue datam de 610 d.C sendo relatadas numa enciclopédia chinesa denominada “*Encyclopedia of Disease Symptoms and Remedies*”, na qual os chineses as denominavam como “veneno da água”, pois associavam a causa da doença a insetos alados relacionados à água. Outros relatos da doença datam dos anos de 1779 e 1780 nos continentes asiático, africano e americano onde ocorreram grandes epidemias similares à dengue (GUBLER, 1998).

Provavelmente, a palavra dengue se originou do termo “Ki denga pepo” do dialeto Swahili da região do Caribe, que significa súbito tremor de cãimbra causado por espírito mal. Essa expressão foi utilizada para descrever uma epidemia de enfermidade febril ocorrida nessa região durante o século XIX entre os anos 1827 e 1828 (HALSTEAD, 1980).

Por um longo período a dengue foi considerada uma doença benigna, e após a Segunda Guerra Mundial verificou-se uma explosão dos quatro sorotipos com surtos de febre hemorrágica severa nas Filipinas em 1953 e em Bangcoc em

1958. Mas, desde 1780 já havia relatos esporádicos da forma hemorrágica associada a severas epidemias de dengue ocorrendo na Filadélfia (GUBLER, 1999). Nas Américas, os relatos de ocorrência de dengue são datados de mais de 200 anos, principalmente nas regiões da América Central (GUBLER, 2004). Por volta de 1930, vários países do continente americano registraram a presença do *Ae. aegypti*. Nas décadas de 1930 e 1940, devido ao problema da febre amarela, uma organização norte-americana chamada Fundação Rockefeller ajudou a executar intensas campanhas de erradicação do *Ae. aegypti* nas Américas. Posteriormente, entre o final da década de 1940 e a de 1950, a Organização Pan-Americana de Saúde e a Organização Mundial de Saúde coordenaram o Programa de Erradicação do *Ae. aegypti* no Hemisfério Ocidental, eliminando o vetor da febre amarela em quase todos os países da América, com exceção do Estados Unidos, Suriname, Venezuela, Cuba, Jamaica, Haiti, República Dominicana e uma parte da Colômbia (SOPER, 1965). Com a suspensão do programa, os países em que o mosquito não foi erradicado favoreceram a reintrodução do vetor nas áreas vizinhas (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; TEIXEIRA et al., 1999).

#### **2.4.Dengue no Brasil**

No Brasil, desde 1846, há registros de casos de dengue e/ou de epidemias de síndromes comparáveis ao dengue nos estados do Rio de Janeiro, Bahia e Pernambuco, dentre outras unidades federativas (MEIRA,1916; MARIANO, 1916; FIGUEIREDO, 2000). Epidemias de dengue foram registradas no estado de São Paulo de 1851 a 1853 e em 1916; em Santa Maria, no Rio Grande do Sul, em 1917 (REIS, 1896). No ano de 1923, Antônio Pedro descreveu um surto em Niterói, no Rio de Janeiro (PEDRO, 1923). Entretanto, a primeira epidemia de dengue a ser documentada clínica e laboratorialmente no país, após a reintrodução e recolonização do *Ae. aegypti* em 1976, foi registrada em

1982 na cidade de Boa Vista, Roraima, devido aos sorotipos DENV-1 e DENV-4 (OSANAI et al., 1983). Desde 1982, quando o DENV-4 foi encontrado pela primeira vez na cidade de Boa Vista, Roraima, não houve relato de epidemias com esse sorotipo no Brasil. Recentemente pesquisadores de Manaus, Amazonas, detectaram a presença do DENV-4 em casos autóctones (FIGUEIREDO et al., 2008, MINISTÉRIO Da SAÚDE, 2010). Embora exista controvérsia sobre esse assunto, a circulação desse sorotipo em países vizinhos como a Venezuela, aumenta o risco de reintrodução, o que aliado com uma população susceptível e o aumento na densidade vetorial favorecem o risco da explosão de uma nova epidemia (MEDRONHO, 2006; CODEÇO et al., 2009).

Após a epidemia de 1982, um novo surto de dengue foi registrado em 1986 na região sudeste com os primeiros casos ocorrendo no município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro por causa do vírus DENV-1 (SCHATZMAYR et al., 1986), que logo se dispersou na direção norte-nordeste do Brasil. Quatro anos após a introdução do DENV-1, em abril de 1990, um novo surto se iniciou no Rio de Janeiro e em Niterói, no qual o vírus DENV-2 foi isolado pela primeira vez de casos autóctones (NOGUEIRA et al., 1990). Já em 2000, o sorotipo DENV-3, foi introduzido no estado do Rio de Janeiro como mostra a Figura 2.2, sendo isolado tanto do mosquito *Ae. aegypti* quanto de pacientes infectados em Nova Iguaçu (NOGUEIRA et al., 2001; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2002).

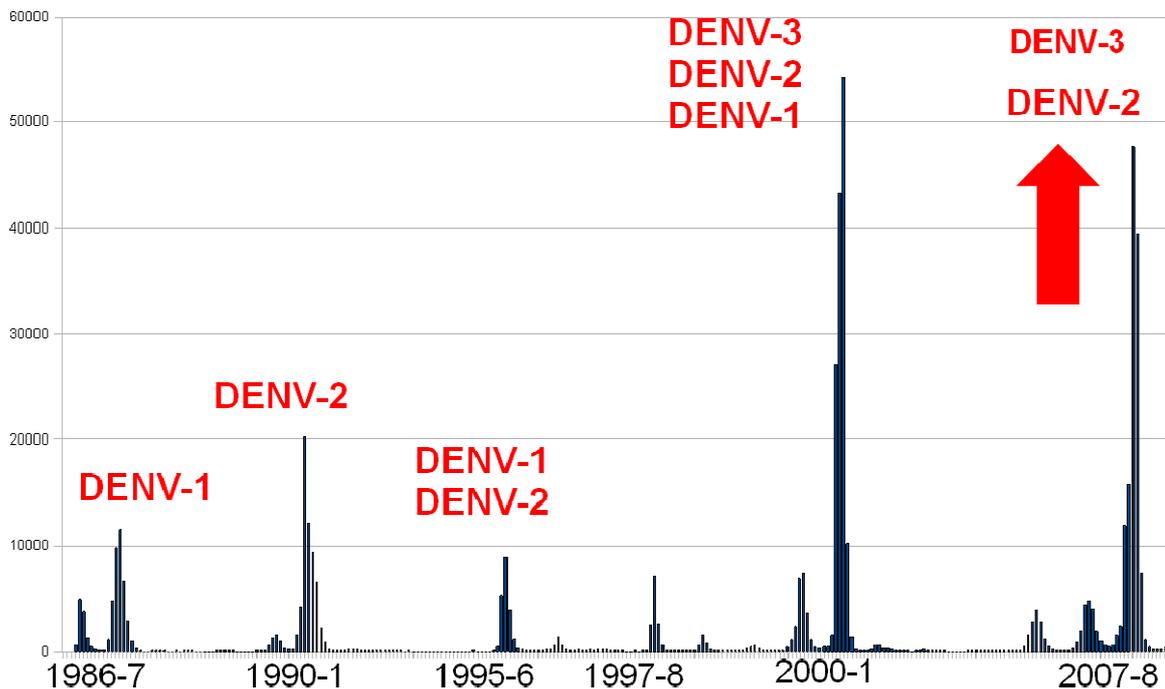


Figura 2.2 – Epidemias e sorotipos circulantes no estado do Rio de Janeiro de 1986 a 2008.

Nos anos de 2001 e 2002, registrou-se a maior epidemia do estado do Rio de Janeiro com 368.460 casos dos quais 177.919 foram no município do Rio de Janeiro (NOGUEIRA et al., 2001; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2002; SESDEC-RJ, 2008). De janeiro a outubro de 2009 o município do Rio de Janeiro registrou 2.647 casos de dengue contra 125.584 notificados no mesmo período de 2008 (SESDEC-RJ, 2009). Em função deste histórico, os municípios do estado do Rio de Janeiro têm se mostrado dentre os mais receptivos à introdução e disseminação de novos sorotipos DENV no Brasil, por ser uma das principais portas de entrada para turistas do mundo inteiro, facilitando assim a dispersão e a alta taxa de infestação do vetor e consequentemente a disseminação do vírus dengue.

Cabe ressaltar, que o Brasil tem experimentado diversas epidemias de dengue e desde 1977 o país vem contabilizando mais de 4.5 milhões de casos, destacando-se as regiões sudeste e nordeste com os maiores números (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010). As evoluções dos casos notificados e da taxa de incidência de dengue no Brasil e nas grandes regiões de 1990 a 2008 podem ser observadas nas Figuras 2.3 e 2.4.

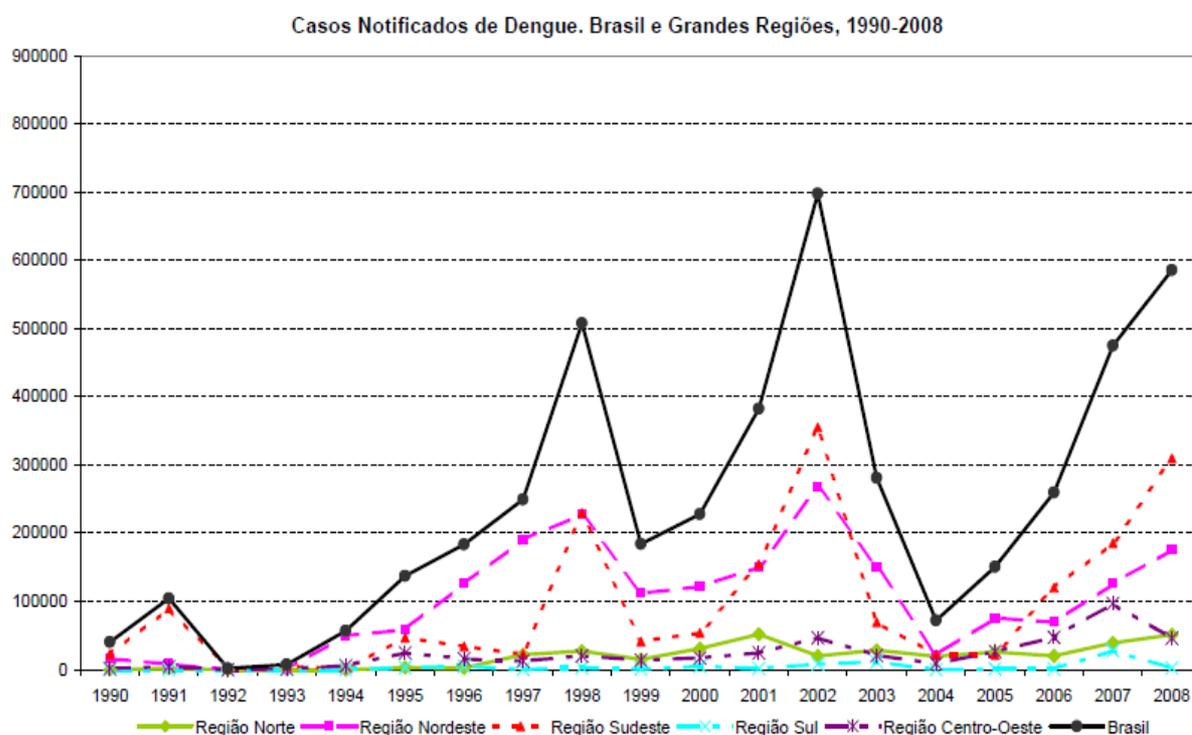


Figura 2.3 - Casos notificados de dengue no Brasil e regiões brasileiras.  
 Fonte: SINAN (2009)

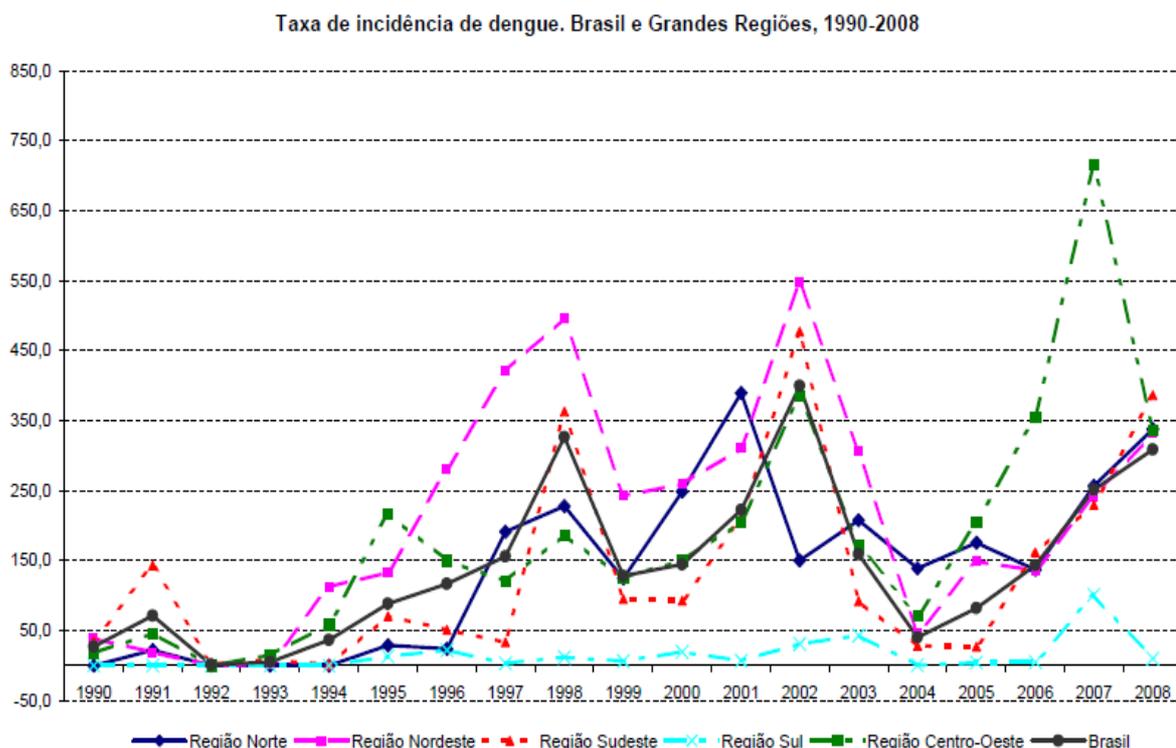


Figura 2.4 - Taxa de incidência de dengue no Brasil e nas grandes regiões brasileiras de 1990 a 2008.  
 Fonte: SINAN (2009)

## 2.5. Vetores da dengue

*Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) e *Ae. albopictus* (Skuse, 1894) pertencentes ao subgênero *Stegomyia*, são os mais importantes vetores de arbovirose ao homem. O subgênero *Stegomyia* é natural do Velho Mundo, particularmente das regiões zoogeográficas Etiópica e Oriental. No entanto, ambos *Ae. aegypti* e *Ae. albopictus* invadiram países fora de sua distribuição zoogeográfica original, incluindo o Brasil (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). No Brasil, o *Ae. albopictus* ainda não foi incriminada como vetor natural da dengue (DEGALLIER et al., 2003), apesar de já ter sido comprovado que, em condições de laboratório, as populações brasileiras dessa espécie têm a

capacidade de se infectar com o vírus dengue e transmiti-lo (MILLER; BALLINGER, 1988; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2003; CASTRO et al., 2004).

### **2.5.1. *Aedes aegypti***

*Aedes aegypti*, apesar de se tratar de mosquito originário da África, tendo sido descrito no Egito, atualmente é um mosquito cosmopolita. Com efeito, esta espécie tem como distribuição atual regiões tropicais e subtropicais, (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Nas Américas, o principal vetor da dengue e da febre amarela urbana é o *Ae. aegypti* (CHRISTOPHER, 1960), mosquito hematófago e altamente adaptado a ambientes urbanos e suburbanos onde a concentração populacional humana é elevada, há alta concentração de casas e moderada proporção de cobertura vegetal (BRAKS et al., 2003; LIMA-CAMARA et al., 2006; LAGROTTA et al., 2008).

*Aedes aegypti*, foi introduzido no Novo Mundo durante os séculos XVIII e XIX através do comércio de escravos entre as regiões do Oeste da África e do continente americano (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; GUBLER, 1999). No início do século XX, esta espécie foi responsável pela transmissão da febre amarela urbana no Brasil, impulsionando a criação de intensas medidas de combate ao vetor no movimento denominado revolta da vacina, comandado pelo médico-sanitarista Oswaldo Cruz, na cidade do Rio de Janeiro. O último foco de *Ae. aegypti* encontrado no país foi em 1955, mas a declaração de erradicação ocorreu apenas em 1958. No entanto, países vizinhos como as Guianas e a Venezuela e outros como Estados Unidos e Cuba não o erradicaram provocando a reintrodução da espécie no Brasil (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994). Atualmente o *Ae. aegypti* é encontrado em todos os 27 estados e unidades da federação (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA et al., 2004; ROSA-FREITAS et al., 2006).

No Brasil, a distribuição e frequência do *Ae. aegypti* está associada a ambientes alterados pelo homem, condição que o caracteriza essencialmente como um mosquito urbano. Os hábitos do *Ae. aegypti* são diurnos, com aumento da atividade hematofágica próximo e durante o crepúsculo vespertino. Em mosquitos, de modo geral, cada alimentação sanguínea completa corresponde a uma desova em torno de dois a três dias após a hematofagia, o que se denomina de concordância gonotrófica. Assim, o ciclo gonotrófico corresponderia ao intervalo de alterações fisiológicas ocorridas entre um repasto sanguíneo e a procura por um novo repasto passada a desova. Em algumas espécies, como é o caso de *Ae. aegypti*, nem sempre há concordância gonotrófica e é comum uma fêmea se alimentar de sangue mais de uma vez durante um ciclo gonotrófico, o que potencializa o contato entre este mosquito vetor, o homem e a transmissão do vírus dengue (SCOTT et al., 1993a; CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; LIMA-CAMARA et al., 2007).

Em todo o seu período de vida, que dura em média 45 dias, cerca de 120 ovos são depositados pela fêmea de *Ae. aegypti* em recipientes contendo água relativamente limpa e parada (FORATTINI, 2002). Os recipientes utilizados são preferencialmente depósitos artificiais de água, pneus, latas, caixa d'água e outros, podendo também colonizar criadouros naturais como bromélias, ocos de árvore entre outros. Os ovos possuem alta capacidade de resistência à dessecação, mantendo-se viáveis na ausência de água por até 450 dias. O número de posturas dependerá da quantidade de sangue ingerido para o desenvolvimento ovariano, da idade fisiológica e do peso corporal após a emergência do estágio pupal (BORGES, 2001; FORATTINI, 2002).

A persistência da dengue apesar dos imensos esforços para o controle vetorial tem estimulado muitos estudos sobre a biologia do vetor, seu comportamento e

sua relação com o espaço urbano. Resultados recentes têm contribuído para questionar e rever alguns aspectos que eram tidos como fixos, adequados, verdadeiros sobre deslocamento e dispersão em áreas urbanas, taxa de sobrevivência da espécie, comportamento e sítios de oviposição e de desenvolvimento larval, eficiência dos índices comumente utilizados pelos programas de controle, entre outros (REITER, 2007).

## **2.6.O território e a persistência de doenças**

A dengue é uma doença de transmissão essencialmente urbana, ambiente no qual se encontram todos os elementos fundamentais para a sua ocorrência: o homem, o vírus, o vetor e as condições ambientais e climáticas, políticas, econômicas e culturais que formam a estrutura que permite o estabelecimento da cadeia de transmissão. Condições climáticas, densidade demográfica, situação da cobertura vegetal, as alterações ambientais resultantes das atividades humanas, a infra-estrutura urbana, a intensidade e velocidade do tráfego terrestre e as conexões aéreas e a efetividade dos programas de controle do vetor podem determinar sucesso ou falha na tarefa de impedir uma epidemia (MARZOCHI, 1994; TAUILL, 2001; GLASSER; GOMES, 2002; PENNA, 2003; LIMA-CAMARA et al., 2006; LAGROTTA et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2008).

A dengue não tem uma única causa e, em cada lugar, a doença será resultado de uma combinação de estruturas específicas que interagem entre si (QUINTERO et al., 2009, SUÁREZ et al., 2009) (Figura 2.5). As condições de cada lugar num dado momento estabelecem certas relações entre os elementos envolvidos na manifestação e disseminação da doença.



Figura 2.5 – Diagrama dos fatores que desencadeiam as epidemias de dengue. Fonte: Adaptado de LEBEL (2003).

Os lugares dentro de uma cidade ou região são resultados de uma acumulação de situações históricas, ambientais e sociais que promovem condições particulares para a produção de doenças (BARCELLOS et al., 2002). Os lugares são mais que meramente localizações, mas sim palco da vida cotidiana das pessoas (SANTOS, 1999). Nos últimos anos observa-se uma retomada aos estudos na busca de compreender como as características do lugar onde as pessoas vivem está relacionada com a prevalência, incidência de doenças e mortalidade (KORFF et al., 1992; DIEZ ROUX, 2001; DIEZ ROUX et al., 2002).

Para os epidemiologistas, o lugar é considerado a terceira dimensão da tríade epidemiológica: pessoa, tempo e lugar. E juntamente com o tempo, constituem as duas dimensões fundamentais para a descrição e a análise da dinâmica e

da evolução de uma epidemia, assim como, para a descrição dos seus riscos (WEN et al., 2006).

A complexa forma de organização dos centros urbanos configura-se como favorecedora da disseminação e proliferação da população de *Ae. aegypti* potencializando o contato entre o vetor, o vírus e o homem (PENNA, 2003; TEIXEIRA et al., 2002; MONDINI; CHIARAVALLLOTI-NETO, 2007; TEIXEIRA et al. 2009). Ademais, os centros urbanos são pólos regionais de desenvolvimento geradores de um fluxo populacional que pode representar um fator de difusão do vírus dengue entre localidades, favorecendo a disseminação de sorotipos para áreas indenes através de indivíduos virêmicos ou em fase de incubação (COSTA; NATAL, 1998; MELO et al., 2007). Com isso, sugere-se que o sucesso dos programas de controle vetorial com foco em populações, depende da compreensão da ecologia do mosquito que sofre alteração principalmente dos efeitos antropogênicos sobre a paisagem urbana os quais podem influenciar a sua dispersão e a sua disseminação em meio urbano.

## **2.7.Sensoriamento remoto aplicado a doenças transmitidas por vetor**

A ocorrência de doenças transmitidas por vetores de um modo geral como carrapatos, mosquitos, flebotomíneos, triatomíneos dentre outro, caracteriza-se por padrões espaço-temporais distintos. Aspectos do meio físico-biótico como regime de chuvas, temperatura, qualidade e tipo de vegetação, coleções hídricas, relevo, geomorfologia, estão associados à proliferação das populações de vetores (CORREIA et al., 2004). Em estudos ecológicos é importante revelar os relacionamentos dos padrões de ocorrência de doenças com estas variáveis de caracterização ambiental (CORREIA et al., 2007).

O uso de sensoriamento remoto por imageadores orbitais se apresenta como uma possibilidade metodológica que permite a caracterização das variáveis ambientais de interesse em estudos epidemiológicos e entomológicos. O uso potencial das técnicas de sensoriamento remoto nos estudos epidemiológicos tem sido reconhecido desde 1970 (CLINE, 1970). Ainda são poucos os estudos que exploram o sensoriamento remoto na caracterização do ambiente onde estão inseridos o vetor, o patógeno e o humano. Entretanto a maioria dos estudos de saúde usando o sensoriamento remoto tem utilizado informações espaciais provenientes dos sensores Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) (COX et al., 2007) e Thematic Mapper (TM) (ESTALLO et al., 2008), Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo da plataforma National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (THOMPSON et al., 1999) e France's Système Pour l'Observation de La Terre (SPOT) (THOMAS; LINDSAN, 2000).

O interesse da saúde pública com relação ao uso de imagens de sensoriamento remoto tem se concentrado nas áreas rurais, onde ocorrem as principais doenças de interesse para a vigilância em saúde. Mas com o processo de urbanização de diversas endemias torna-se oportuno explorar o uso potencial de imagens em áreas urbanas. Entretanto, a questão urbana é mais complexa e requer o uso de resoluções espaciais mais finas e algoritmos de classificação mais especializados (CORREIA et al., 2007).

No estudo da dengue, ainda são poucos os estudos que utilizam imagens de satélite para investigar os fatores ambientais condicionantes a sua ocorrência. Estudos envolvendo sensoriamento remoto aplicados a vigilância da dengue tem empregado imagens de baixa resolução espacial como o sensor AVHRR (PETERSON et al., 2005; ROGERS et al., 2006), e também de média resolução como o Landsat ETM + (NAKHAPAKORN; TRIPATHY, 2005;

VANWAMBEKE et al., 2006) e SPOT (TRAN; RAFFY, 2006). Poucos estudos epidemiológicos têm utilizado imagens multiespectrais de resolução mais fina que 5m, como no caso de imagens Quickbird de alta resolução, as quais foram utilizadas para investigar estruturas da paisagem urbana e características ecológicas associadas à dengue em Puntarenas, Costa Rica (TROYO et al., 2009). A estrutura da paisagem urbana pode ser caracterizada por meio de métricas da paisagem e ferramentas computacionais para a extração da informação da imagem, como a mineração de dados espaciais, que permite extrair informações de grandes bases de dados e auxiliar a detectar padrões espaciais de interesse para o estudo de certos processos (SILVA et al., 2005; 2008; KORTING et al, 2008).

As técnicas de sensoriamento remoto juntamente com as técnicas de mineração e classificação de padrões espaciais integradas através dos recursos de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizado também como ambiente computacional para a integração das variáveis relativas à ocorrência da doença, dados entomológicos, dados de caracterização sócio-demográfica, auxiliam a montar um painel sócio-territorial ampliado, que potencializa e amplia o olhar do epidemiologista sobre potenciais focos e áreas de risco (CORREIA et al., 2007).

### **2.7.1.Técnica de fusão – Transformação Gram-schmidt**

Fusão de imagens é a operação de processamento que combina imagens diferentes com o objetivo de se obter um produto sintético final de melhor qualidade (WALD, 1998). A expressão “melhor qualidade” depende da finalidade da pesquisa. No caso das imagens dos sensores orbitais de resolução espacial muito alta, o termo “melhor qualidade” refere-se a uma imagem que reúna a informação espectral das bandas multiespectrais com a alta resolução espacial da banda pancromática.

Para facilitar a identificação e distinção dos alvos urbanos é necessário um produto que reúna resolução muito alta e informação espectral. Na ausência de uma imagem que reúna essas características utiliza-se o método de fusão de imagem

Dentre os vários métodos de fusão disponíveis em programas de processamento digital de imagens, o método Gram-Schmidt criado por Laben and Brower, (UNITED STATES PATENT, 2000) trata-se de uma operação sobre vetores no intuito de torná-los ortogonais. Estudos têm demonstrado que esse método mantém a coloração da imagem fusionada similar a imagem multiespectral original (PINHO et al., 2005; MEDINA, 2007; LUZ et al., 2009; PRADO, 2009). Além disso, ao contrário da técnica IHS que tem restrições quanto ao número de bandas que podem ser fusionadas (apenas três), o Gram-Schmidt não apresenta limitações ao número de bandas.

A transformação Gram-Schmidt é baseada em rotações e translações dos conjuntos originais de atributos. Ela é executada através da simulação de uma banda de alta resolução, obtida a partir de um conjunto de baixa resolução. A implementação da transformação por Gram-Schmidt no processo de fusão como mostra a Figura 2.6 ocorre da seguinte forma (UNITED STATES PATENT, 2000):

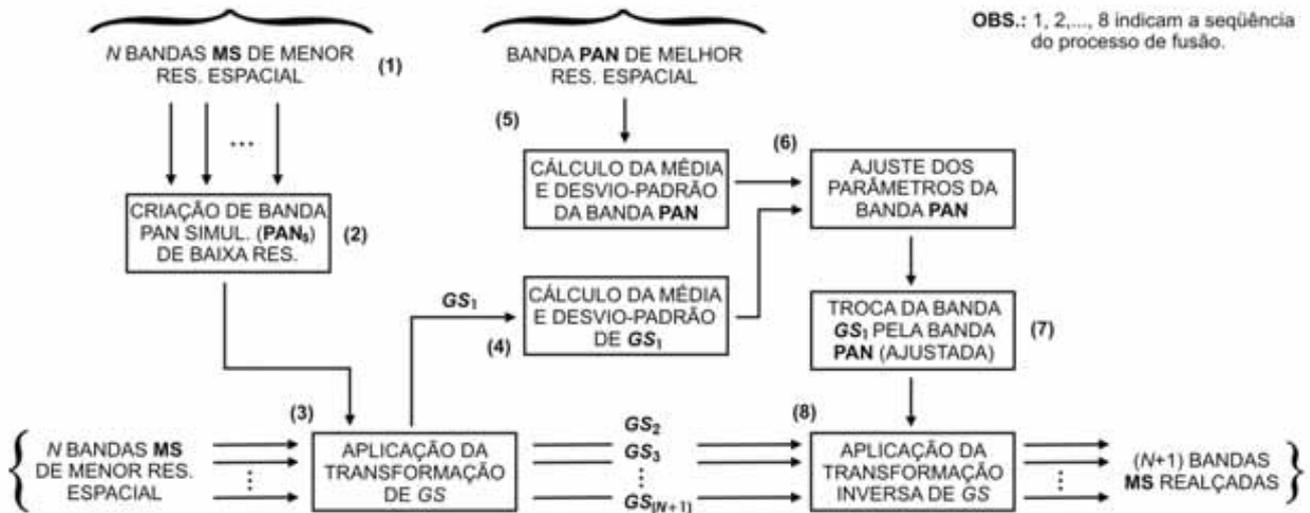


Figura 2.6 - Etapas da técnica de fusão Gram-Schmidt.

Fonte: Adaptado de United States Patent (2000).

1. Primeiramente é feita a seleção das N bandas multiespectrais (MS) de menor resolução espacial;
2. Na etapa seguinte, uma banda pancromática de menor resolução espacial é simulada (PANS) a partir das bandas MS.
3. Em seguida, se aplica a transformação de Gram-Schmidt (GS) à banda PANS e ao conjunto de bandas MS, de modo que a banda PANS é empregada como a primeira banda na transformação (denominada 1 GS);
4. Na sequência, calcula-se as estatísticas de média e desvio-padrão de 1 GS;

5. Posteriormente, a banda pancromática (PAN) de resolução espacial mais alta é selecionada e tem seus parâmetros estatísticos calculados;
6. Ajusta-se as estatísticas da banda PAN para combinar com as estatísticas da 1 GS ;
7. Em uma etapa posterior, a banda 1 GS é substituída pela banda PAN (com estatísticas ajustadas);
8. Por fim, uma transformação inversa de Gram-Schmidt é aplicada para gerar bandas multiespectrais (N+1) de alta resolução.

O produto final da fusão é uma imagem híbrida de alta resolução espacial com a composição colorida R, G e B.

### **2.7.2. Mineração de dados**

O termo mineração de dados refere-se à extração ou “mineração” de conhecimento proveniente de grandes quantidades de dados. Em muitos casos, considera-se o termo mineração de dados como sinônimo de Knowledge Discovery in Databases (KDD) ou Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados (DCBD) (HAN; KAMBER, 2000).

A DCBD é o processo de identificar padrões que sejam válidos, previamente desconhecidos, potencialmente úteis e compreensíveis, visando melhorar o entendimento de um problema ou de um procedimento de tomada de decisão (FAYYAD et al., 1996). O processo de DCBD constitui na definição do tipo de conhecimento a descobrir, seleção de dados alvo, pré-processamento, transformação, mineração dos dados, subsequente interpretação de padrões e implantação do conhecimento descoberto (SILVA, 2006).

O processo de DCBD é interativo, iterativo, cognitivo e exploratório, envolvendo vários passos (SILVA, 2006). A Figura 2.7 apresenta o modelo esquemático das etapas envolvidas nesse processo. Fayyad et al. (1996) descreve o processo DCBD em cinco etapas:

- a) A primeira etapa consiste na escolha da base de dados a ser analisada;
- b) A segunda visa reduzir discrepâncias de valores ruidosos e corrigir inconsistências;
- c) A terceira consiste da transformação dos dados. Os dados são modificados ou transformados em formatos apropriados à mineração, que pode ser por agregação, generalização, normalização, construção de atributos ou redução de dados;
- d) O quarto passo é a utilização de técnicas e algoritmos para efetiva construção do modelo de conhecimento;
- e) O quinto passo consiste na análise dos resultados obtidos por meio da mineração dos dados, e a partir dos quais se adquire o conhecimento.

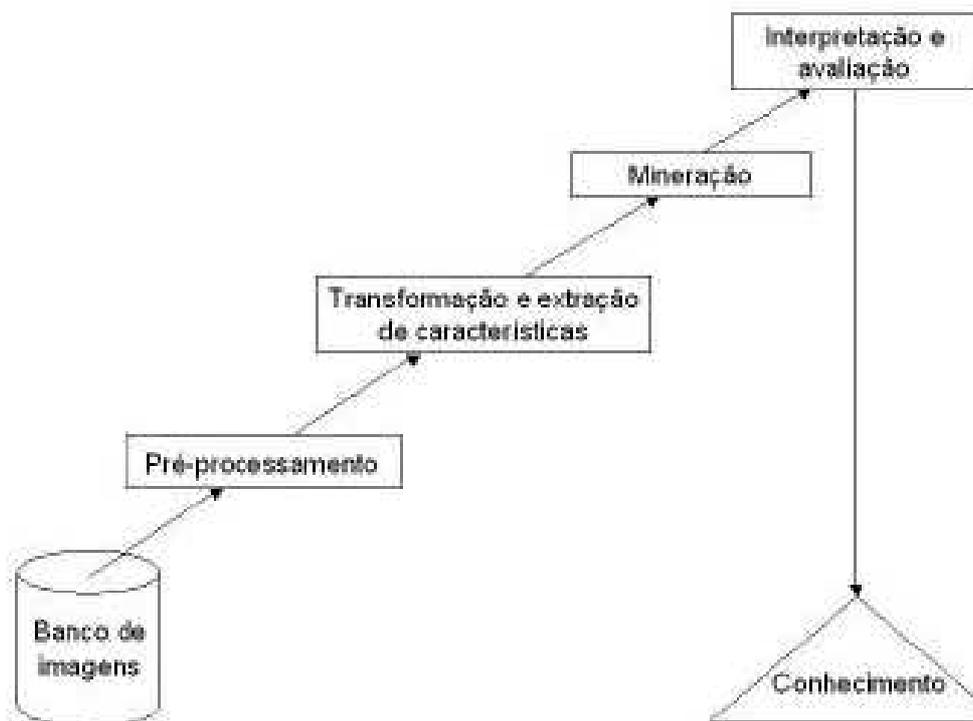


Figura 2.7 – Etapas do processo de mineração de dados  
 Fonte: Zhang et al. (2002).

Com isso, se tem por mineração de dados como a etapa em DCBD responsável pela seleção dos métodos a serem utilizados para localizar padrões nos dados, seguida da efetiva busca por padrões de interesse numa forma particular de representação, juntamente com a busca pelo melhor ajuste dos parâmetros do algoritmo para a tarefa em questão.

O Geographic Data Mining Analyst (GeoDMA) desenvolvido por Korting et al. (2008) é um aplicativo voltado para a execução de tarefas de mineração de dados e classificação de padrões espaciais. O GeoDMA é um sistema de mineração que manipula e visualiza dados armazenados em bancos de dados geográficos (KORTING et al., 2009). Este sistema permite a extração de métricas da paisagem (McGARIGAL; MATKS, 1995) cuja nomenclatura possui um prefixo c antecedendo a sigla do nome da métrica indicando que se trata de

uma métrica da paisagem, exemplo: c\_CA. E também de métricas espectrais (KORTING et al., 2008) obtidas pela imagem de satélite as quais possuem um prefixo rX antecedendo a sigla do nome da métrica, exemplo rX\_media\_B como pode ser visto no Apêndice (Métricas da paisagem e Métricas espectrais).

As métricas ou índices da paisagem podem ser definidos como índices quantitativos usados para descrever estruturas e padrões da paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995). As métricas da paisagem estão divididas em três categorias: 1) Manchas individuais; 2) Classe (conjunto de fragmentos do mesmo tipo); 3) Paisagem (paisagem inteira) (MCGARIGAL; MARKS 1995) e são agrupadas em duas categorias: os índices de composição, que dão uma idéia de quais unidades estão presentes na paisagem, da riqueza dessas unidades e da área ocupada por elas e os índices de disposição que quantificam o arranjo espacial dessas unidades em termos de grau de fragmentação, isolamento e conectividade de manchas, formato e complexidade de formas de manchas que compõem o mosaico da paisagem (METZGER, 2003).

As métricas são calculadas e armazenadas como novos atributos para cada um dos objetos presentes na imagem de entrada. Além disso, esse aplicativo permite que se trabalhe com o conceito de células. Uma célula para o GeoDMA é um polígono regular com tamanho (dx,dy) definido. Para cada célula o GeoDMA pode calcular métricas associadas a todos os objetos contidos na célula. Desse modo, as medidas passam a estar associadas a cada célula e não a cada objeto da imagem. O GeoDMA funciona de forma integrada ao SIG TerraView (TERRAVIEW 3.5.0, 2010), sistema computacional capaz de lidar com bancos de dados espaciais, imagens, objetos resultantes do processo de segmentação, além de outros dados geográficos como mapas cadastrais e

temáticos. Como método de classificação o GeoDMA utiliza entre outras, um algoritmo clássico baseado em Árvore de Decisão, o C4.5 (KORTING et al., 2008).

Árvores de decisão (AD) são representações simples do conhecimento e um meio eficiente de construir classificadores que predizem ou revelem classes ou informações úteis baseadas nos valores de atributos de um conjunto de dados (DE'ATH; FABRICIUS, 2000). Uma AD tem a função de particionar recursivamente um conjunto de treinamento, até que cada subconjunto obtido deste particionamento contenha casos de uma única classe.

A AD é induzida a partir de um conjunto de exemplos de treinamento onde as classes são previamente conhecidas. A estrutura da árvore como mostra a Figura 2.8 é organizada de tal forma que (VIEIRA, 2010):

- cada nó interno (não-folha) é rotulado com o nome de um dos atributos previsores;
- os ramos (ou arestas) saindo de um nó interno são rotulados com valores do atributo naquele nó;
- cada folha é rotulada com uma classe, a qual é a classe prevista para exemplos que pertençam àquele nó folha.

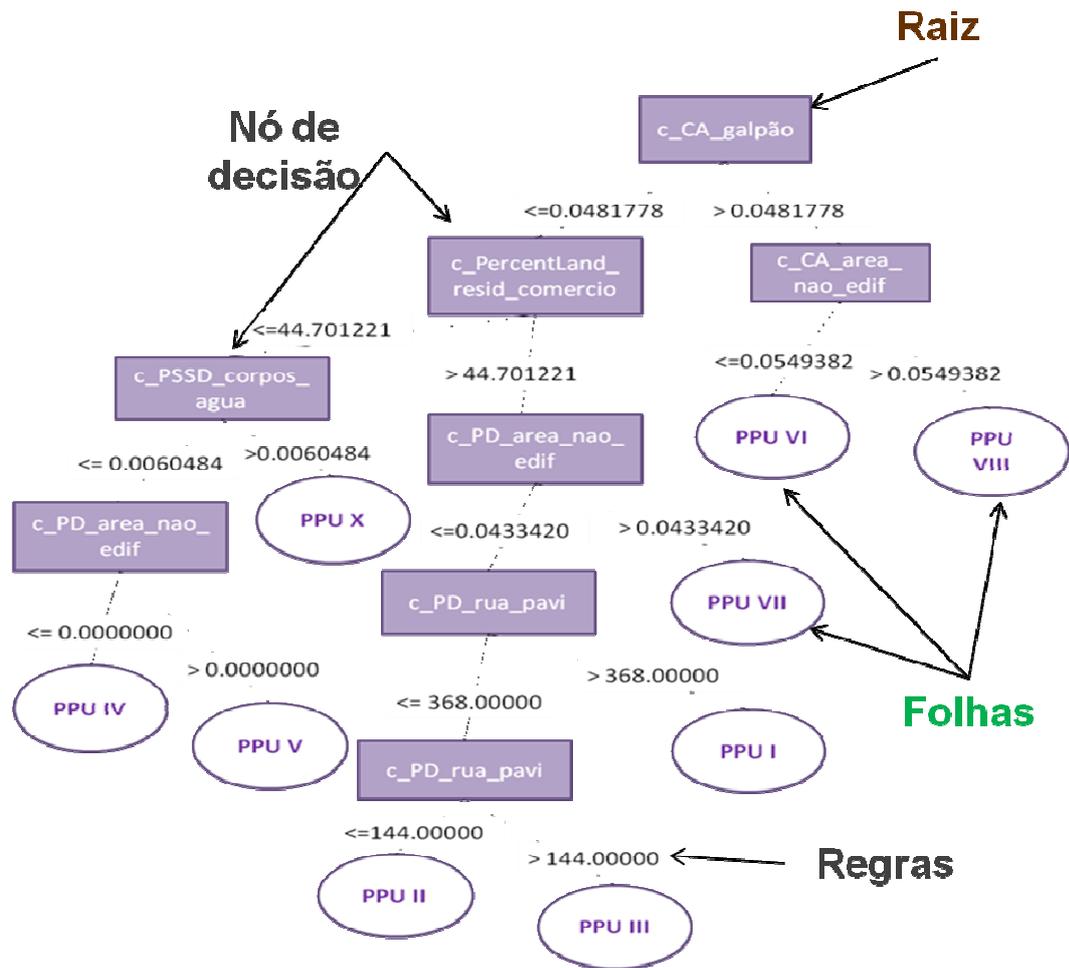


Figura 2.8 – Exemplo de árvore de decisão construída através do algoritmo C4.5.

O algoritmo C4.5 é um algoritmo clássico baseado em AD, sendo largamente utilizado, testado e validado o que indica a sua qualidade enquanto método computacional. Além disso, esse algoritmo tenta manter a AD menor possível, uma vez que árvores menores são mais facilmente compreendidas e têm bom desempenho preditivo (KOHAVI; QUINLAN, 2002).

As idéias básicas do C4.5 são:

- Cada nó da árvore de decisão corresponde a um atributo não-categórico, e cada arco um possível valor daquele atributo.
- Uma folha da árvore especifica o valor esperado do atributo categórico (classe) para os registros descritos pelo caminho entre a raiz e a folha. O atributo mais representativo é associado a cada nó.
- A entropia, medida da Teoria da Informação, é calculada para avaliar o quão informativo é um nó. Quanto maior a entropia, mais informação será necessária para descrever os dados. O objetivo é atribuir ao nó o atributo que minimize a entropia dos dados (SILVA, 2006).

### **3 METODOLOGIA**

Neste Capítulo é apresentada a área de estudo, a metodologia desenvolvida para este trabalho, assim como os recursos (imagens, bases cartográficas digitais e programas) utilizados.

#### **3.1.Área de estudo**

O município do Rio de Janeiro, situado na região sudeste do Brasil ao sul do estado do Rio de Janeiro é dividido em 169 bairros e 8.145 setores censitários. Ocupa uma área de 1182, 296 km<sup>2</sup> onde vivem aproximadamente 6.093,472 habitantes o que a torna a segunda maior aglomeração urbana do Brasil (IBGE, 2000). A cidade apresenta clima tropical com temperaturas médias anuais de 23,1°C e volume pluviométrico acumulado anual de 1.086 mm.

A cidade do Rio de Janeiro apresenta fortes contrastes econômicos e sociais. De um lado pode ser visto áreas sem infra-estrutura básica ocupada por grupos menos privilegiados de baixa renda e com as piores condições de saúde. Do outro, áreas ocupadas por grupos de alta renda e com melhores padrões de saúde misturados a grupo socialmente desprovido de infraestrutura básica. Além disso, a cidade apresenta um padrão heterogêneo de uso e cobertura do solo em que áreas densamente povoadas alteram-se com remanescentes florestais, planícies costeiras, córregos, rios.

A área de estudo desse trabalho compreende 34 bairros do município do Rio de Janeiro, situados na zona norte da cidade, sendo eles: Caju, São Cristóvão, Mangureira, Benfica, Maracanã, Vila Isabel, Manguinhos, Bonsucesso, Ramos, Olaria, Penha, Penha Circular, São Francisco, Rocha, Riachuelo, Sampaio, Engenho Novo, Lins de Vasconcelos, Méier, Todos os Santos, Cachambi, Engenho Leal, Pílares, Vila Cosmos, Cidade Universitária, Higienópolis, Jacaré,

Maria da Graça, Del Castilho, Inhaúma, Engenho de Dentro, Jacarezinho, Complexo do Alemão e Maré (Figura 3.1).

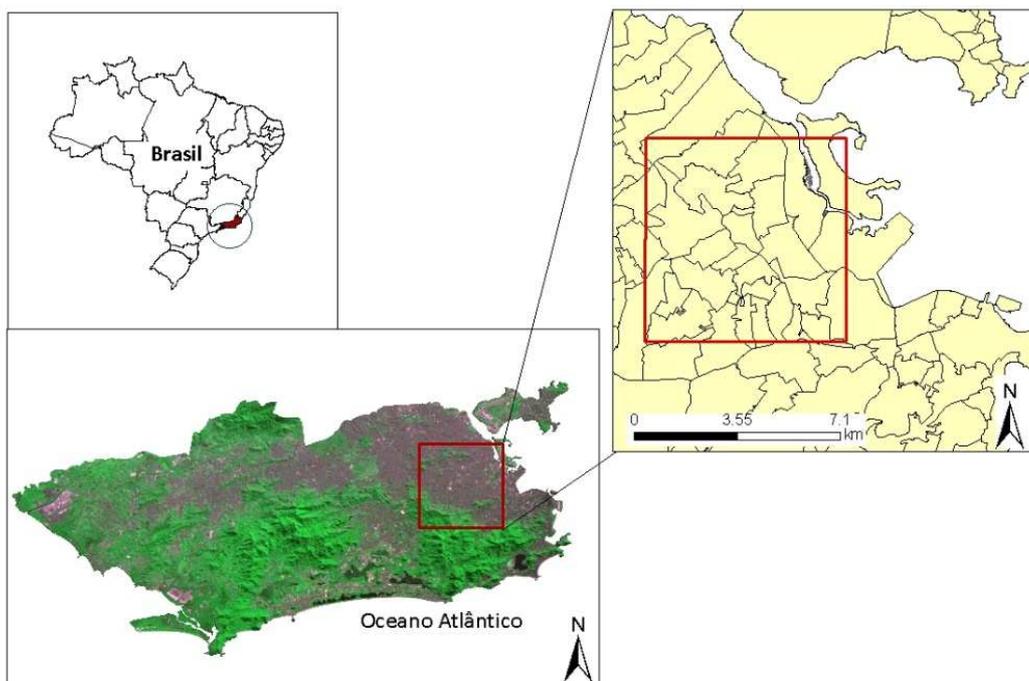


Figura 3.1 - Localização da área de estudo no município do Rio de Janeiro com destaque para os 34 bairros. Imagem do satélite CBERS-2B da câmara CCD de 20m de resolução espacial. Composição colorida 3(R)4(G)2(B).

Os bairros diferem quanto às características socioeconômicas, paisagísticas (porcentagem de área urbanizada, porcentagem de áreas naturais com florestas e rios), densidade de arruamento e casos de dengue (Tabela 3.1). Por análise visual de três imagens do sensor LANDSAT-5 TM de datas diferentes, 25/05/2000, 30/06/2003 e 19/05/2009, constatou-se que nesses períodos esses bairros não tiveram mudanças bruscas na cobertura do solo.

Tabela 3.1 - Características dos 34 bairros do município do Rio de Janeiro.

Nome do bairro	Área territorial (ha)	População (2009)	Número de residências	Casos de dengue (2009)
Caju	534,75	17.982	5.259	6
São Cristóvão	410,56	11.458	13.209	4
Mangueira	79,81	13.897	3.738	9
Benfica	173,64	19.320	5.732	14
Maracanã	166,73	27.622	9.708	4
Vila Isabel	321,71	82.161	27.466	48
Manguinhos	261,84	31.362	8.942	22
Bonsucesso	219,97	19.601	6.683	34
Ramos	279,35	37.840	12.034	49
Olaria	368,98	62.812	19.469	35
Penha	581,13	72.995	22.347	45
Penha Circular	462,34	51.416	15.814	9
São Francisco Xavier	64,89	38.637	2.591	7
Rocha	131,16	9.845	3.145	4
Riachuelo	92,81	13.410	4.437	2
Sampaio	88,43	10.811	3.084	2
Engenho Novo	264,48	44.775	14.223	11
Lins de Vasconcelos	266,92	35.474	10.933	16
Méier	247,09	51.647	17.568	17
Todos os Santos	101,27	23.230	7.485	7
Cachambi	225,02	41.637	13.636	7
Engenho Leal	70,83	47.137	1.790	0
Pilares	183,64	29.259	9.004	8
Vila Cosmos	151,93	17.976	5.185	9
Cidade Universitária	469,07	2.039	546	0

Continua

Tabela 3.1 - Conclusão

Higienópolis	115,75	16.890	5.337	5
Jacaré	84,26	7.695	2.232	10
Maria da Graça	82,50	8.492	2.685	1
Del Castilho	144,09	14.549	4.356	2
Inhaúma	348,53	43.025	12.958	23
Engenho de Dentro	392,04	27.614	15.229	27
Jacarezinho	94,39	36.762	10.689	6
Complexo do Alemão	296,09	65.329	18.245	2
Complexo da Maré	426,88	114.110	33.211	8

### 3.2.Material

Foram utilizados os seguintes dados para a realização desse trabalho:

- a) Base de dados epidemiológicas: compreende os casos e taxas de incidência de dengue calculadas por bairro do município do Rio de Janeiro no período de 2000-2009 e os endereços dos pacientes que tiverem dengue entre janeiro de 2007 a março de 2008. Essas informações foram fornecidas pela Secretária Municipal de Vigilância em Saúde do município do Rio de Janeiro.
- b) Base de dados entomológicas: proveniente de coleta semanal de ovos e mosquito adulto de *Ae. aegypti* com o uso de armadilhas denominadas Ovitampas e MosquiTraps respectivamente, no período de 27 de setembro/2006 a 28 de março/2008 em uma área de 750x750m no bairro de Higienópolis. As armadilhas foram mapeadas com GPS e esses dados foram cedidos pela Dra. Nildimar Alves Honório, pesquisadora do Laboratório de Hematozoários da Fiocruz-RJ;

c) Duas imagens de alta resolução do sensor IKONOS II: uma pancromática com resolução espacial de 1m e outra multiespectral com resolução espacial de 4m com quatro bandas espectrais (verde, vermelho, azul e infravermelho próximo). As imagens foram adquiridas em 08/05/2008 com resolução radiométrica de 11 bits, ângulo azimutal solar de 33.0126 e de elevação solar de 43.33154. As imagens foram cedidas pela Empresa AMSKepler.

d) Mapas de arruamento, de bairro e setor censitário foram cedidos pelo Laboratório de geoprocessamento-ICICT-FIOCRUZ-RJ;

Os programas utilizados foram:

- ENVI 4.7 (ITT, 2009), para a fusão das imagens;
- Land Cover Classification System (LCCS) (FAO, 2004), para auxiliar na criação da chave de classificação;
- Definiens (DEFINIENS PROFESSIONAL 7), para a segmentação e classificação das imagens;
- TerraView 3.5.0 (TERRAVIEW 3.5.0, 2010) para a geocodificação dos casos notificados de dengue, criação das células, criação dos mapas de kernel,
- sistema GeoDMA (KORTING et al., 2008) acoplado ao TerraView 3.5.0, para mineração e classificação dos padrões de paisagem urbana.

### **3.3. Visão geral da metodologia proposta**

O fluxograma da Figura 3.2 apresenta de maneira detalhada a sequência de processamento da metodologia proposta

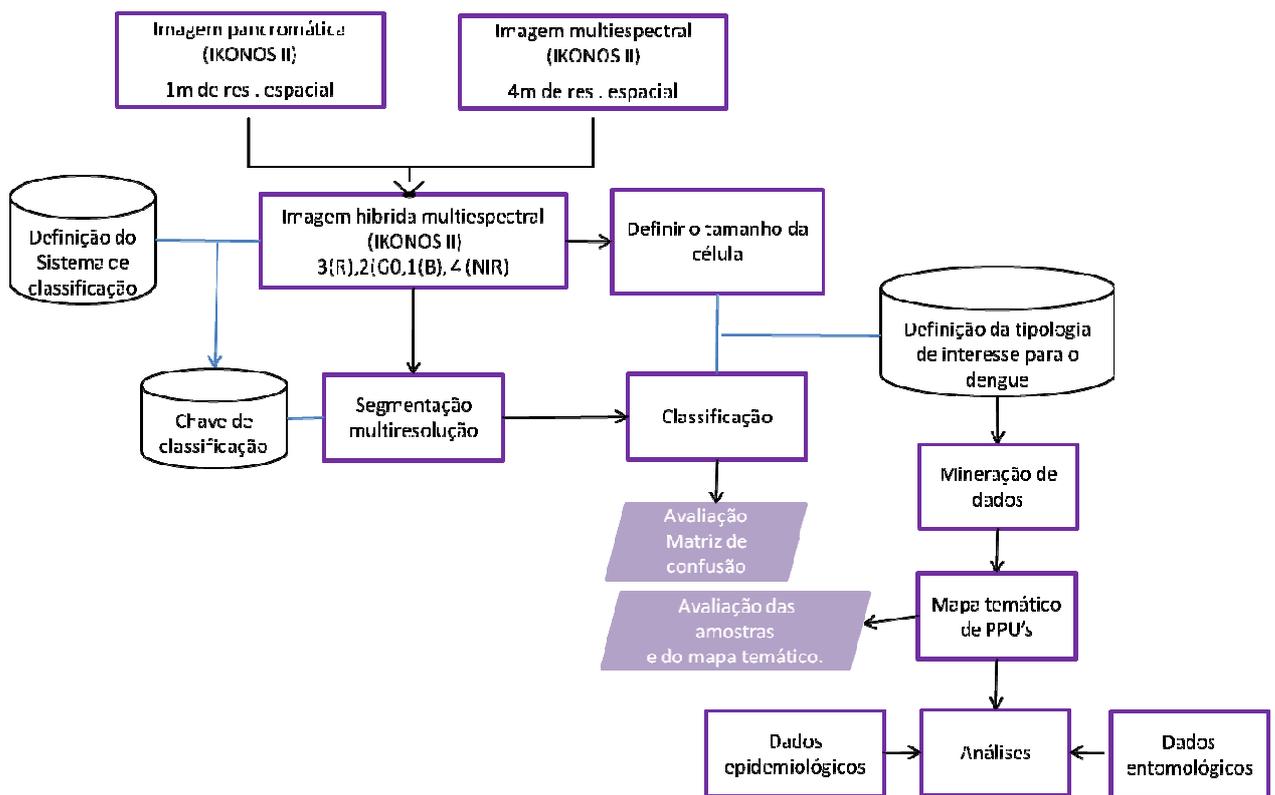


Figura.3.2 - Fluxograma da sequência da metodologia proposta nesse trabalho.

Sequência da metodologia:

- 1 - Definição do sistema de classificação de cobertura do solo de interesse para a dengue;
- 2 - Fusão das imagens multiespectral (4m de resolução espacial) e pancromática (1m de resolução espacial) do sensor IKONOS II;
- 3 - Definição de uma chave de classificação de interesse para a dengue com base no sistema de classificação definido no item 1 e a imagem híbrida do item 2;

4 - Segmentação e Classificação da imagem híbrida, produto da fusão com base na chave de classificação definida no item 3

5 - Definição do tamanho da grade celular;

6 - Definição de uma tipologia de interesse para a dengue considerando todas as classes provindas da classificação (item 4) referentes ao Padrão de Paisagem Urbano (PPU) por célula (item 5);

7 - Técnica de mineração de dados

8 - Criação de um mapa temática onde todas as células criadas no item 5 foram classificadas de acordo com a tipologia estabelecida no item 6;

9 - Análise quantitativa com os dados epidemiológicos e entomológicos.

### **3.4.Processamento Digital de imagem**

O processamento digital busca melhorar a possibilidade de interpretação e extração de informações presentes nas imagens por meio da identificação e reconhecimento de feições, ou através da geração de produtos que permitam melhorar o discernimento dos alvos de interesse (JENSEN, 2005). Neste trabalho as técnicas de PDI utilizadas foram fusão, segmentação, classificação de imagem e mineração de dados.

Para a realização desse trabalho foram utilizadas a imagem multiespectral de 4m de resolução espacial e a imagem pancromática de 1 m de resolução espacial do satélite IKONOS II adquirida em 08/05/2008. Essas imagens foram ortorretificadas pela empresa AMSKepler que as forneceu.

As imagens (multiespectral e pancromática do sensor IKONOS II) foram fusionadas com o método Gram-Schmidt desenvolvido por Laben and Brower,

(UNITED STATES PATENT, 2000) descrito no item 2.7.1. Como produto final da fusão foi gerada uma imagem híbrida de 1m de resolução espacial com a composição colorida 3(R), 2(G), 1(B), 4(NIR).

#### **3.4.1. Definição do Sistema de classificação de cobertura do solo de interesse para a dengue**

As classes de interesse para a dengue foram definidas utilizando o Sistema de Classificação de Cobertura do Solo da FAO (2004), o qual foi criado com a finalidade de uniformizar os critérios de classificação das coberturas para o mapeamento global. Esse sistema foi adaptado de acordo com as informações presentes na literatura acadêmica sobre a ecologia do *Ae. aegypti* para definição das classes de interesse para a dengue (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 – Sistema de classificação de interesse para a dengue.

Elementos da paisagem				Classes
Área construída Residencial	Domicílio			Domicílio
	Prédio	Comercial Residencial		Prédio
Área construída Não residencial	Fechadas	Áreas de serviço	Oficina mecânica Borracharias	Áreas de serviço
	Abertas	Áreas ambientais restritas a lazer	Parques	Áreas ambientais de lazer
		Áreas de serviço	Cemitérios	Cemitérios
Áreas não construídas	Abertas		Terrenos abandonados	Áreas não construídas
			Depósitos de lixo	
Elementos que acumulam água	Artificiais	Corpos d'água não perenes	Corpos d'água formados em áreas baixas após uma chuva	
			Caba d'água	Caba d'água
			Piscina	Piscina
Vegetação	Mata			Mata
	Vegetação arbustiva Intraurbana			Vegetação arbustiva Intraurbana
	Vegetação rasteira			Vegetação rasteira
Mobilidade	Rua	Pavimentada		Rua
		Não pavimentada		

Nem todas as classes definidas poderiam ser identificadas com a imagem utilizada nesse estudo de 1m de resolução espacial do sensor IKONOS II. Então utilizando o sistema de classificação definido acima e a imagem fusionada de 1m de resolução espacial do sensor IKONOS II foi elaborada uma

chave de interpretação com os elementos passíveis de serem identificados na imagem. O sistema de classificação final pode ser observado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Sistema de classificação final com as classes de interesse para a dengue.

<b>Classes do sistema de classificação da FAO (2004)</b>	<b>Classes do sistema de classificação final</b>
Domicílio Prédio Área de serviço	Área construída residencial/serviço
Cemitério	-
-	Imóvel não residencial (Galpão)
Área de lazer Terrenos abandonados Depósito de lixo	Área não edificada (Solo exposto e pátios de estacionamento)
Sombra	Sombra
-	Corpo d'água
Piscina	Piscina
Caixa d'água	-
Vegetação rasteira Vegetação arbustiva	Vegetação

A caracterização das classes foi auxiliada pela elaboração de uma chave de interpretação em que foram analisados os elementos de interpretação como cor, tamanho, forma, e textura. Na Tabela 3.4 são apresentadas as classes selecionadas, os elementos que a compõe, sua importância epidemiológica e os elementos de fotointerpretação:

Tabela 3.4 - Chave de classificação dos elementos de cobertura do solo de interesse para a dengue.

Classe	Elementos Componentes	Importância epidemiológica	Amostra	Cor 3(R) 2(G) 1(B)	Forma, tamanho e textura
Área construída residencial/serviço	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telha metálica;</li> <li>• Telha cerâmica;</li> <li>• Telha amianto;</li> <li>• Telha branco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A área construída residencial/serviço promove habitats favoráveis ao <i>Ae. aegypti</i> e fonte de alimentação (sangue humano) para a fêmea dessa espécie.</li> </ul>		Variações de cor e tons de acordo com o tipo de telha - telha metálica – azul claro; - telha cerâmica – laranja a marron escuro; - telha amianto – cinza escuro a cinza médio; - telha branca (amianto claro)-branca .	A forma dos elementos é preferencialment e retangular, com predomínio de tamanhos pequenos e textura rugosa.
Imóvel não residencial (grandes galpões)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telha metálica;</li> <li>• Telha cerâmica;</li> <li>• Telha amianto;</li> <li>• Telha branca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imóveis não residenciais como parques, cemitérios, borracharias são locais de acúmulo de recipientes de tamanho variados que sem o devido cuidado podem acumular água e se tornarem criadouros para o mosquito da dengue (MORRISON et al., 2006; REIS et al., 2010).</li> </ul>		Variações de cor e tons de acordo com o tipo de telha - telha metálica – azul claro; - telha cerâmica – laranja a marron escuro; - telha amianto – cinza escuro a cinza médio; - telha branca (amianto claro)-branca	A forma dos elementos é preferencialment e retangular, apresentam tamanhos grandes e textura rugosa.
Área não edificada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solo exposto;</li> <li>• Áreas não construídas como estacionamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas não edificadas servem muitas vezes como depósitos de lixo domiciliar (recipientes com capacidade de acumular água) principalmente em localidades onde a qualidade do serviço de coleta de lixo é precária.</li> </ul>		Variações de cor e tons de acordo com o tipo de área: - solo exposto escuro – laranja escuro a marron; - solo exposto claro – laranja claro a amarelo; - estacionamentos – cinza escuro	A forma dos elementos varia entre regular e irregular, com tamanhos variados e textura lisa.
Sombra		A sombra não é um fator direto para a presença de <i>Ae. aegypti</i> mas associado com a		Preto	A forma e o tamanho dos elementos são variados, com textura lisa.

Tabela 3.4 – Conclusão

		presença de criadouros, proporciona um microclima ideal para o desenvolvimento da fase imatura dessa espécie (SILVA et al., 2009).			
Corpo d'água		Não tem importância epidemiológica, pois não é criadouro preferencial para o mosquito <i>Ae. aegypti</i> .		Praticamente preta	A forma dos elementos é linear, tamanho média a grande e textura lisa.
Piscina		Piscina sem os devidos cuidados podem se tornar criadouro potencial para o <i>Ae. aegypti</i> (CONSOLI; LOURENÇO, 1994; FORATTINI, 2000; FORRATINI; BRITO, 2003).		Cyan	A forma dos elementos é predominantemente regular, com tamanho variado e textura lisa.
Vegetação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetação rasteira;</li> <li>• Vegetação arbórea</li> </ul>	Em áreas de floresta o <i>Ae. aegypti</i> apresenta baixa tendência para se dispersar, porque é um mosquito altamente adaptado ao ambiente urbano (MACIEL-DE-FREITAS et al., 2006).		Variações diversas de tons de verde	A forma dos elementos é irregular com tamanho variado. Para a vegetação arbustiva textura rugosa. Para vegetação rasteira a textura é pouco rugosa.

A malha de ruas foi um dado vetorial fornecido pelo Laboratório de Geoprocessamento-ICICT/FIOCRUZ-RJ. Com o auxílio do Google Earth, essa malha foi separada em rua pavimentada e rua não pavimentada.

### **3.4.2. Geração dos níveis de segmentação para classificação da cobertura do solo urbano**

Após a definição das classes e da chave de interpretação, procedeu-se à etapa de segmentação. Esse processo é iniciado com a importação da imagem fusionada para do software Definiens, sistema de interpretação de imagens que utiliza a abordagem GEOBIA (*GEOfrafic Object-Based Image Analysis*). Nesta etapa, definiram-se os níveis e a estratégia de segmentação (*bottom-up* ou *top-down*). A estratégia de segmentação adotada foi do tipo *bottom-up*, no qual os objetos do nível mais fino (detalhado) são agrupados até o nível de interesse. Foram definidos dois níveis de segmentação: o nível I ao qual pertencem as classes piscina, vegetação, sombra; área construída residencial/serviço, e área não edificada; e o nível II se restringe a existência dos objetos da classe imóvel não residencial. Nesse estudo foram desconsiderados os galpões de pequeno porte pela incerteza quanto ao seu uso (habitacional ou comercial) já que não houve trabalho de campo para essa constatação.

Para ambos os níveis utilizou-se o algoritmo de segmentação multiresolução proposto por Baatz e Schape (2000). Esse algoritmo usa o conceito de crescimento de regiões e trata-se de um procedimento iterativo de otimização local, que minimiza a heterogeneidade média dos objetos (HAPP et al., 2009). Inicialmente, cada segmento representa apenas um pixel da imagem, e todos os pixels estão associados a algum segmento. Os segmentos crescem na medida em que são unidos com seus vizinhos, e o menor aumento na heterogeneidade é utilizado como critério para a seleção do vizinho com o qual um segmento será unido. O crescimento dos segmentos é condicionado ao critério de heterogeneidade, que pode ser ajustado. Este ajuste pode ser feito pela escolha dos parâmetros de escala, pesos das bandas espectrais e dos fatores de cor e compacidade. O ajuste no parâmetro de escala influencia

diretamente o tamanho dos segmentos gerados. Os parâmetros de escala definidos foram 50 para o nível I (nível mais fino), e 250 para o nível II (nível mais grosseiro). O tamanho do segmento do nível II foi definido para englobar todos os elementos dessa classe. Ambos os níveis tiveram o maior peso atribuído ao parâmetro cor com valor de 0.6 do que a forma com valor de 0.4, pois nesse estudo o conteúdo espectral foi mais importante para distinguir classes de cobertura. Todas as bandas espectrais receberam peso 1.

### **3.4.3.Elaboração da rede hierárquica**

Nesta etapa de elaboração da rede hierárquica, o primeiro passo foi definir uma rede hierárquica inicial. A elaboração desta estratégia seguiu a estratégia das chaves de eliminação, em que o analista elimina passo a passo os atributos e condições de um nível mais geral até o mais específico, no qual está a classificação do seu objeto (LILLESAND; KIEFER, 1994). As classes de mais fácil distinção pelos atributos espectrais foram vegetação, caracterizada por valores alto de níveis de cinza obtidos da razão entre as bandas 3 (R) e 4 (NIR), e a classe sombra que apresenta baixo brilho, baixo nível de cinza. A ordem das demais classes foi definida de acordo com a facilidade de distingui-las na imagem.

### **3.4.4.Definição dos atributos e regras de pertinência**

Para a definição de atributos e regras de pertinência foram selecionadas algumas amostras de treinamento para cada uma das classes. Em seguida o comportamento dessas amostras em relação aos atributos foi analisado com o uso de histogramas (Figura 3.3).

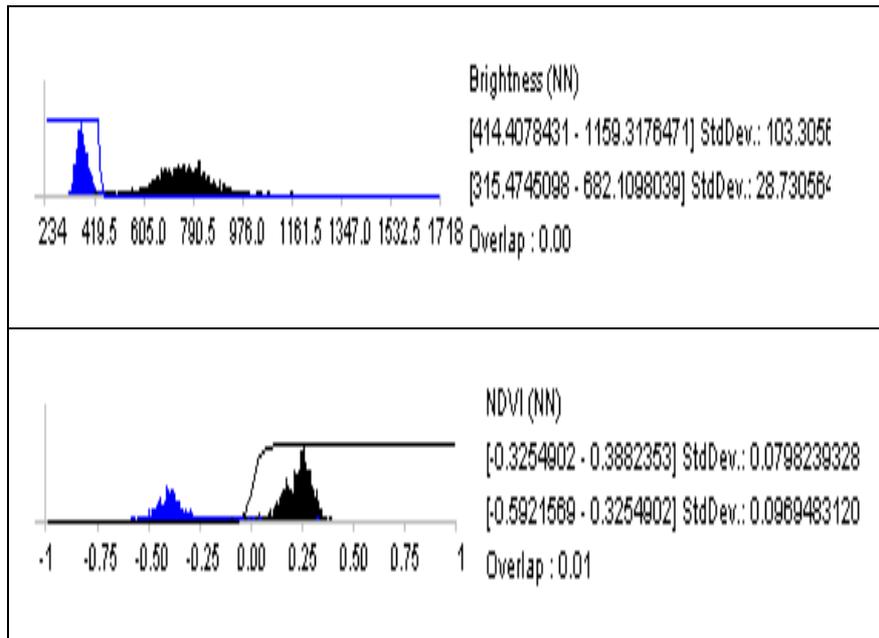


Figura 3.3 - Histograma do brilho e da razão entre as bandas 3 (R) e 4 (NIR) para as classes sombra em azul e vegetação em preto.

Como descritores foram priorizados os atributos identificados por Pinho (2005) para o trabalho em área urbana com chave de classificação similar. Os atributos e as regras de pertinência para o nível I foram (Figura 3.4):

1. Razão das bandas 3(R) e 4 (NIR). Esse atributo foi usado para separar as classes vegetação e não vegetação. Os valores mais elevados estão relacionados às áreas com maiores quantidades de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto que os mais escuros as áreas com menor quantidade de vegetação.
2. *Brightness*. Esse atributo é a média aritmética de todas as bandas multiespectrais. *Brightness* foi usado para separar os alvos de sombra e não sombra. A sombra apresenta baixa reflectância porque

absorve toda a energia incidente aparecendo em tons de cinza escuro à preto na imagem.

3. Razão das bandas 4/1 e 3/1. A operação de razão entre bandas permite discriminar sutis diferenças existentes no comportamento espectral de diferentes alvos do que nas bandas originais. Nas razões 4/1 e 3/1 a classe piscina apresenta tonalidades escuras.

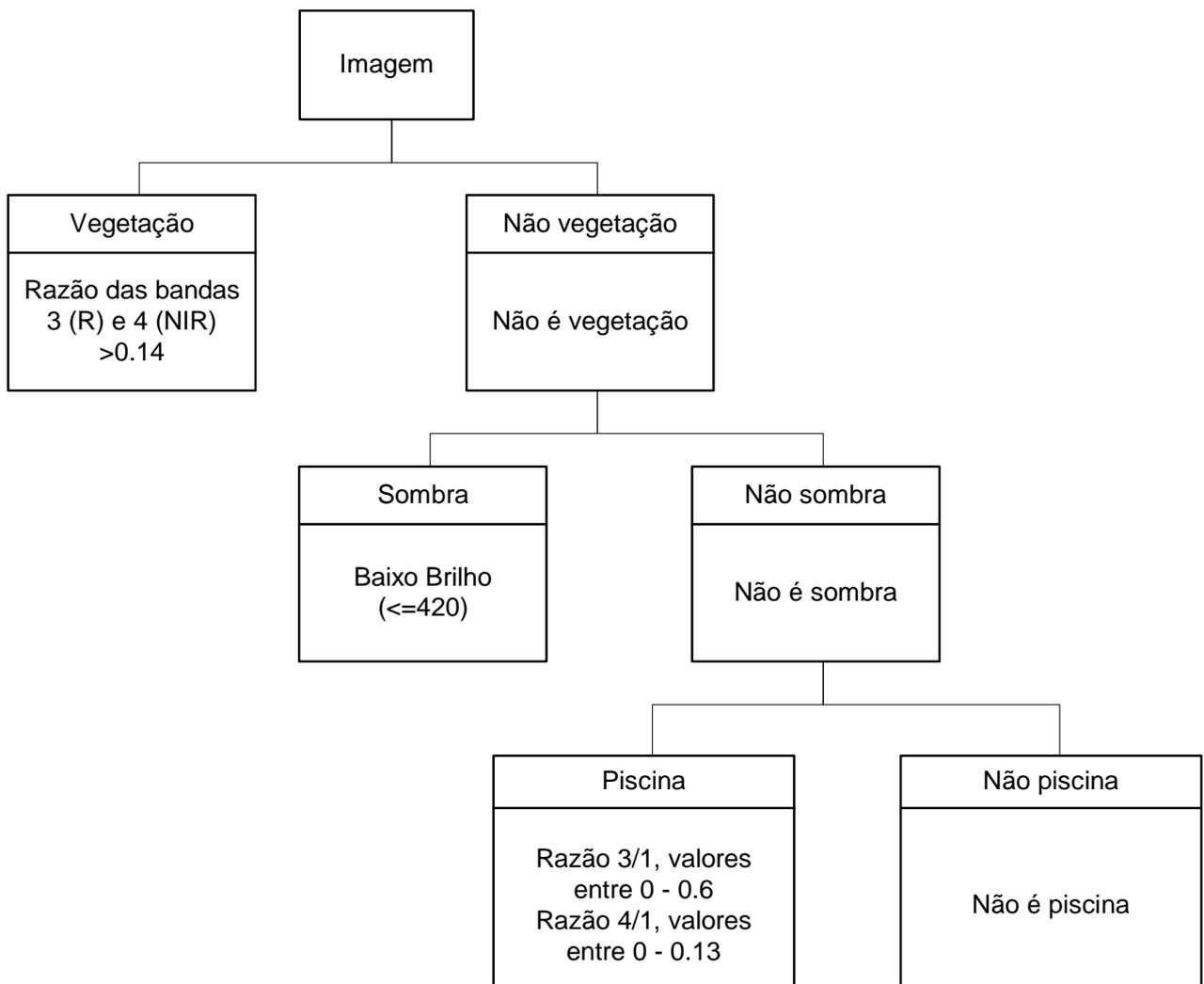


Figura 3.4- Rede de pertinência para o nível I

No nível 2 os atributos utilizados foram (Figura 3.5) :

1. Área. Esse atributo foi utilizado para todas as classes do nível II na finalidade de separar os galpões de grande porte dos demais segmentos.
2. Brightness: Esse atributo foi usado, pois ao contrário da sombra, os elementos de alto brilho apresentam uma coloração de tons de cinza mais claro a branco.
3. A razão das bandas 3(R) e 4 (NIR) foi usado para separar juntamente com os atributos áreas e média da banda R as telha de amianto. Esse atributo foi usado devido a presença de líquens, organismos vivos fotossinteticamente ativos presentes no telhado.
4. Média da banda do vermelho. Os telhados de amianto possuem a fórmula química  $Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$  com teor de ferro variável. O ferro absorve comprimentos de onda na faixa do vermelho, quanto mais teor de ferro estiver presente no material, mais escuro ele aparecerá na imagem. Os telhados de amianto apresentam tons de cinza médios na imagem da média da banda do vermelho.
5. Média da banda do verde. Esse atributo foi usado juntamente com atributo área para separar os elementos galpão cinza claro.
6. Razão 3/1 usado para separar galpão metálico.

Essa diversidade de classes de galpão (amianto, metálico, branco e cinza claro) foi definida para evitar uma confusão no algoritmo de classificação. Na classificação final essas classes foram juntadas e deu-se origem a classe imóvel não residencial.

A avaliação da classificação foi realizada amostrando de maneira aleatória 20 pontos para cada classe, totalizando 120 pontos (6 classes x 20 pontos). Em

seguida criou-se uma matriz de confusão e calculou-se o índice Kappa (HUDSON;RAMM, 1987).

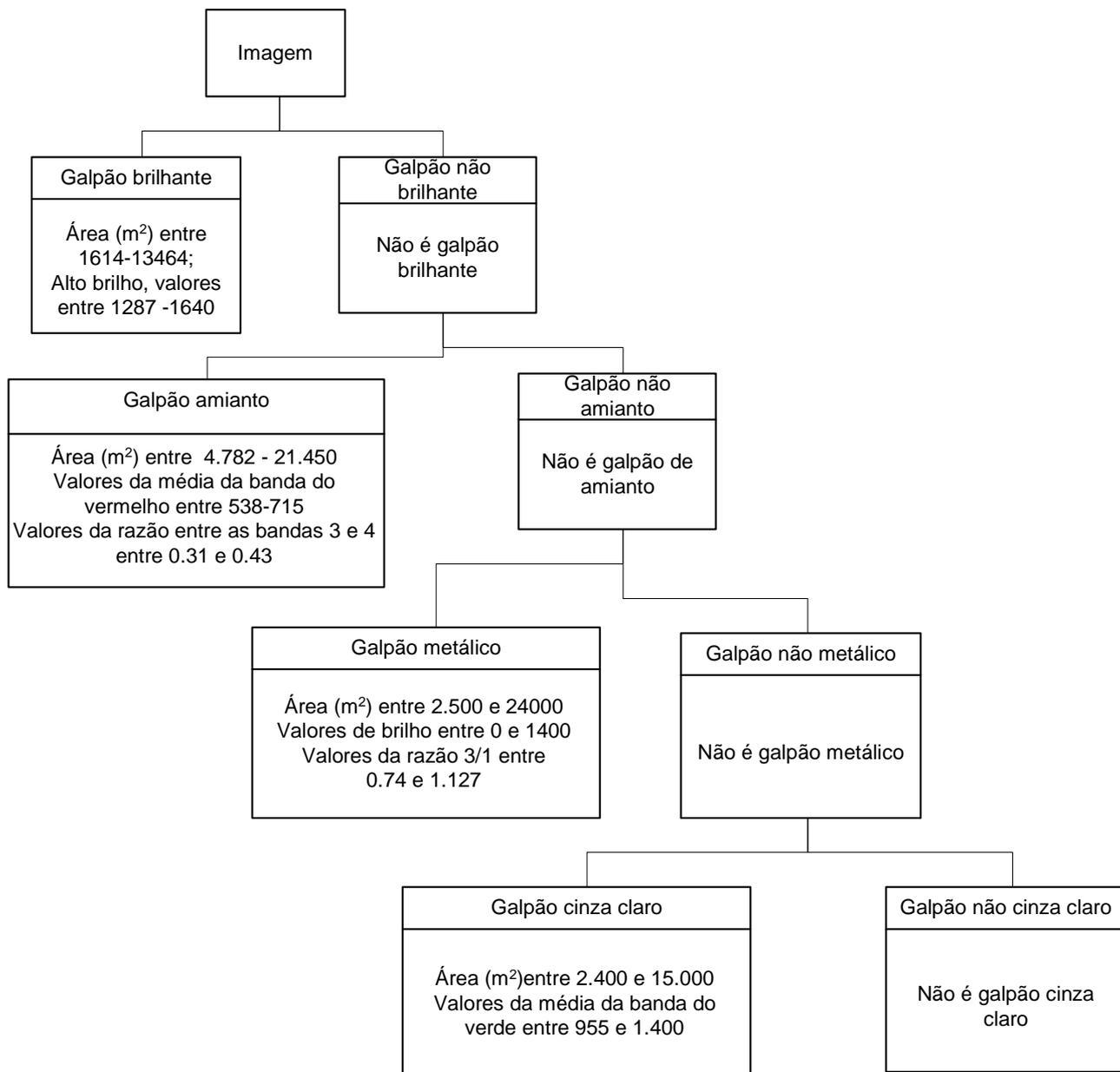


Figura 3.5 - Regra de pertinência para o nível II

### 3.4.5. Definição do tamanho da célula

O tamanho da grade celular foi definido visualmente, considerando que uma célula deveria observar uma área maior que a média das áreas ocupadas por um domicílio e peridomicílio e deveria refletir uma composição para o arranjo dos elementos que compõe a estrutura da paisagem observada o mais homogêneo possível. Isto é, não deveria misturar em uma mesma célula uma área que tivesse alta e baixa densidade domiciliar, alta e baixa densidade de cobertura vegetal e assim por diante. Foram testadas 4 tamanhos de células diferentes: 1000 x 1000 m, 500 x 500 m, 250 x 250 m e 100 x 100 m (Figura 3.6).

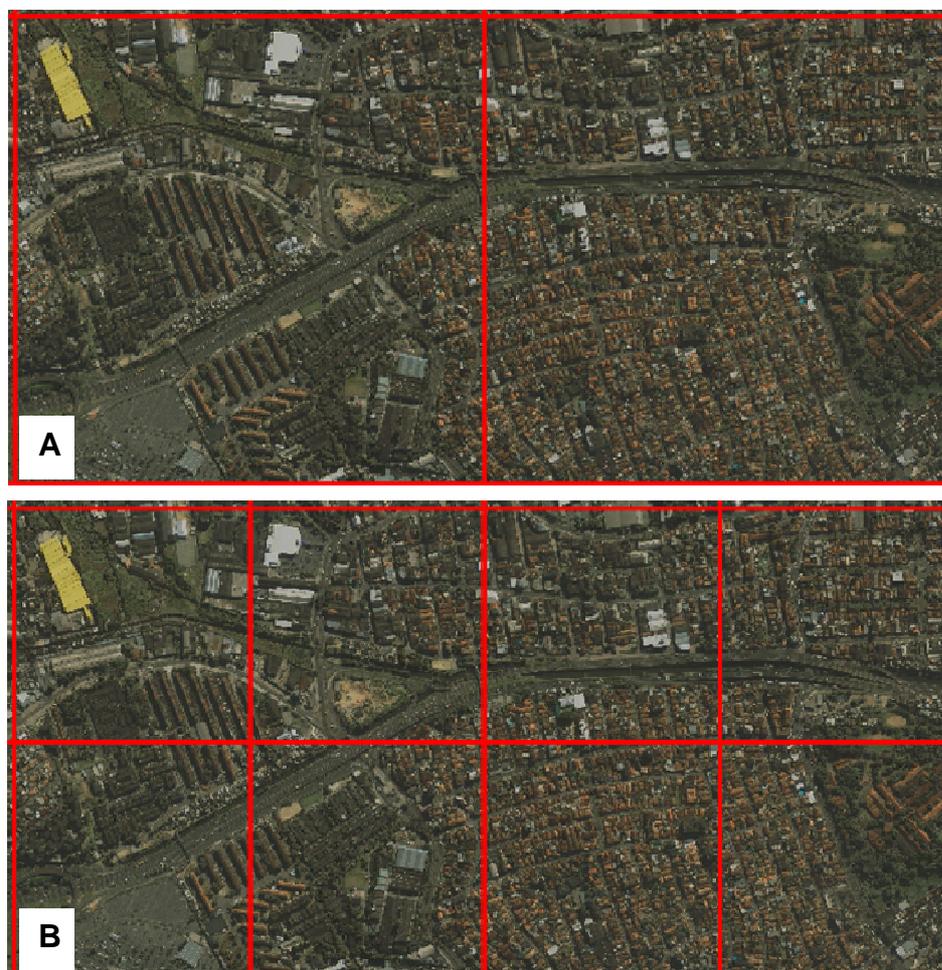




Figura 3. 6 – Tamanho das células. A) 1000 x 1000m, B) 500 x 500m, C) 250 x 250 m e D) 100 x 100m.

O tamanho de célula escolhido foi o de 250 x 250 m considerando os fatores acima mencionados, o que totalizou 841 células.

### **3.4.6. Definição da Tipologia de Padrões elementares da Paisagem Urbana (PPU) de interesse para a dengue.**

Nessa etapa do trabalho foi proposta e construída uma tipologia para definir micro-áreas com morfologias urbanas distintas denominadas Padrão Elementar de Paisagem Urbana (PPU). A tipologia foi construída analisando a densidade, a forma, o tamanho e a porcentagem de cada classe da paisagem urbana: área residencial/serviço, vegetação, sombra, área não edificada, imóvel não residencial, corpo d'água, rua pavimentada e rua não pavimentada. A tipologia proposta é baseada em uma literatura específica sobre a dengue e os fatores condicionantes estruturais à persistência do vetor e da doença em meio urbano como MORRISON et al (2006), REIS et al. (2010), SILVA et al. (2009), CONSOLI; LOURENÇO (1994), FORATTINI (2000), FORRATINI; BRITO (2003), MACIEL-DE-FREITAS et al. (2006) entre outras.

A seguir são apresentados os dez PPU de interesse para a dengue. Na Tabela A.1 em anexo é apresentado um resumo desses PPU's.

#### **1) PPU I**

##### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU I:

- Área densamente habitada, com alta densidade de casas e pessoas.

##### Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem

IKONOS II: Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas, sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. O arruamento é denso e pavimentado. Não há imóveis não residenciais (galpões) e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água. Pode haver presença ou não de vegetação.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado e vegetação, descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 40% a 60% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 3 m<sup>2</sup> a 8.000 m<sup>2</sup>, com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 30% a 60% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 20 m<sup>2</sup> a 2.300 m<sup>2</sup> com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe rua pavimentada – Muito densa;
- Classe vegetação - Densidade baixa de vegetação variando entre 0% a 20%. Polígonos da classe vegetação com tamanhos entre 8 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup>.

Na Figura 3.7, observa-se a construção do PPU I com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU I propriamente dito.

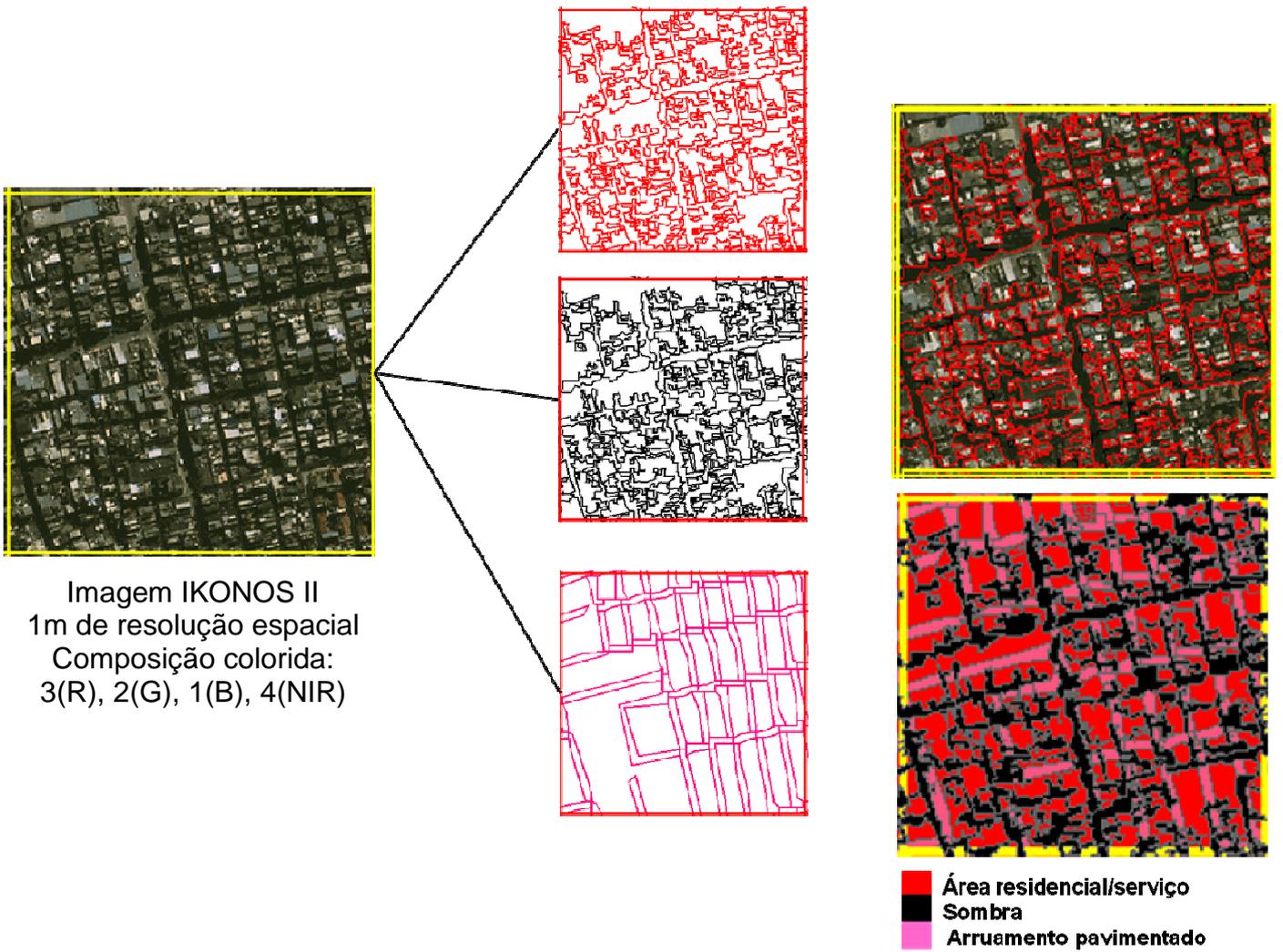


Figura 3. 7 – Padrão elementar da Paisagem Urbana (PPU) I.

## 2)PPU II

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU II:

- Área densamente habitada, com baixa cobertura vegetal.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar, espaçadas entre si com presença de pequenos jardins ou quintais. O sombreamento apresenta uma densidade moderada. O arruamento tem densidade moderada e é pavimentado. Há a presença de área com vegetação intraurbana com densidade moderada. Não há áreas não edificadas e nem imóveis não residenciais. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento e vegetação descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço - Apresenta entre 30% a 50% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 26.000m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – 30% a 40% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 150 m<sup>2</sup> a 2000 m<sup>2</sup>, com formato predominantemente alongado e bordas irregulares;
- Classe rua pavimentada – Moderadamente densa;
- Classe vegetação – Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos de vegetação dispersos variando em tamanho de 27 m<sup>2</sup> a 300 m<sup>2</sup>, com baixa densidade e bordas irregulares.

Na Figura 3.8, observa-se a construção do PPU II com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU II propriamente dito.

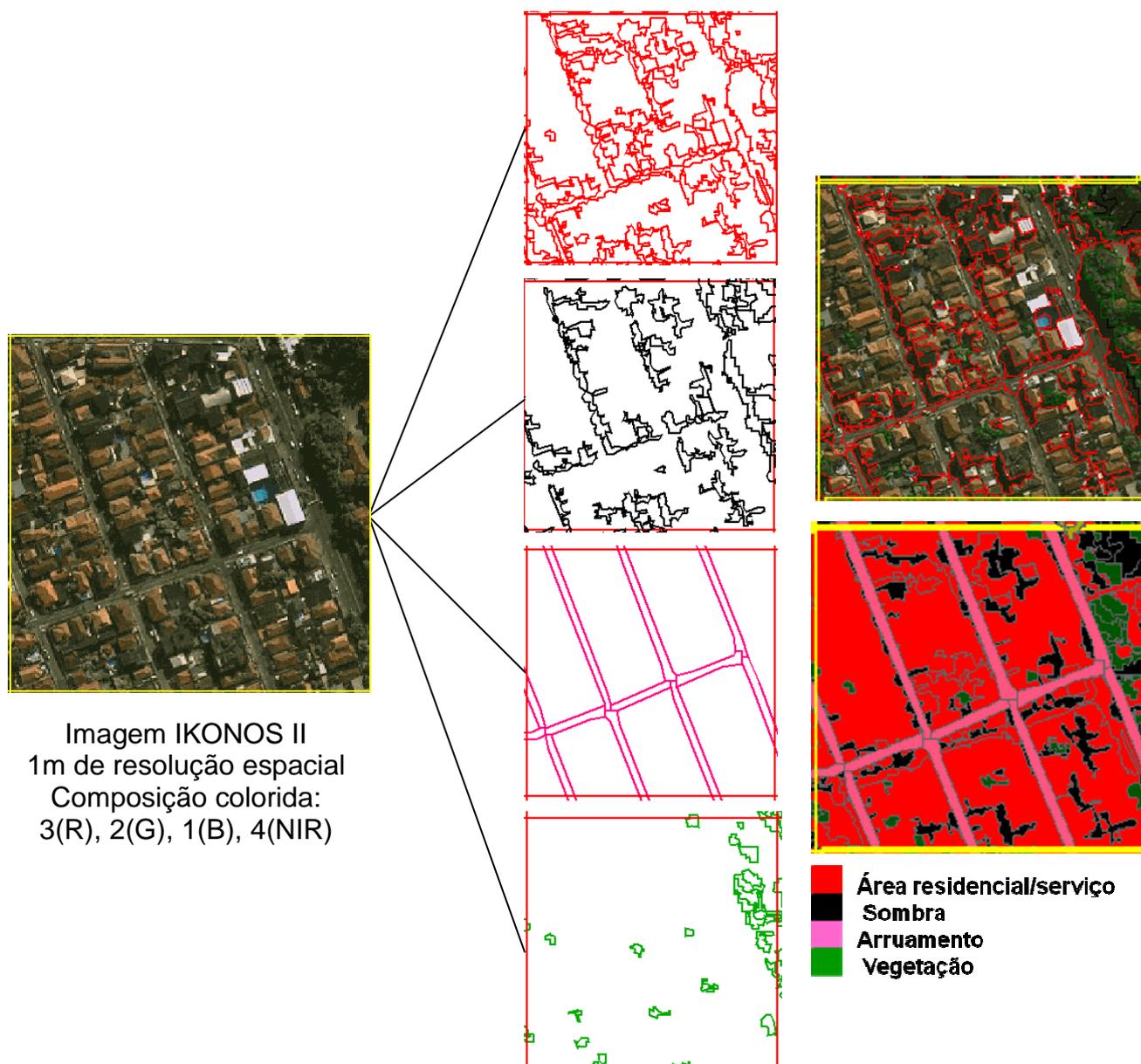


Figura 3.8 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU II)

### 3)PPU III

#### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU III:

- Área densamente habitada, com baixa cobertura vegetal.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. O arruamento é pouco denso e pavimentado. Há presença de área vegetada intraurbana com densidade moderada. Não há imóveis não residenciais (galpões) e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana. Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra arruamento e vegetação descrita a seguir:

-Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 32.000m<sup>2</sup> com formato irregular;

-Classe sombra – Apresenta cerca de 35% a 55% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 60 m<sup>2</sup> a 800 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;

-Classe rua pavimentada – Pouco densa ou com nenhum arruamento;

-Classe vegetação – Densidade baixa variando entre 10% a 20% de polígonos da classe vegetação com tamanhos entre 20 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup> e forma irregular.

Na Figura 3.9, observa-se a construção do PPU III com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU III propriamente dito.

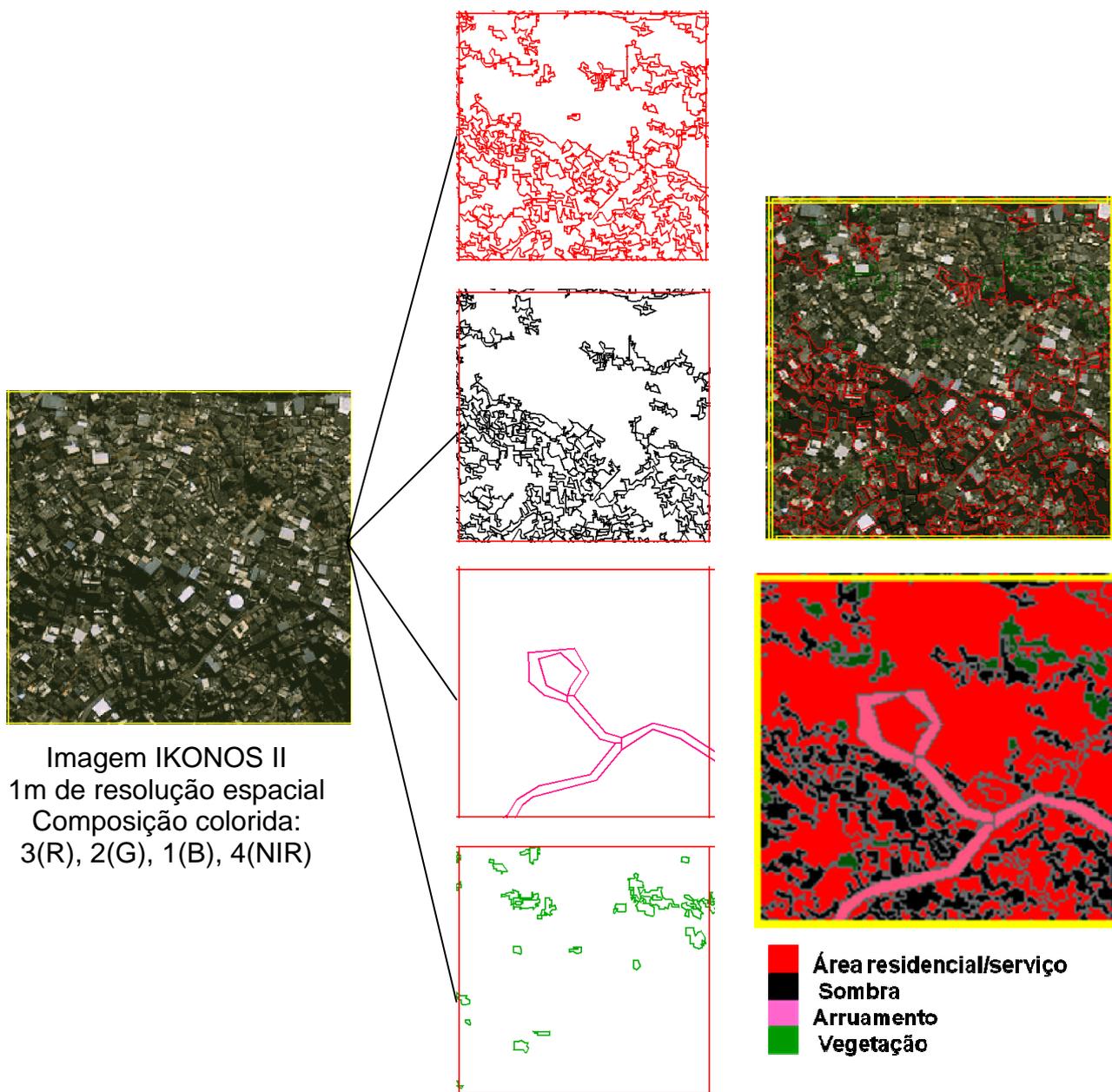


Figura 3.9 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) III

#### **4)PPU IV**

##### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU IV:

- Área urbana de baixa a moderada densidade de imóveis residenciais, com alta cobertura vegetal.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço pouco densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. Não há arruamento visível. Há presença de área com alta densidade de vegetação predominando sobre a classe residencial/serviço. Não há imóveis não residenciais e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

##### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra e vegetação descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 20% a 30% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 3.000m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 90 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe vegetação – Predomínio de polígonos da classe vegetação (>50%). Polígonos com bordas irregulares.

Na Figura 3.10, observa-se a construção do PPU IV com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU IV propriamente dito.

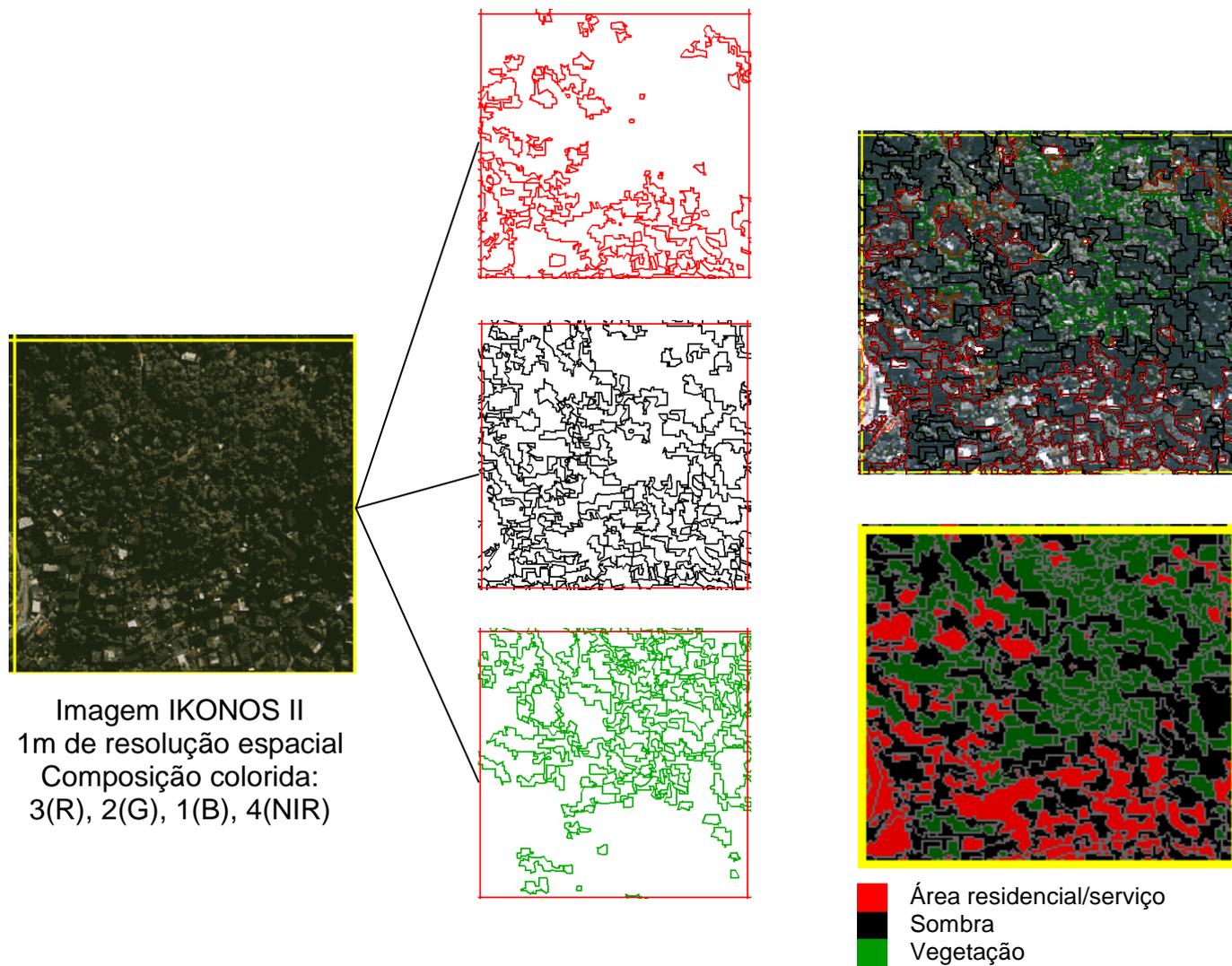


Figura 3.10 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) IV

## 5)PPU V

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU V:

- Área com baixa densidade de imóveis residenciais e de alta cobertura vegetal.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço pouco densa ou escassa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas entre si. O sombreamento é pouco denso. Não há arruamento visível e quando visível é pouco denso. Há presença de área com alta a moderada densidade de vegetação. Há presença de área não edificada. Não há imóveis não residenciais. Ausência de corpos d'água.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e área não edificada descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 0% a 20% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 25 m<sup>2</sup> a 600m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 0% a 20% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 100 m<sup>2</sup> a 600 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe vegetação – Predomínio de polígonos da classe vegetação (>50%). Polígonos com bordas irregulares;
- Classe área não edificada – Polígonos com forma geométrica de tamanho médio a grande com formato regular.

Na Figura 3.11, observa-se a construção do PPU V com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU V propriamente dito.

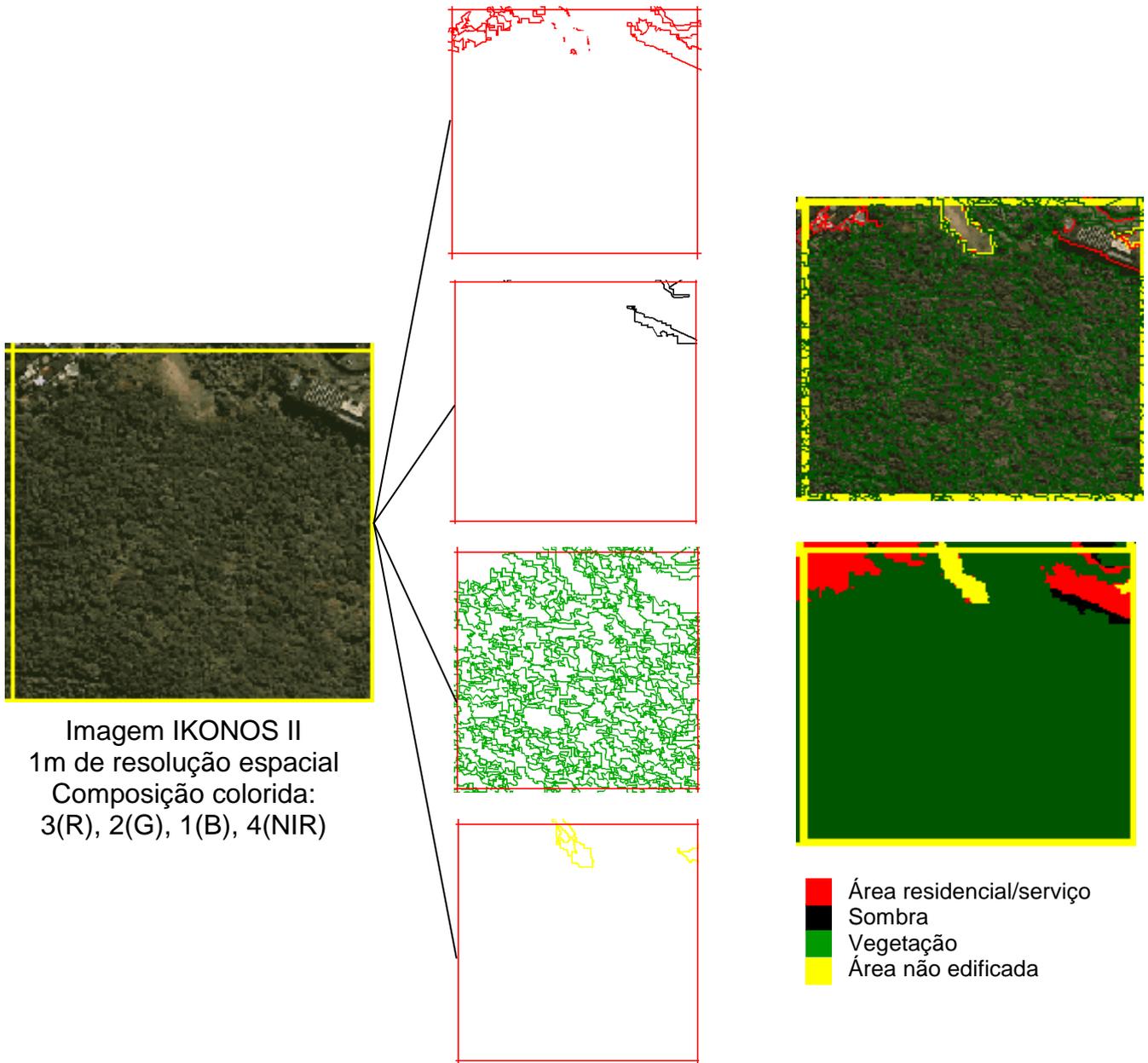


Figura 3.11 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) V

## 6)PPU VI

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU VI:

- Área urbana com a presença de imóvel não residencial.

### Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem

IKONOS II: Área residencial/serviço moderadamente densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar espaçadas entre si com presença de pequenos jardins ou quintais. O sombreamento é pouco denso. Não há arruamento visível. Há presença de área com densidade moderada de vegetação intraurbana. Há presença de imóveis não residenciais. Não há áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e imóvel não residencial descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta de 20% a 40% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 23.000m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 5% a 15% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 53 m<sup>2</sup> a 1200 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe vegetação – Apresenta de 40% a 60% de polígonos da classe vegetação com formas e bordas irregulares;
- Classe imóvel não residencial (galpão) – Polígonos com forma geométrica grande (>2500 m<sup>2</sup>) e regular.

Na Figura 3.12, observa-se a construção do PPU VI com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU VI propriamente dito.

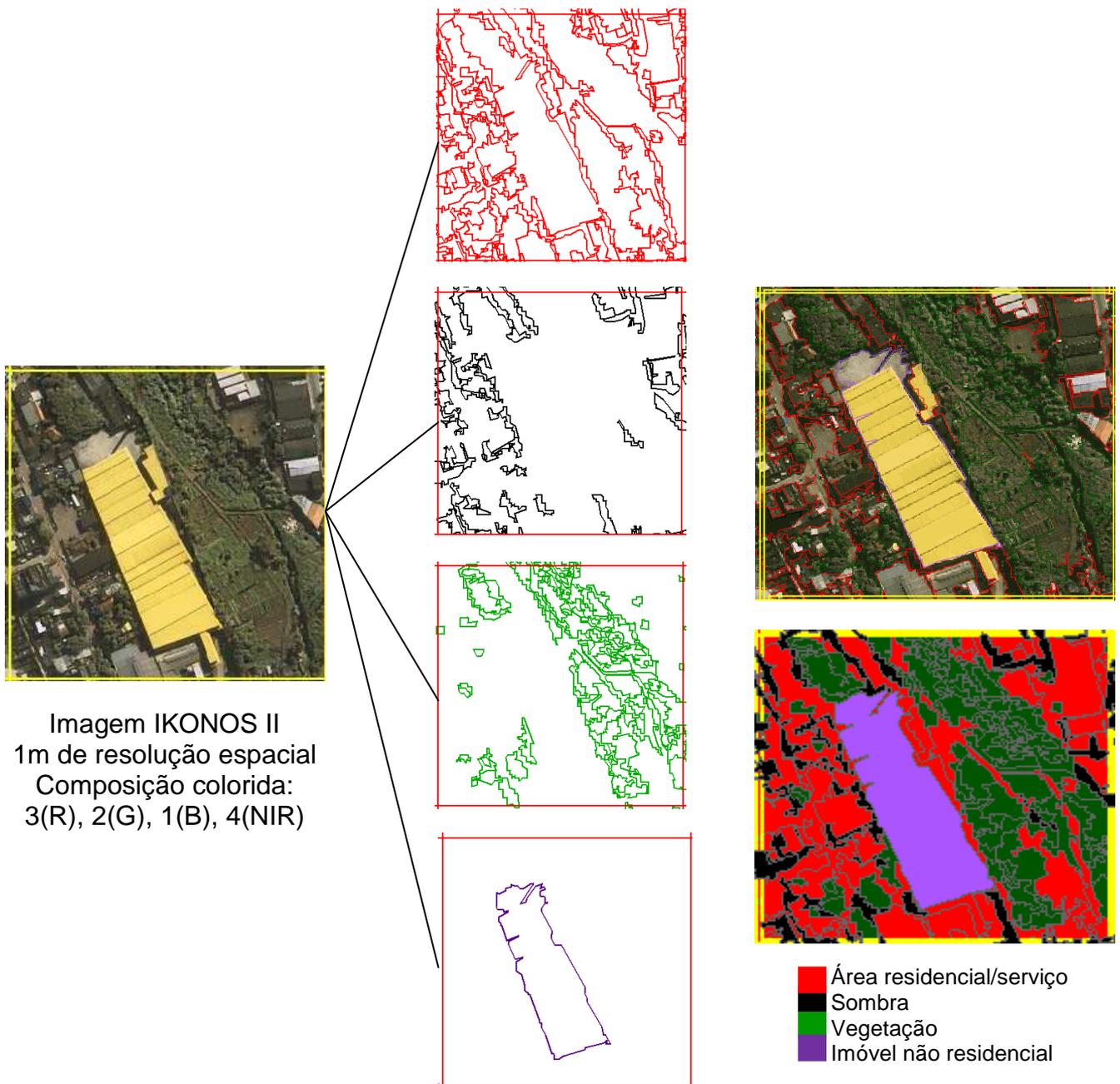


Figura 3.12 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VI.

## 7) PPU VII

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU VII:

- Área urbana com a presença de área não edificada.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar espaçadas entre si com a presença de jardins ou quintais. O sombreamento é de densidade moderada. O arruamento é moderadamente denso e pavimentado. Há presença de área de vegetação com densidade moderada. Há presença de áreas não edificadas. Não há imóveis não residenciais. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado, vegetação e área não edificada descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 10% a 30% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 16.000m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 30% a 50% polígonos de sombra, variando em tamanho entre 10 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe arruamento pavimentado – Moderadamente denso;
- Classe vegetação – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.

- Classe área não edificada– polígonos com forma geométrica grande e regular.

Na Figura 3.13, observa-se a construção do PPU VII com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU VII propriamente dito.

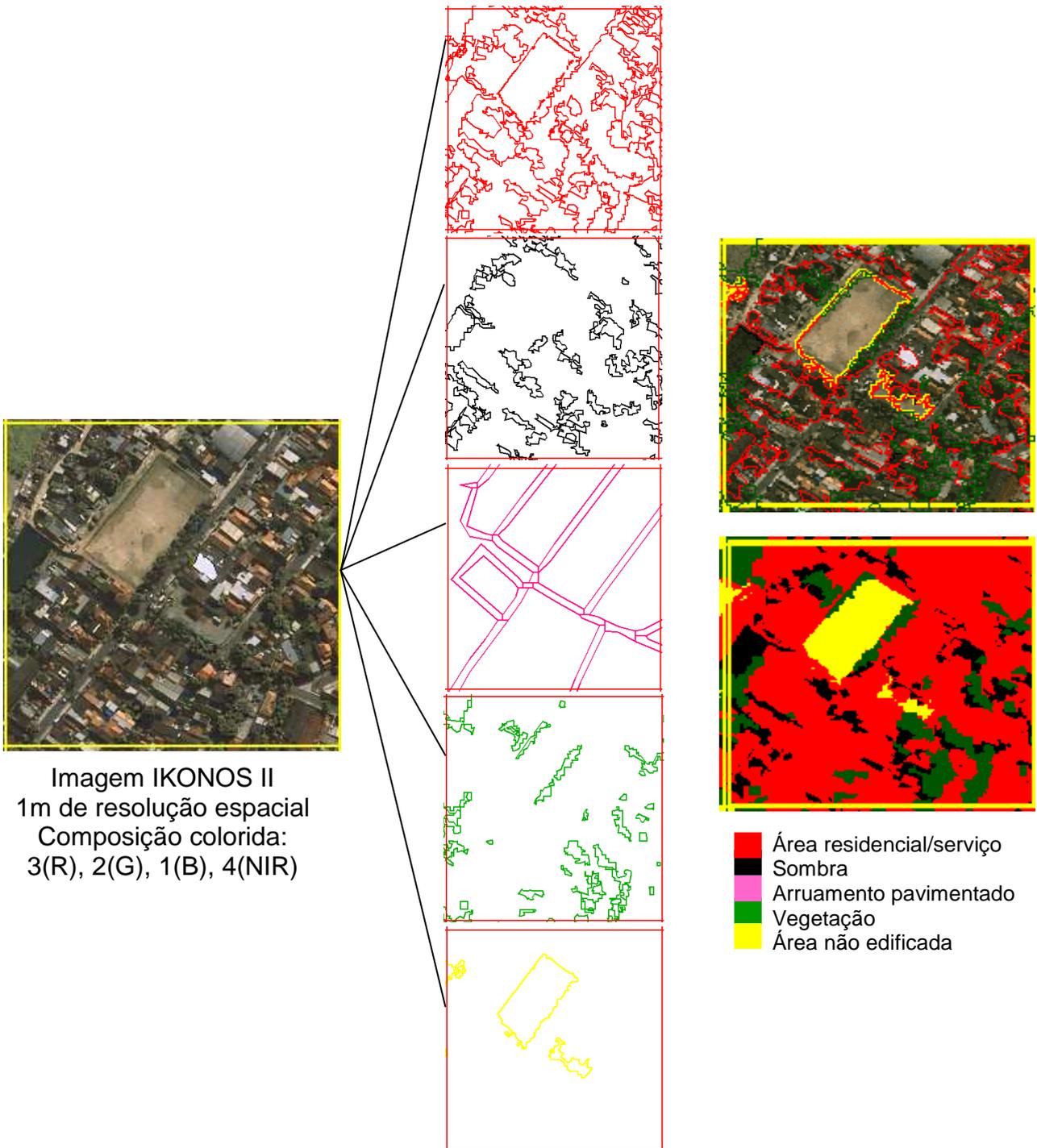


Figura 3.13 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VII

## 8)PPU VIII

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU VIII:

- Área urbana com a presença de imóvel não residencial e área não edificada.

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é pouco denso. O arruamento é pouco denso e pavimentado. Há presença de área de vegetação intraurbana com densidade moderada. Há presença de imóveis não residenciais e áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado, vegetação, imóvel não residencial e área não edificada descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe residencial/ serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 10.000m<sup>2</sup> com formato irregular;
- Classe sombra – Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 30 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares;
- Classe arruamento pavimentado – Moderadamente denso;
- Classe vegetação – Apresenta cerca de 30% a 45% de polígonos da classe vegetação com formas e bordas regulares;

- Classe imóvel não residencial (galpão) – Polígonos com forma geométrica grande (>2500 m<sup>2</sup>) e regular;
- Classe área não edificada – Polígonos com forma geométrica grande e regular.

Na Figura 3.14, observa-se a construção do PPU VIII com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e o PPU VIII propriamente dito.

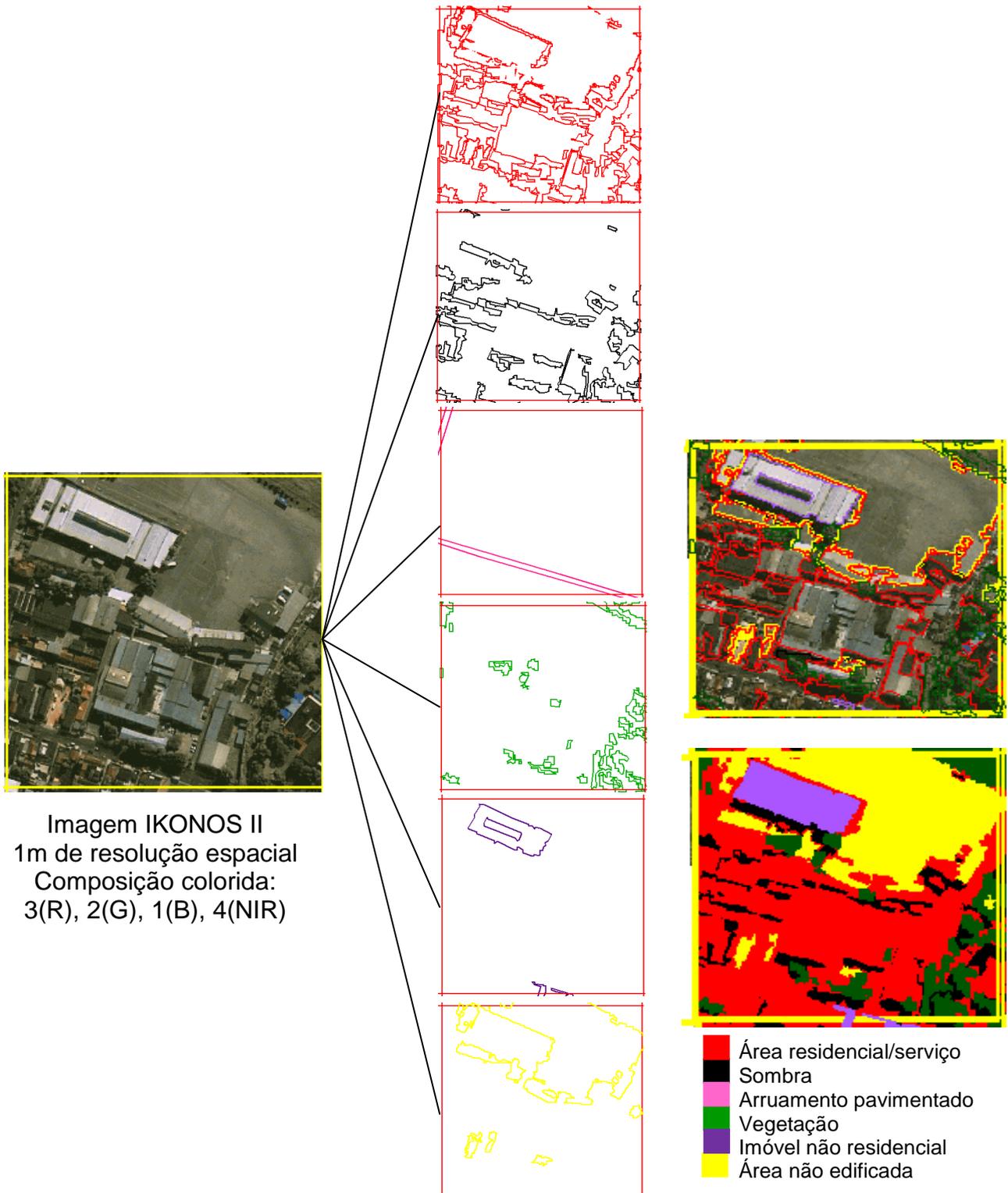


Figura 3.14 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) VIII

## 9) PPU IX

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU IX:

- Área urbana densa com imóveis quando residenciais do tipo multifamiliar

Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II: Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo multifamiliar. O sombreamento é denso. O arruamento é moderadamente denso e pavimentado. Há presença de área com densidade moderada de vegetação. Não há imóveis não residenciais e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado e vegetação descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta de 25% a 40% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 3 m<sup>2</sup> a 12.000m<sup>2</sup> , com predomínio de polígonos alongados e grandes com bordas irregulares;
- Classe sombra – Apresenta de 20% a 40% de polígonos de sombra, variando em tamanho entre 20 m<sup>2</sup> a 2000 m<sup>2</sup>, com predomínio de polígonos alongados e bordas irregulares;
- Classe arruamento pavimentado – Moderadamente denso;
- Classe vegetação – Apresenta 30% a 50% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.

Na Figura 3.15, observa-se a construção do PPU IX com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e PPU IX propriamente dito.

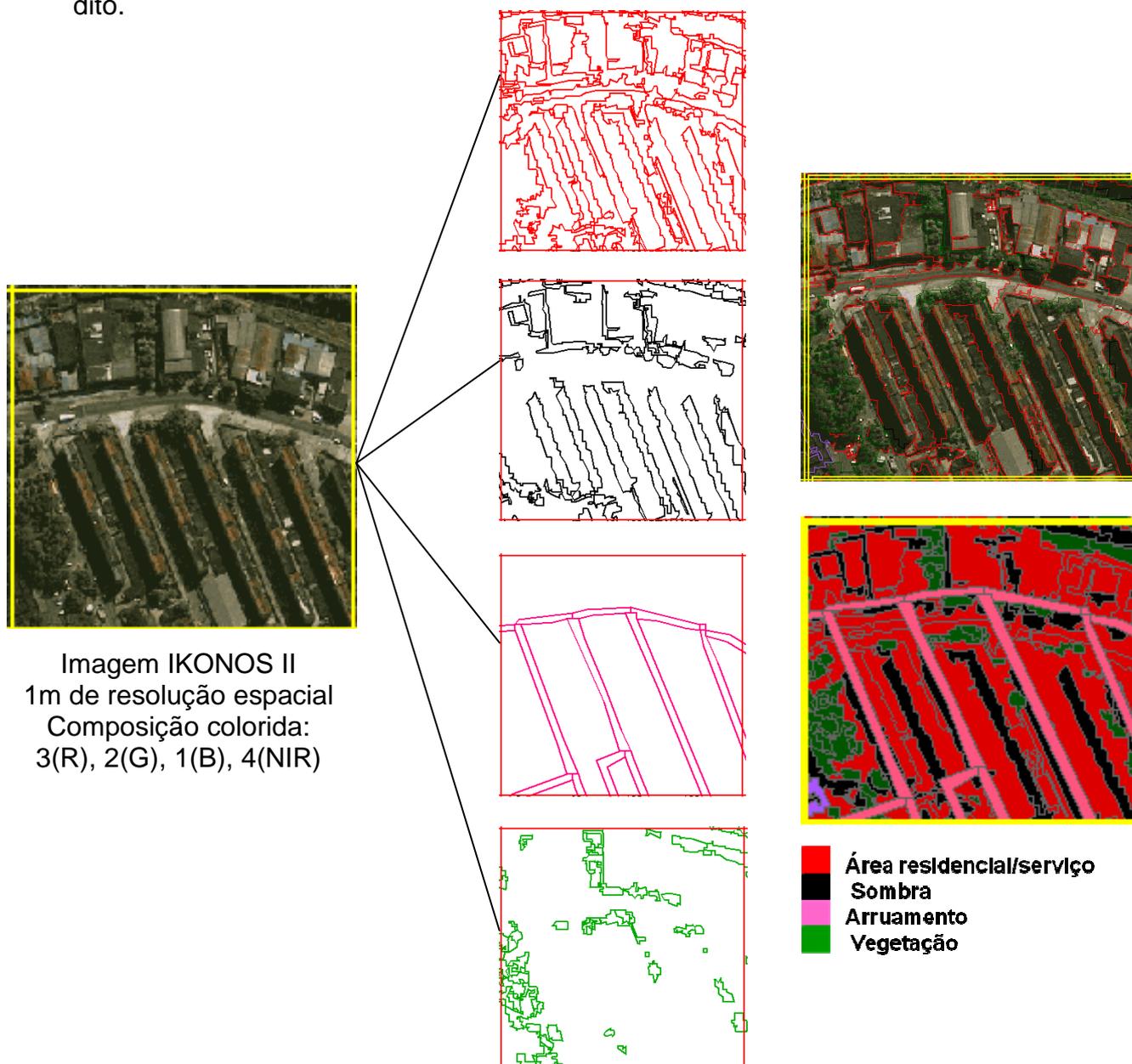


Figura 3.15 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) IX

## 10) PPU X

### Importância entomológica (relativo ao vetor) do PPU X:

- Área urbana com baixa densidade de imóveis residenciais, alta cobertura vegetal e presença de corpo d'água ocupando mais de 50% da célula.

### Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem

IKONOS II: Área residencial/serviço ausente ou pouco densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar. O sombreamento é pouco denso. O arruamento é pouco denso ou ausente na maioria das vezes. Há presença de área com alta densidade de vegetação. Não há imóveis não residenciais e nem áreas não edificadas.

### Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.

Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e corpo d'água descrita a seguir:

- Classe área residencial/serviço – Apresenta de 0% a 10% de polígonos da classe residencial/ serviço variando em tamanho de 98m<sup>2</sup> a 1.000m<sup>2</sup>, com predomínio de polígonos alongados e grandes com bordas irregulares;
- Classe sombra – Apresenta de 5% a 15% de polígonos de sombra, variando em tamanho entre 90 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup>, com forma e bordas irregulares;
- Classe vegetação – Apresenta 40% a 80% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares;
- Classe corpos d'água – apresenta polígonos grandes (1300 m<sup>2</sup> a 7000 m<sup>2</sup>).

Na Figura 3.16, observa-se a construção do PPU X com a imagem IKONOS II utilizada, as classes que compõe a paisagem urbana e PPU X propriamente dito.

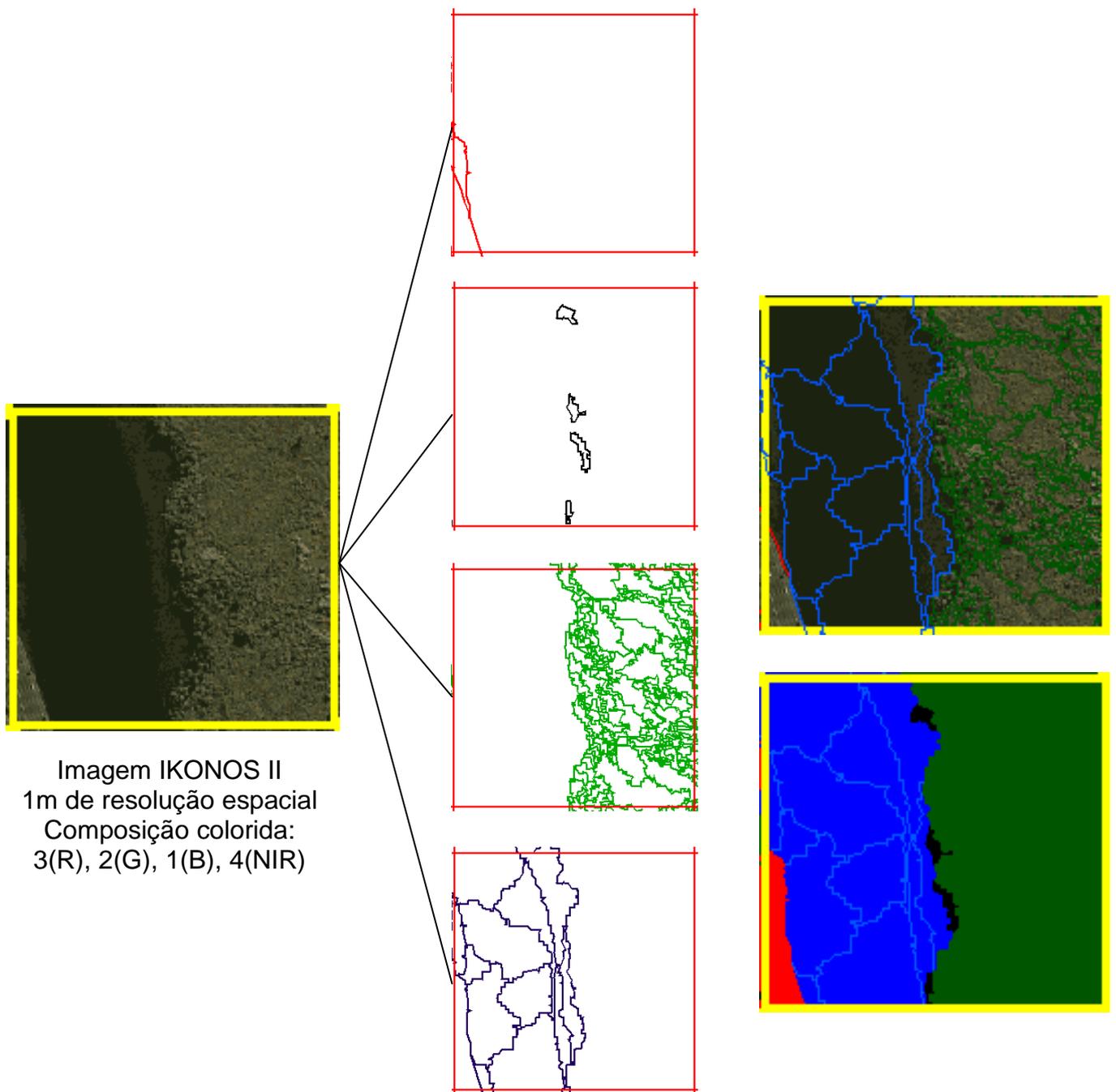


Figura 3.16 – Padrão de Paisagem Urbana (PPU) X

Com exceção dos PPU V e X os demais PPU podem ter ou não na sua composição paisagística a classe corpos d'água (pequenos córregos). Então foi

usada a seguinte nomenclatura para determinar esses PPU: PPU + número romano do PPU + \_I, exemplo PPU II\_I.

#### **3.4.6.1. Mineração de dados e métricas da paisagem**

Para classificar os elementos da paisagem urbana de acordo com os PPU's definidos pela tipologia proposta foi utilizado o aplicativo *Geographical Data Mining Analyst* (GeoDMA) desenvolvido por Korting et al. (2008).

Os dados de entrada foram a imagem fusionada de composição 3(R), 2(G), 1(B), 4(NIR) do sensor IKONOS II e os segmentos da classificação separados por classes, residencial/serviço, vegetação, corpo d'água, área não edificada, imóvel não residencial (galpões), sombra, rua pavimentada e rua não pavimentada. As métricas da paisagem e espectrais foram calculadas para cada célula de 250 x250 m definidas no item 3.4.5 a partir da imagem fusionada (métricas espectrais) e dos segmentos da classificação (métricas da paisagem).

Foram calculadas 13 métricas da paisagem divididas em quatro grandes grupos: 1) métricas de área; 2) métricas de densidade, tamanho e variabilidade da mancha, 3) métricas de borda e 4) métricas de forma (MCGARIGAL; MARKS, 1995) e três métricas espectrais ambas as métricas foram calculadas por célula e estão implementadas no GeoDMA (INPE, 2007). As métricas utilizadas podem ser encontradas no apêndice.

Nesse trabalho as métricas utilizadas são do nível 2, métricas de classe, porque o GeoDMA só possui métricas dos níveis 1 e 2. A tipologia descrita pode fazer uso de métricas no nível 3, paisagem inteira, mas não foi o caso neste estudo, uma vez que elas não estão ainda disponíveis na atual versão do GeoDMA. As métricas utilizadas são agrupadas na categoria índices de disposição.

Após a extração das métricas, os atributos extraídos foram analisados dois a dois através do gráfico de dispersão para a identificação de quais atributos separariam melhor os padrões de paisagem urbana de interesse (Figura 3.17).

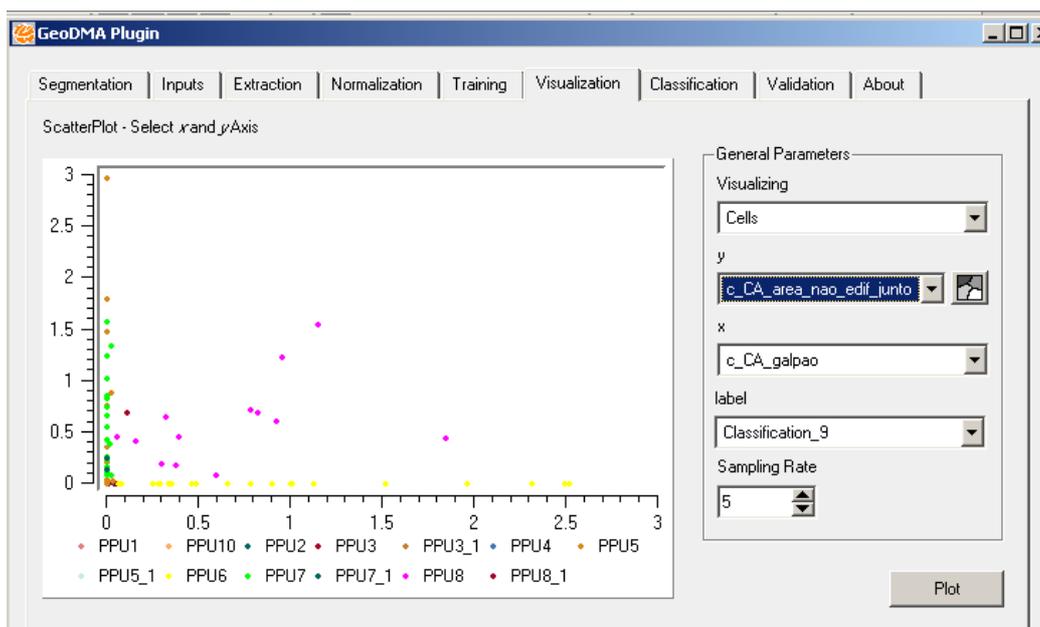


Figura 3.17 - Gráfico de dispersão entre os atributos c\_CA\_area\_nao\_edif e c\_CA\_galpao

Em seguida foram selecionadas no total 105 amostras de treinamento, os PPU, para a etapa seguinte de classificação. Selecionadas as amostras, procedeu-se a etapa de classificação utilizando o algoritmo supervisionado de árvore de decisão C4.5 (QUILAN, 1993). Após a classificação dos padrões, procedeu-se a avaliação da classificação utilizando a matriz de confusão com o cálculo do coeficiente de concordância Kappa (HUDSON;RAMM, 1987).

### **3.5.Preparação dos dados epidemiológicos**

Os casos notificados de dengue do município do Rio de Janeiro foram geocodificados utilizando o endereço de residência dos pacientes (base não gráfica) e o mapa de arruamento do município do Rio de Janeiro (base gráfica) contendo o nome e a numeração inicial e final do lado direito e esquerdo da rua. Os endereços dos pacientes foram localizados de forma automatizada por aproximação no software TerraView 3.5.0 (TERRAVIEW 3.5.0, 2010).

### **3.6.Dados entomológicos**

Em Higienópolis foi delimitado um quadrante de 750 x 750m, no qual foram selecionados aleatoriamente 80 domicílios, sendo que 40 deles receberam ovitrampas (armadilhas para capturar ovos de *Ae. aegypti*) e os outros 40 MosquiTraps (armadilhas para capturar fêmeas adultas de *Ae. aegypti*). Após a seleção das casas, os moradores foram convidados a participar do estudo (HONÓRIO et al., 2009b). As armadilhas de oviposição (Ovitrampas e MosquiTraps) foram implantadas em ambiente peridomiciliar e georreferenciadas com o auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Essas armadilhas permaneceram no ambiente de setembro de 2006 a março de 2008, com monitoramento semanal em que eram realizadas as coletas de ovos, larvas e mosquitos adultos capturados nas armadilhas. Estes eram levados ao laboratório para a identificação e contagem.

### **3.7. Análise de dados**

**Dados entomológicos.** As ovitrampas e MosquiTraps foram separadas por PPU's e dentro de cada padrão de paisagem urbano foram observadas as médias de ovos e mosquitos coletados de setembro-2006 a março-2008 para a visualização da dinâmica de infestação dentro e entre PPU's.

**Dados epidemiológicos.** Os dados epidemiológicos agregados por bairros foram classificados em:

- Alta (A) - os que tiveram taxas altas todo o período de 2000 a 2009;
- Baixa (B) - os que tiveram taxas baixas todo o período de 2000 a 2009;
- Altas fora do período epidêmico (AS) - Os que tiveram taxas altas mesmo em períodos sem surto, o que pode representar lugares com boas condições de manutenção do mosquito;
- Outros (O) - aqueles que apresentam um comportamento médio em relação a toda região.

Essas classes foram definidas baseadas no limite inferior e superior. Esses limites foram estabelecidos pela média mais o desvio padrão e média menos o desvio padrão (Figura 3.18). A média foi obtida dos valores das taxas calculadas por bairro durante 2000 a 2009. As taxas foram calculadas da seguinte forma: primeiro calculou-se o somatório de casos de dengue nos períodos endêmicos e epidêmicos com base unicamente nos valores de incidência da doença ao longo do tempo acima citado. Em seguida calcularam-se duas taxas de incidência de dengue, uma referente ao período epidêmico e outra ao período endêmico. O cálculo da taxa foi feito da seguinte forma:

Taxa = Total de casos (período epidêmico ou endêmico) \*10.000/ População total

Os valores da média e dos desvios calculados foram: 539 e  $\pm$  522 (período epidêmico) e 112 e  $\pm$  110 (período endêmico).

Em seguida por análise visual e sobreposição de mapas, caracterizou-se os bairros pelo tipo de PPU.

Os casos de dengue geocodificados foram visualizados espacialmente usando um suavizador não paramétrico, estimador kernel da média de pontos (BAILEY; GATRELL, 1995), com raio de influência de aproximadamente 250m. Os mapas de kernel foram construídos no intuito de associar a intensidade de casos de dengue com os tipos de PPU's presente na área de estudo.

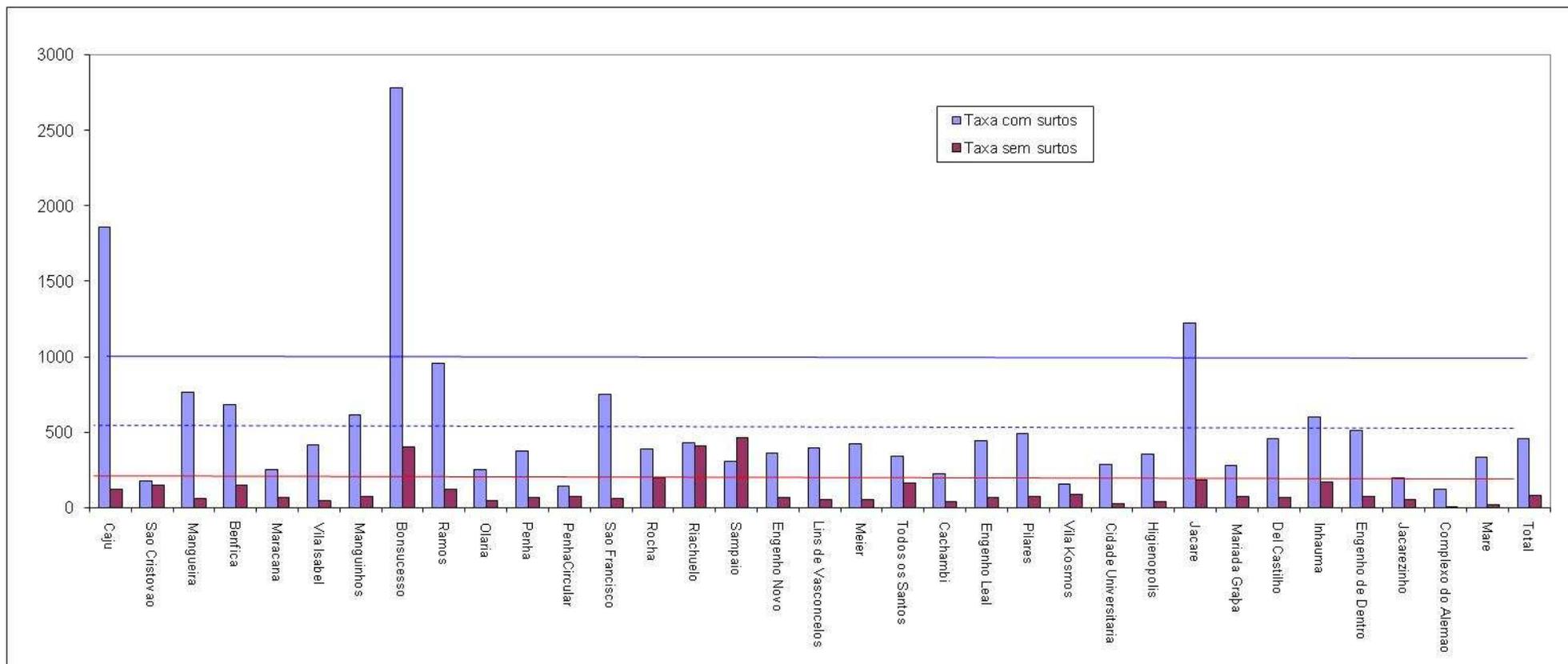


Figura 3.18 - Gráfico da incidência de dengue por bairros.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1.Fusão Gram-Schmidt**

Na Figura 4.1, observa-se uma pequena seção da cena do IKONOS II para a área de estudo, Rio de Janeiro. À esquerda, está a imagem multiespectral de 4m de resolução espacial do IKONOS II, e à direita, a imagem fusionada correspondente.

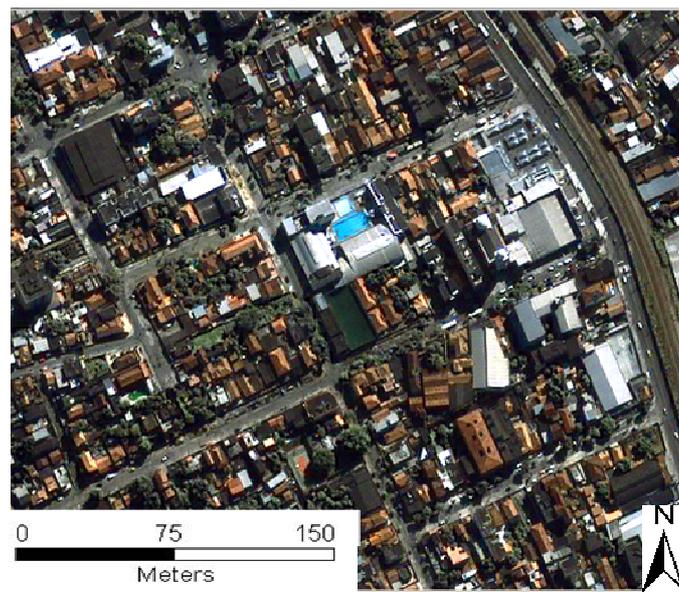
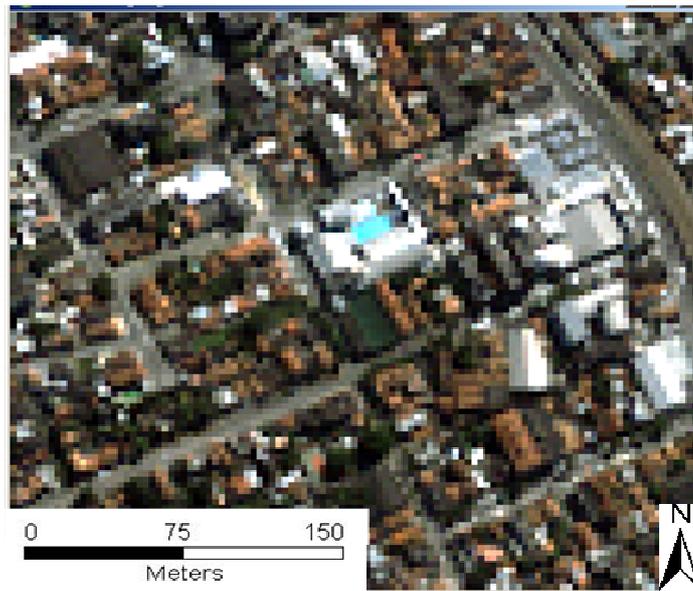


Figura 4.1 – A) Recorte da Imagem IKONOS II de 4m de resolução espacial multiespectral; B) Recorte da Imagem IKONOS II híbrida de 1m de resolução espacial com composição colorida verdadeira, 3(R), 2(G), 1(B), 4(NIR). Coordenadas de canto das imagens acima: Canto superior esquerdo ( $43^{\circ}15'46.82''$  W e  $22^{\circ}51'18.46''$  S), canto inferior direito ( $43^{\circ}15'30.51''$  W e  $22^{\circ}51'30.44''$  S).

## 4.2. Mapa Temático

O mapa temático foi o resultado da combinação da segmentação do nível I (Figura 4.2) com a segmentação do nível II (Figura 4.3). Cada um dos níveis de segmentação possui uma escala de representação associada e diferenciada, ou seja, um tamanho médio de objetos extraídos, o que possibilitou separar a classe galpão das demais. Mesmo assim, alguns polígonos das classes galpão (amianto, metálico, cinza, brilhante) foram extraídos manualmente. A Figura 4.4 ilustra o mapa temático final.

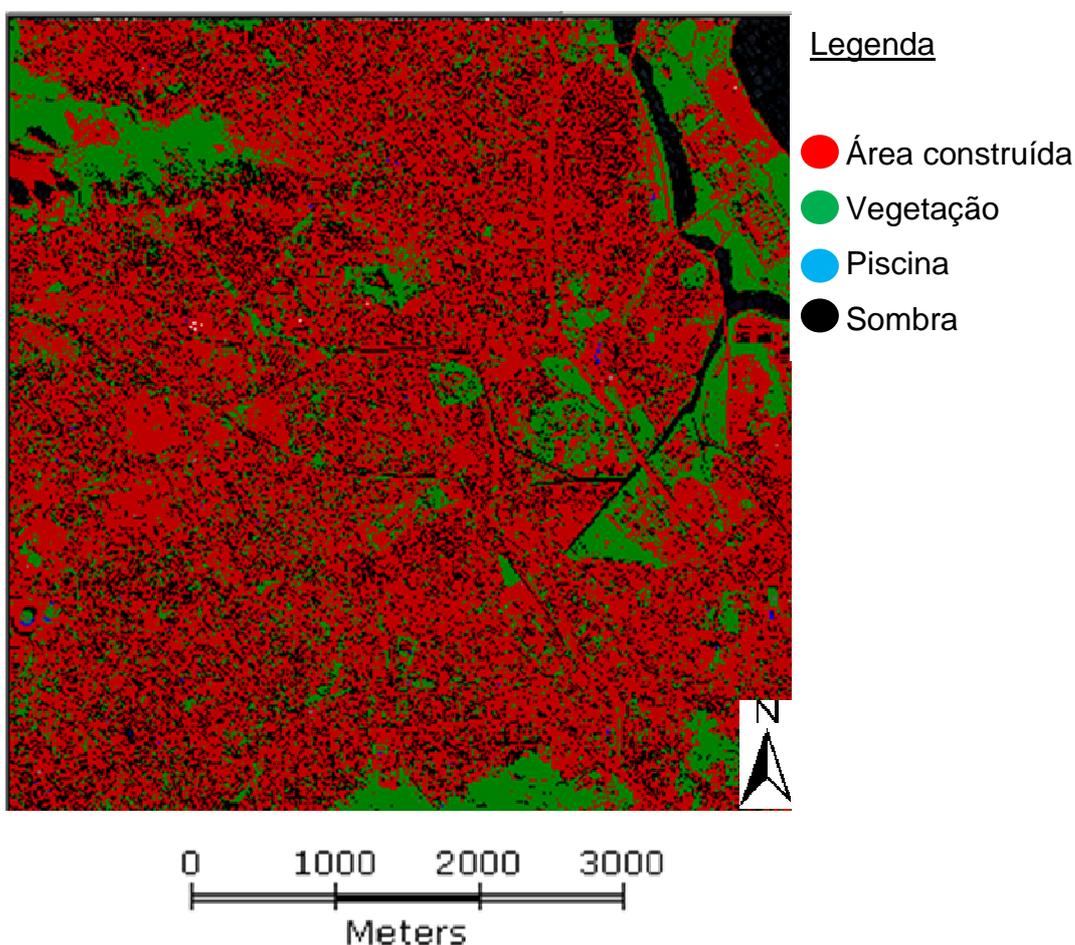


Figura 4.2 – Classificação do nível I (nível fino), Fator de escala = 50.  
Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ}17'40.24''W$  e  $22^{\circ}50'43.03''S$ ),  
canto inferior direito ( $43^{\circ}13'34.94''W$  e  $22^{\circ}54'29.23''S$ ).

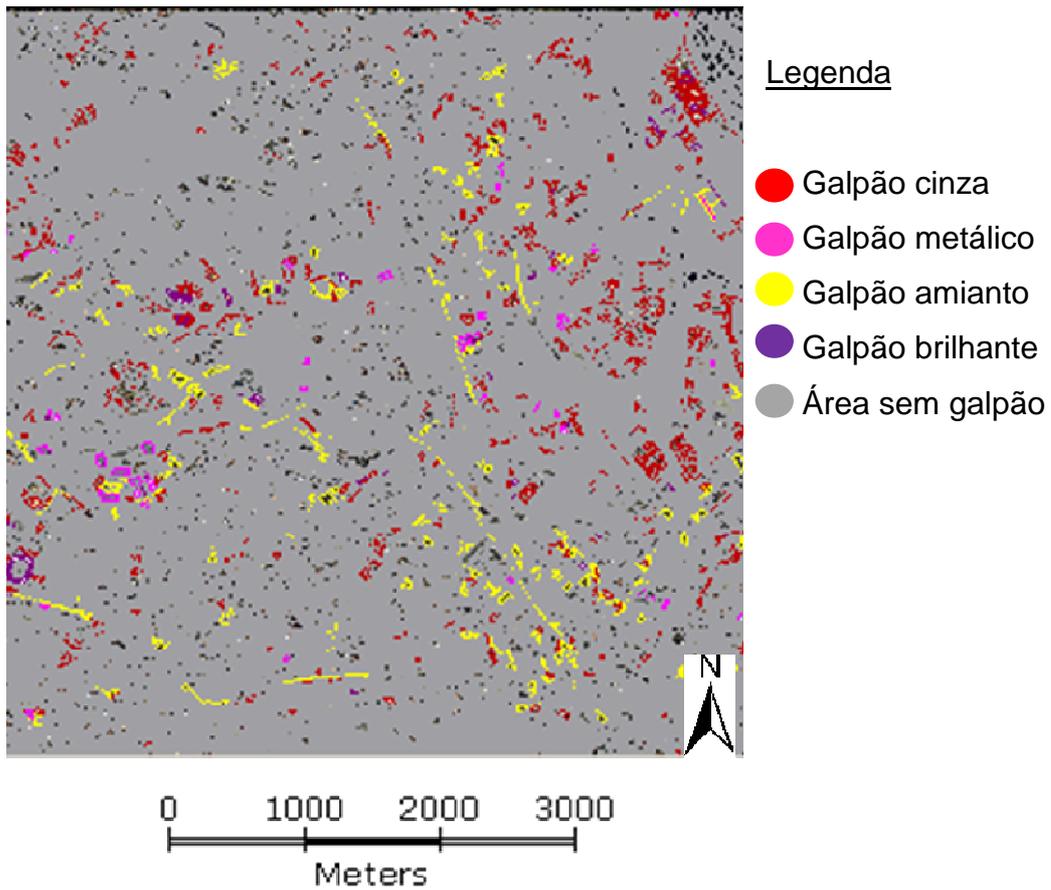


Figura 4.3 – Classificação do nível II (nível grosseiro), Fator de escala = 250. Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ}17'40.24''W$  e  $22^{\circ}50'43.03''S$ ), canto inferior direito ( $43^{\circ}13'34.94''W$  e  $22^{\circ}54'29.23''S$ ).

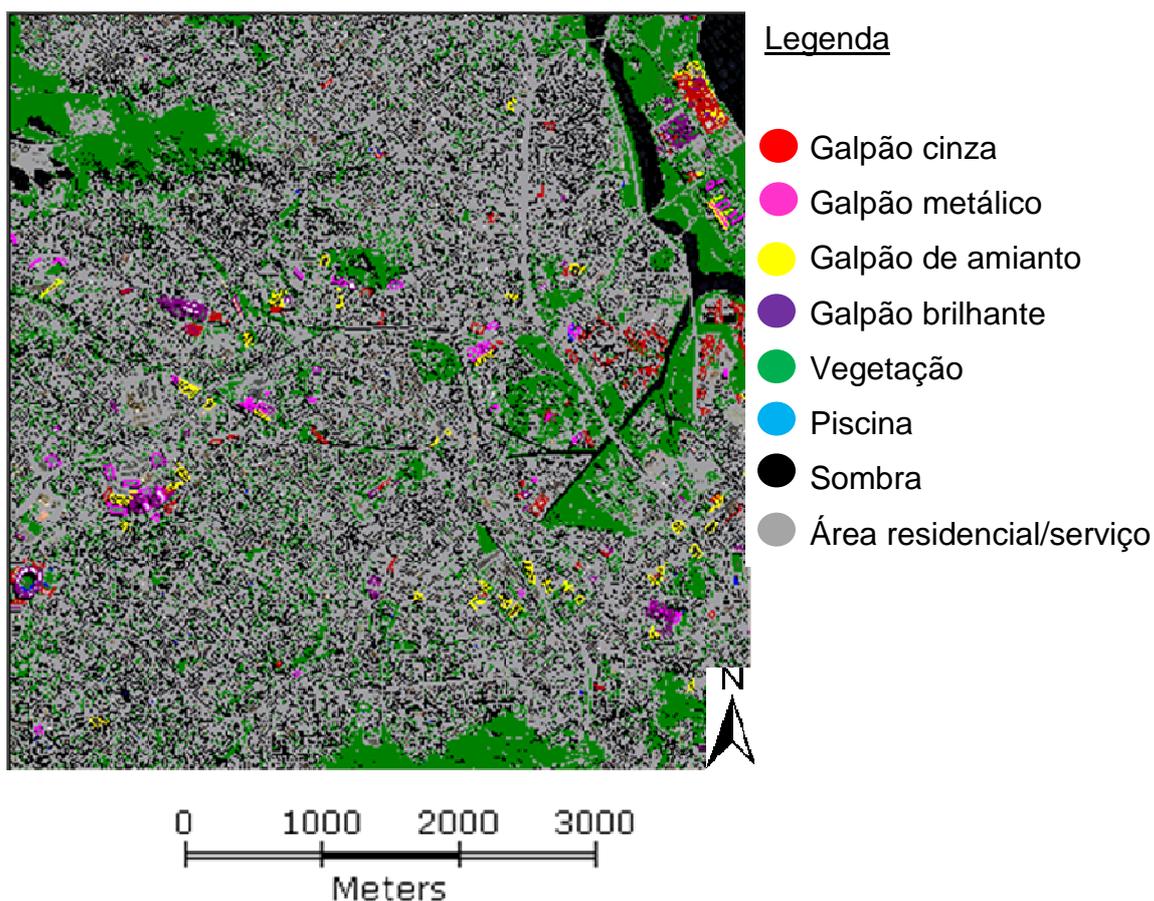


Figura 4.4 – A combinação do nível II com o nível I.  
 Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ}17'40.24''W$  e  $22^{\circ}50'43.03''S$ ),  
 canto inferior direito ( $43^{\circ}13'34.94''W$  e  $22^{\circ}54'29.23''S$ ).

As classes galpão amianto, galpão cinza, galpão metálico e galpão brilhante foram agrupadas e deram origem a classe imóvel não residencial. A classe corpo d'água foi confundida com a classe sombra, como havia apenas um corpo d'água na imagem optou-se por separá-lo manualmente da classe sombra. Optou-se também por incorporar a classe piscina à classe área construída residencial/serviço devido à baixa representatividade dessa classe. A classe área não edificada foi classificada visualmente, pois áreas como estacionamento possuem o mesmo material do asfalto.

A avaliação baseada nos objetos da classificação foi realizada por meio da análise da matriz de confusão com o auxílio de um intérprete. A matriz de confusão incluiu as edições e a classe imóvel não residencial. Os resultados da avaliação podem ser vistos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Matriz de confusão da classificação orientada a objeto

	CLASSES	REFERÊNCIA						TOTAL
		Área não edificada	Corpos d'água	Imóvel não residencial	Sombra	Vegetação	Residencial/serviço	
CLASSIFICADA	Área não edificada	<b>18</b>	0	0	0	2	0	20
	Corpos d'água	0	<b>20</b>	0	0	0	0	20
	Imóvel não residencial	0	0	<b>19</b>	0	0	1	20
	Sombra	1	0	0	<b>19</b>	0	0	20
	Vegetação	1	0	0	0	<b>19</b>	0	20
	Residencial/serviço	3	0	0	0	0	<b>17</b>	20
	TOTAL	23	20	19	19	21	18	<b>120</b>
Exatidão Global = 0,8682      Índice Kappa = 0,8420      Vâr (K) =0,0013								

A exatidão global (acurácia global) foi de 0,8682 e o índice Kappa 0,8420.

A utilização de imagens de alta resolução e de métodos de análise orientada a objeto está consolidada para estudos voltados a área urbana, a qual é formada por alvos de dimensão reduzida (WELCH, 1992) e de grande heterogeneidade espacial e espectral (CHEN; HEPNER, 2001; HEROLD et al., 2004) (Figura 4.5). A classificação orientada a objeto permite a inserção do conhecimento do analista e a utilização de parâmetros de cor, forma, textura e contexto na

classificação de imagens, ao contrário dos classificadores pixel-a-pixel, que consideram apenas as informações espectrais, o que não é suficiente para discriminar as feições de interesse em escala urbana.

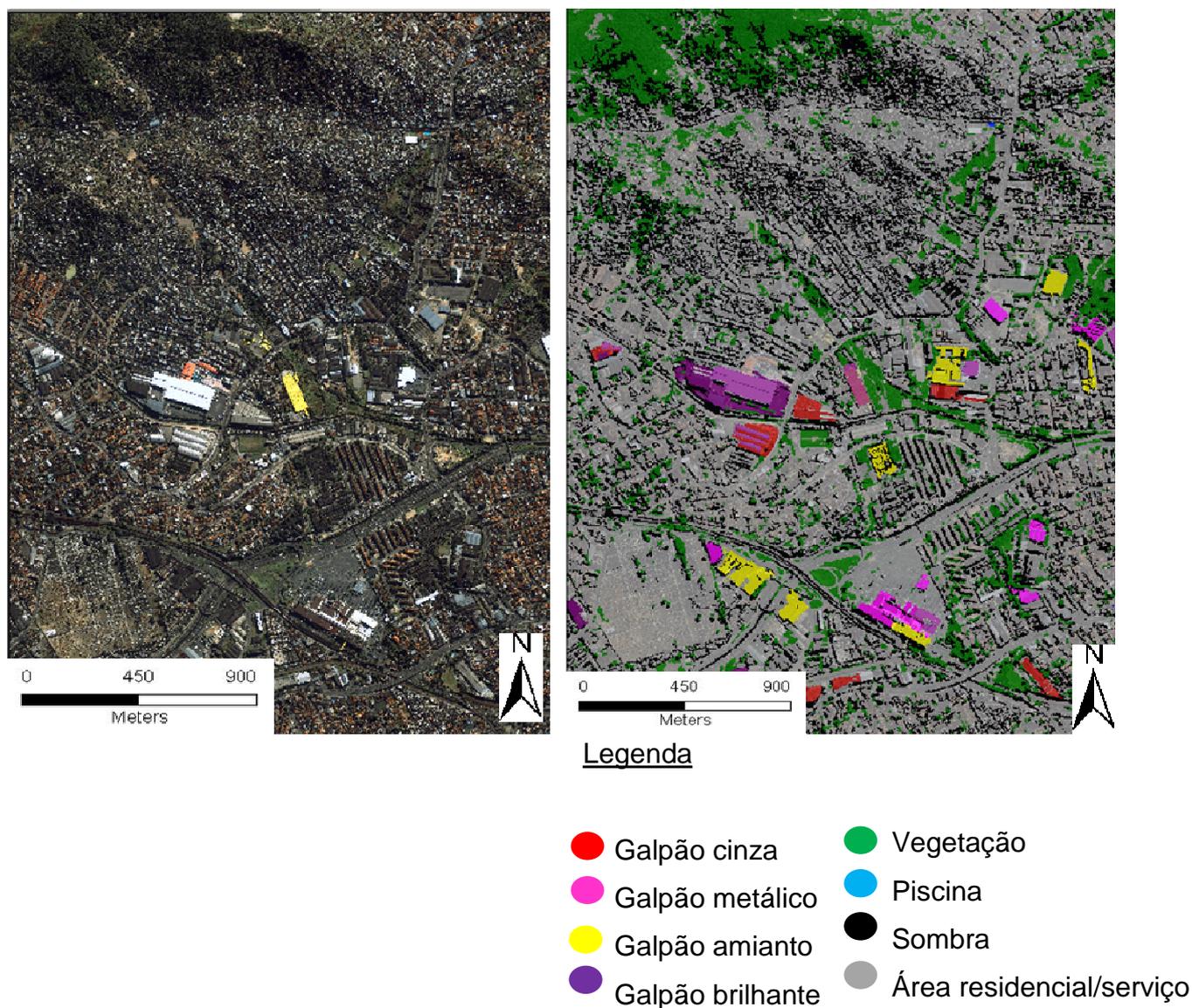


Figura 4.5 – A) À esquerda, recorte da Imagem fusionada IKONOS II de composição colorida 3(R), 2(G), 1(B); B) À direita, resultado da classificação. Coordenadas de canto: superior esquerdo ( $43^{\circ}17'10.83''W$  e  $22^{\circ}51'24.32''S$ ) e inferior direito ( $43^{\circ}14'52.52''W$  e  $22^{\circ}53'2.45''S$ ).

### 4.3. Mineração de Dados

Com o conjunto de métricas da paisagem e espectrais extraídas da grade celular de 750 m x 750 m, o algoritmo C4.5, gerou a Árvore de Decisão para a definição dos PPU's (Figura 4.6). A árvore de decisão foi complexa o suficiente para incorporar todos os elementos chaves e valores importantes para a determinação de padrões e ao mesmo tempo simples o suficiente para ser compreensível e operacional.

Os PPU's são formados pela composição de vários segmentos ou classes diferenciadas (vegetação, residência/serviço, imóvel não residencial, sombra entre outros) e o aplicativo GeoDMA permitiu a identificação de padrões da paisagem levando em conta todos esses elementos que compõe o ambiente urbano.

O algoritmo C4.5 elegeu os seguintes atributos para a separação dos padrões:

- c\_CA\_galpão (área dos galpões),
- c\_CA\_area\_nao\_edif (área da classe área não construída),
- c\_PercentLand\_resid\_comercio (percentual da classe residencial/serviço),
- c\_PD\_area\_nao\_edif (densidade da classe área não construída),
- c\_PSSD\_corpos\_agua (Variabilidade da classe corpo d'água),
- c\_PD\_rua\_pavi (densidade da classe rua pavimentada).

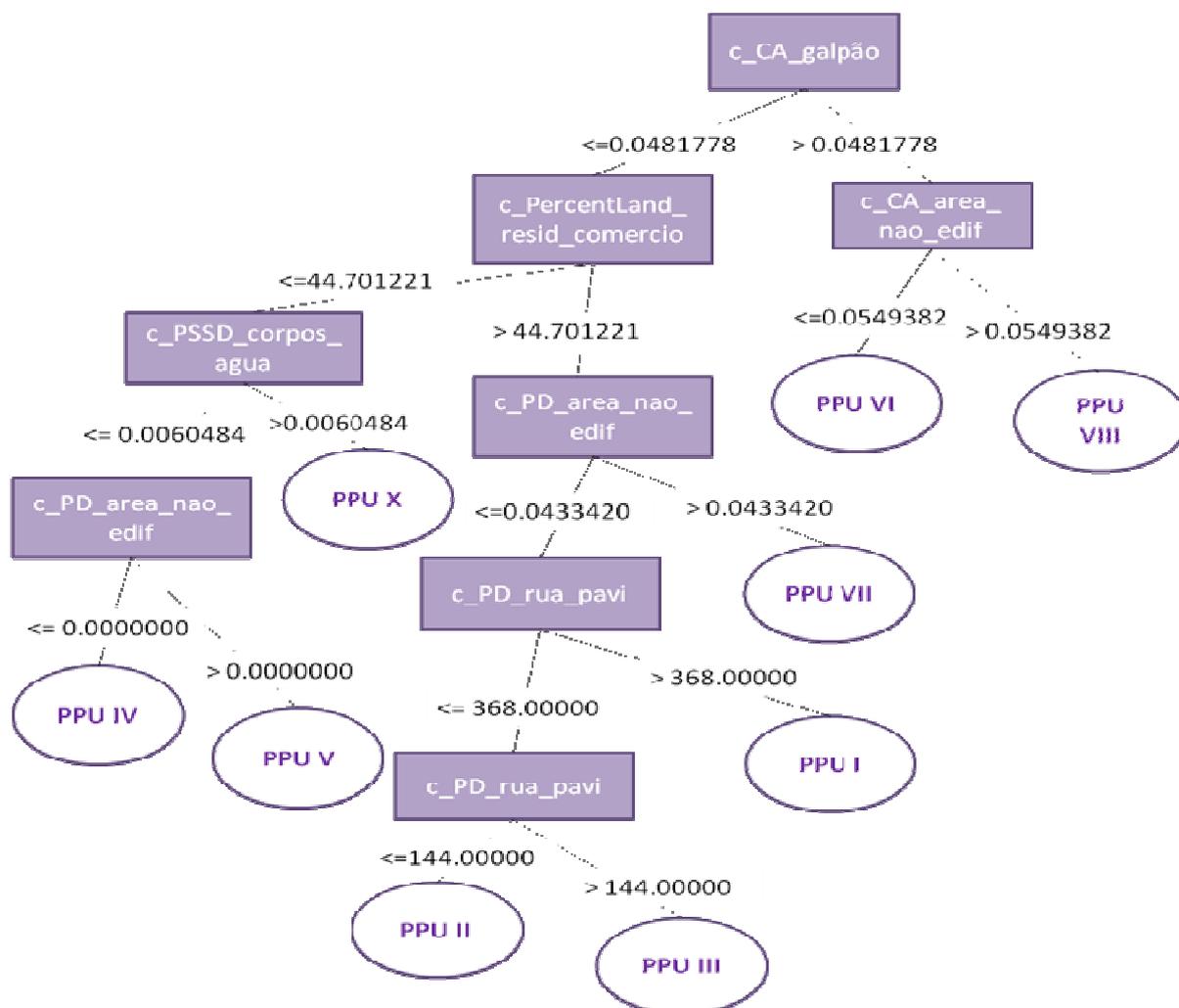


Figura 4.6 - Árvore de decisão treinada para a determinação de PPU's.

A árvore de decisão gerada possui 9 classes ou PPU. O PPU IX foi classificado manualmente, pois os formatos dos elementos das classes sombra e área residencial/serviço eram semelhantes aos demais PPU's e isso confundiu o classificador.

Os atributos escolhidos estão relacionados às métricas da paisagem de área (c\_CA e c\_PercentLand) e de densidade, tamanho e variabilidade da mancha

(c\_PD e c\_PPSD). As métricas espectrais não foram usadas pelo algoritmo para separar os PPU's.

O atributo c\_CA\_galpão, raiz da AD, foi usado pelo C4.5 para separar os PPU's em dois grupos, um que continha manchas da classe imóvel não residencial (galpão) maiores que 0,048 (PPU VI e PPU VIII) e os de menores manchas (PPU I, II, III, IV, V, VII), menor que 0,048.

Os primeiros padrões a serem detectados pelo algoritmo foram os PPU's VI (presença de imóvel não residencial) e VIII (presença de imóvel não residencial e área não edificada), como pode ser observado na Figura 4.6. Esses dois padrões foram separados dos demais PPU's por apresentarem mancha da classe imóvel não residencial maior que 0,048 e distinguidos entre si pelo atributo c\_CA\_area\_não\_edif, que mede o tamanho da área não edificada. Então tamanhos de área maiores que 0,055 foram classificados como PPU VIII e os menores como PPU VI.

Na escolha das amostras dos PPU's VI (presença de imóvel não residencial), PPU VII (presença de área não edificada) e PPU VIII (PPU VI + PPU VII) adotou-se o seguinte critério, para ser classificado como PPU VIII, que contém a classe imóvel não residencial e área não construída as duas classes tinham que ocupar mais de 10% da célula, caso contrário, seria classificado como PPU VI ou PPU VII. Isso se deu porque em alguns casos alguns polígonos da classe imóvel não residencial ou área não construída ocupavam mais de uma célula.

Na sequência, o atributo c\_PercentLand\_resid\_comercio foi usado para separar os padrões com alto e baixo percentual da classe residencial/serviço. Os PPU com percentual de área residencial/serviço superior a 44.701221 foram: PPU I, PPU II, PPU III e PPU VII. O PPU VII se distingue dos demais pela densidade da classe área não edificada, por este motivo o atributo usado

para separar esse padrão foi o `c_PD_area_nao_edif`. Os PPU's I (maior adensamento de ruas), II (moderado adensamento de rua) e III (arruamento ausente e/ou baixo adensamento) foram detectados pelos atributos de densidade de arruamento, principal característica que os diferenciam. Já os PPU com percentual de área residencial/serviço inferior a 44.701221 foram: PPU IV, PPU V e PPU X. O PPU X caracterizado pela presença da classe corpos d'água, arruamento pouco denso, área residencial/serviço pouco densa ou mesmo ausente, foi distinguido pelo atributo `c_PSSD_corpos_agua`. Restando os padrões IV e V com predomínio de manchas de vegetação. Esses PPU's foram separados pelo atributo `c_PD_area_nao_edif` com o valor  $\leq 0,0000$  para o PPU IV onde a classe área não edificada é ausente e  $> 0,0000$  para o PPU V.

Os PPU I, II, III, IV, VI, VII, VIII e IX que apresentam a presença da classe corpos d'água foram separadas manualmente. O resultado da classificação pode ser visto na Figura 4.7.

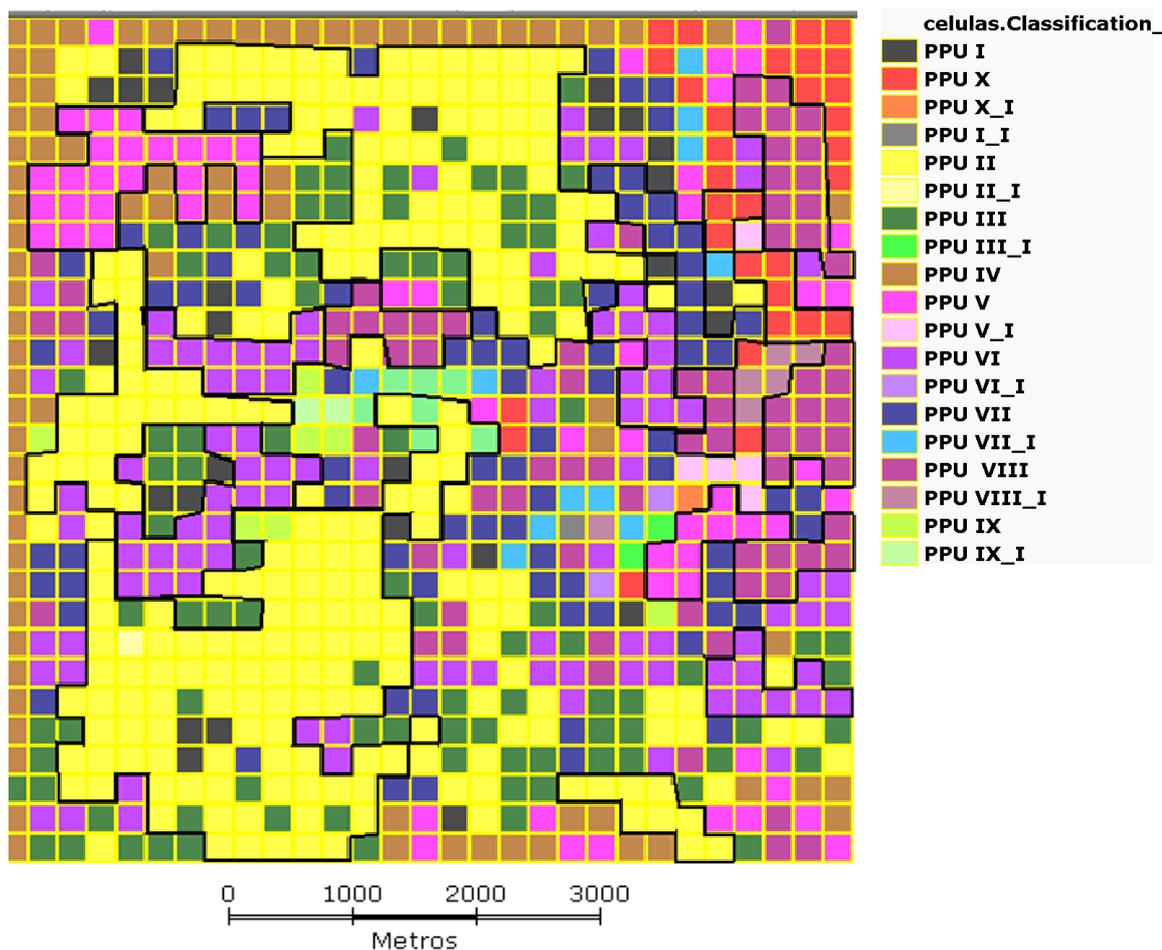


Figura 4.7 – Resultado da classificação no GeoDMA utilizando o algoritmo C4.5.

Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ} 17'40.24''W$  e  $22^{\circ}50'43.03''S$ ),  
canto inferior direito ( $43^{\circ}13'34.94''W$  e  $22^{\circ}54'29.23''S$ ).

O PPU mais abundante foi o PPU II com 30% do total das células, seguido pelos PPU VI e PPU III com 11% cada um aproximadamente (Figura 4.8). Os PPU's I, II, III, IV, VI, VII, VIII e IX com presença de corpos d'água representam à minoria das células classificadas.

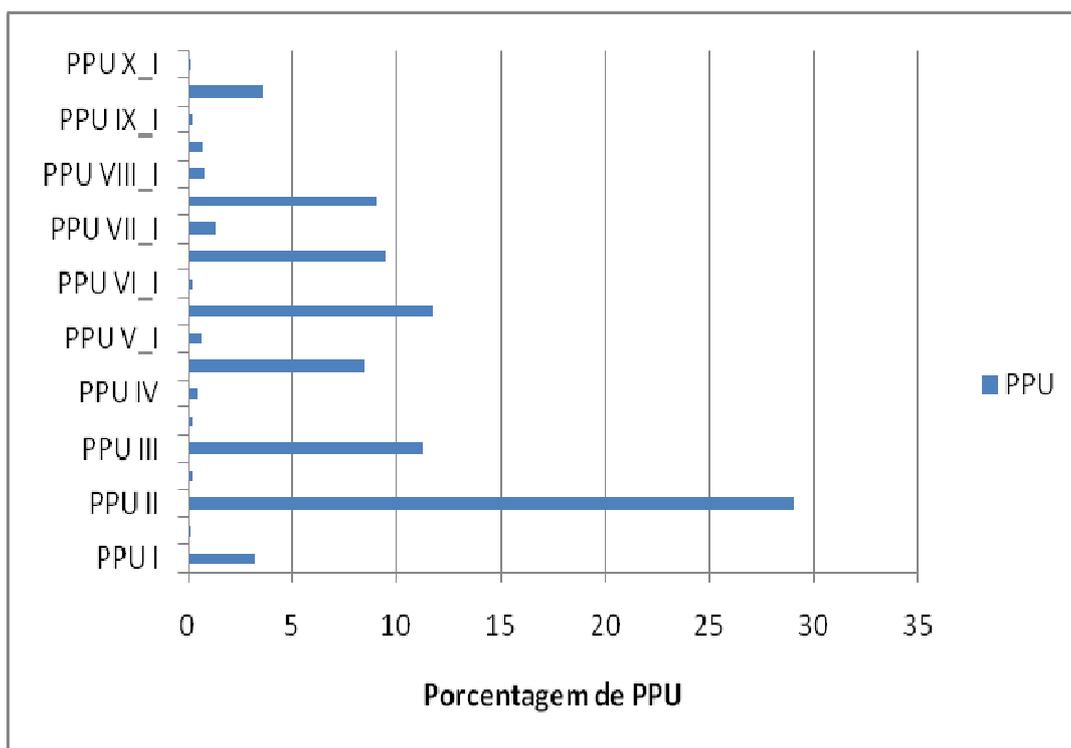


Figura 4.8 – Porcentagem de PPU's no mapa da classificação final.

A avaliação das amostras de treinamento feito por um interprete gerou um índice Kappa de 0,9342 (Tabela 4.2) e usando a validação implementada no GeoDMA o Kappa foi de 0,9220. Foram escolhidas aleatoriamente 5 amostras de cada classe independentes das amostras de treinamento para proceder a avaliação na classificação final, a qual obteve um índice kappa de 0.9080.

Tabela 4.2- Matriz de confusão das amostras de treinamento

	CLASSES	REFERÊNCIA									TOTAL
		PPU I	PPU II	PPU III	PPU IV	PPU V	PPU VI	PPU VII	PPU VIII	PPU X	
CLASSIFICADA	PPU I	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	PPU II	0	21	0	0	0	0	0	0	0	21
	PPU III	0	4	9	0	0	0	0	0	0	13
	PPU IV	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
	PPU V	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
	PPU VI	0	0	0	0	0	13	0	0	0	13
	PPU VII	0	0	0	0	0	0	14	0	0	14
	PPU VIII	0	0	0	0	0	0	0	13	0	13
	PPU X	0	0	0	0	0	1	0	1	5	7
	TOTAL	11	25	9	5	8	14	14	14	5	105
Exatidão Global =0,9429      Índice Kappa =0,9342 Vâr (K) =0,00067											

#### 4.4.Dados entomológicos e PPU's

Em Higienópolis ao todo foram coletados nas ovitrampas 240.909 ovos de *Aedes* sp. sendo a maioria deles de *Ae. aegypti* (99%) e nas MosquiTraps 3.977 adultos (machos e fêmeas) de *Ae. aegypti* durante o período de setembro/2006 a março/2008 (HONÓRIO et al., 2009b).

Ao sobrepor as ovitrampas e MosquiTraps com o mapa temático das PPU's observou-se que, a maioria das armadilhas estavam localizadas no PPU II,

caracterizada como área residencial/serviço muito densa, com arruamento e vegetação intra-urbana com densidade moderada, sem presença de imóvel não residencial e área não edificada (Figura 4.9).

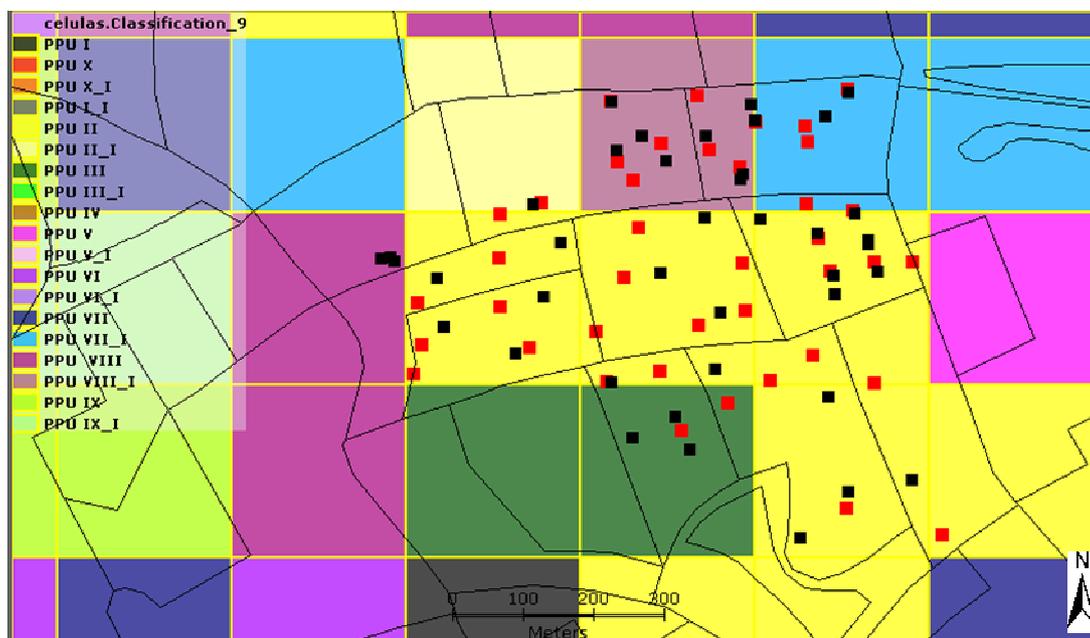


Figura 4.9 – Padrão Elementar de Paisagem Urbana com Ovitampas (pontos de cor preta) e MosquiTraps (pontos de cor vermelha).  
 Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ}16'10.30''W$  e  $22^{\circ}52'14.34''S$ ), canto inferior direito ( $43^{\circ}15'16.21W$  e  $22^{\circ}52'52.68''S$ ).

As demais ovitampas foram localizadas nos seguintes PPU's: PPU II (22 ovitampas), PPU II\_I (1), PPU III (3), PPU VII\_I (3), PPU VIII (3), PPU VIII\_I (8). Já as MosquiTraps nos PPU's: PPU II (24 armadilhas), PPU II\_I (1), PPU III (2), PPU VII\_I (6) e PPU VIII\_I (7) (Figura 4.10).

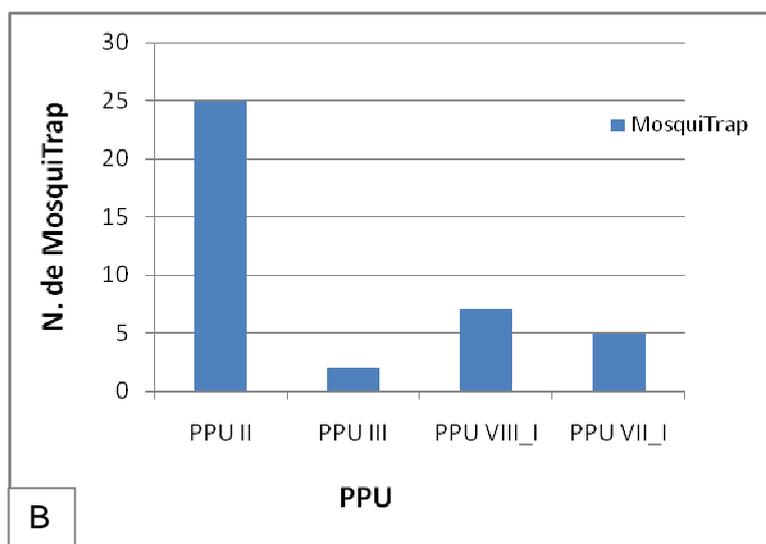
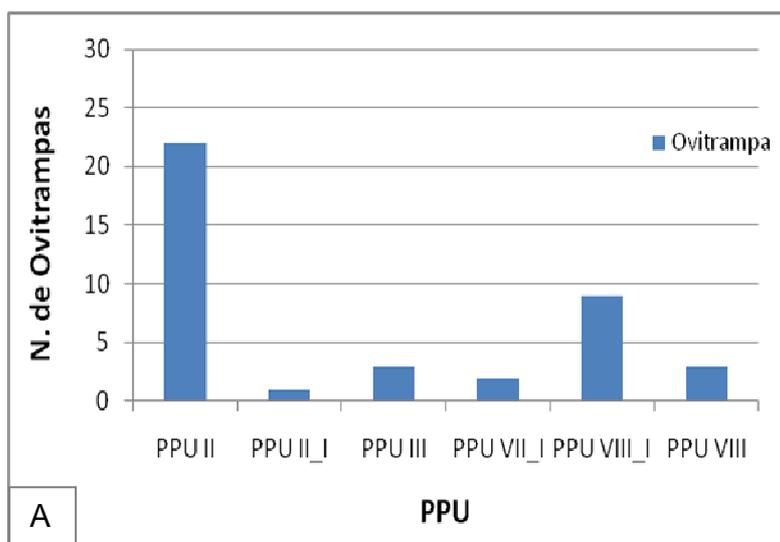


Figura 4.10 – A) Número de Ovitrampas nas PPU; B) Número de MosquiTrap nas PPU.

Observando o padrão de oviposição durante o período de setembro/2006 a março/2008 nota-se que existe diferença de comportamento das armadilhas entre os PPU's (Figuras 4.11 e 4.12).

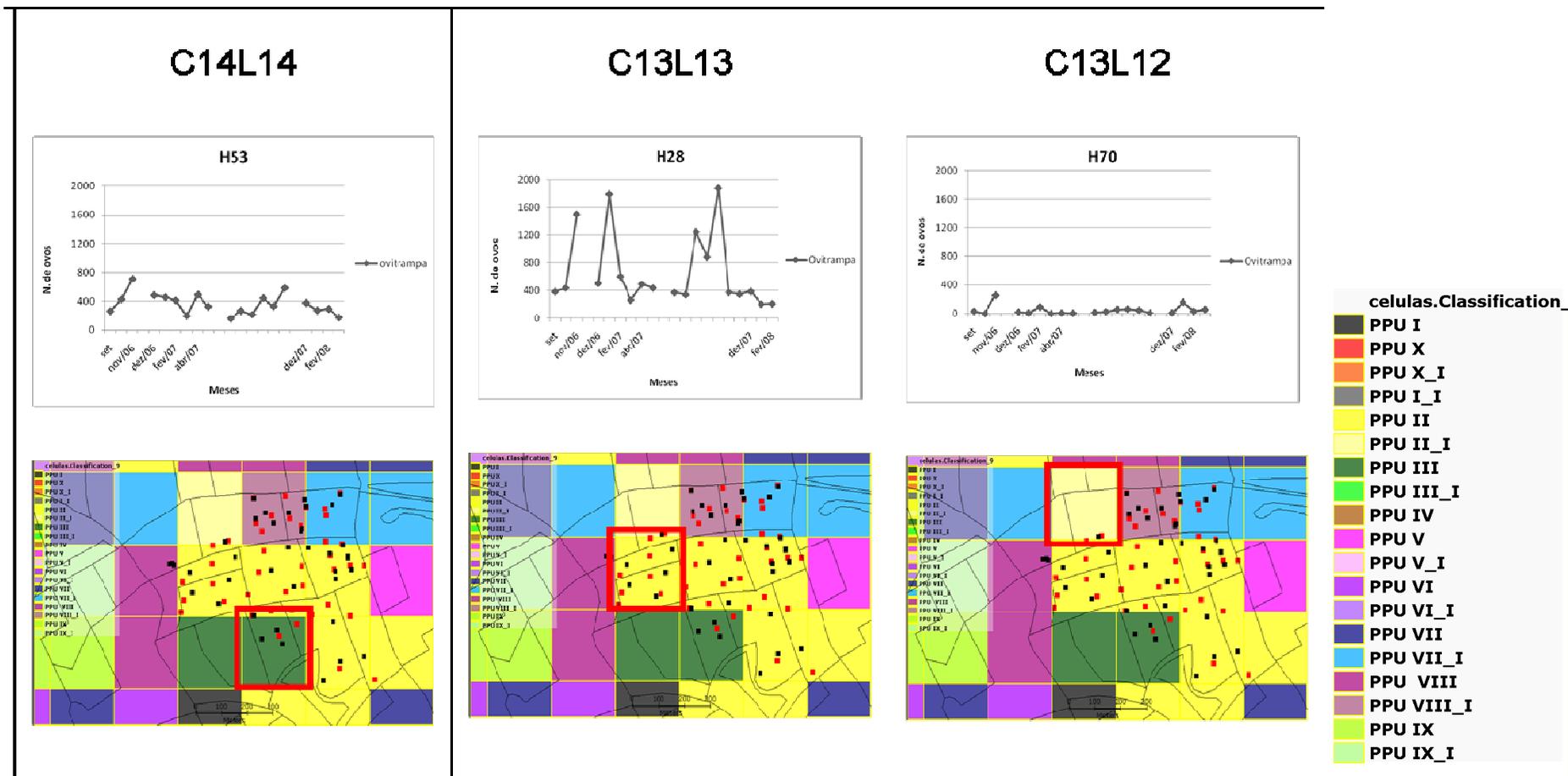


Figura 4.11 – Comportamento de algumas ovitrapas ao longo do tempo.

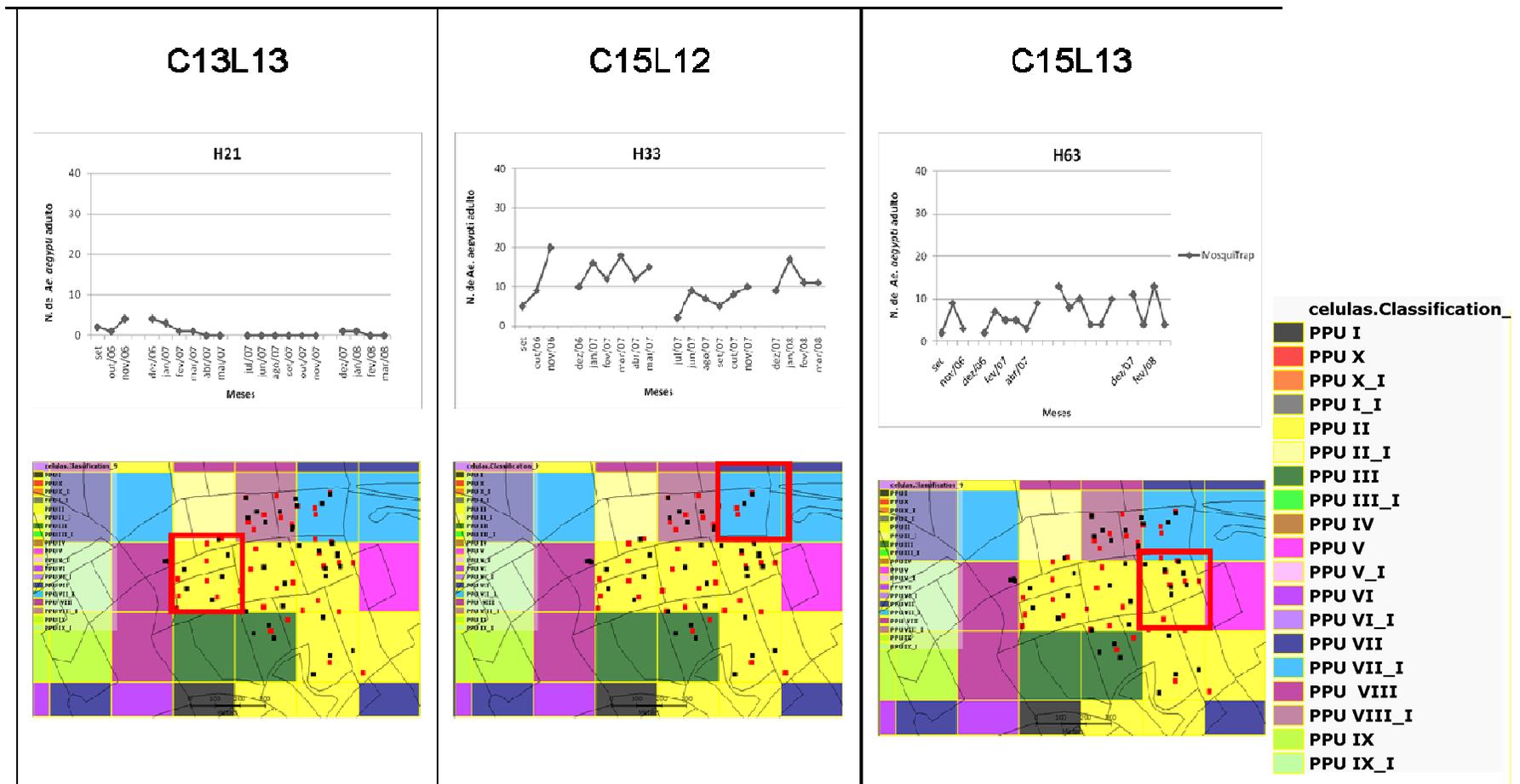


Figura 4.12 – Comportamento de algumas MosquiTrap ao longo do tempo.

Por exemplo, a ovitrampa H70 capturou a menor quantidade de ovos (Tabela A.2) apresentando uma média de 48 ovos. Enquanto que as ovitrampas presentes na célula C13L13 apresentaram uma variabilidade de 300 a 1600 ovos aproximadamente com picos durante o período de coleta. A C14L14 apresenta uma variabilidade menor de ovos comparada a C13L13. Em média a variação no número de ovos dessa célula foi de 50 ovos ao longo do tempo. Já nas MosquiTraps ao contrário do que aconteceu na C13L13 nas ovitrampas, o número de adultos coletados na mesma célula é de 1 a 3 indivíduos (Tabela A.3), quantidade baixa comparada as demais armadilhas instaladas em outros PPU's.

As MosquiTraps presentes nas células C13L13 e C15L13, as quais tem apresentam mesmo Padrão de Paisagem urbana (PPU), possuem comportamento diferente como pode ser visto na Figura 4.12. Uma das explicações é o contexto de vizinhas diferenciado dessas duas áreas. Enquanto na primeira há uma maior diversidade de PPU (PPU VIII, III, I e II\_I) na segunda há predominância do PPU II (Figura 4.13)

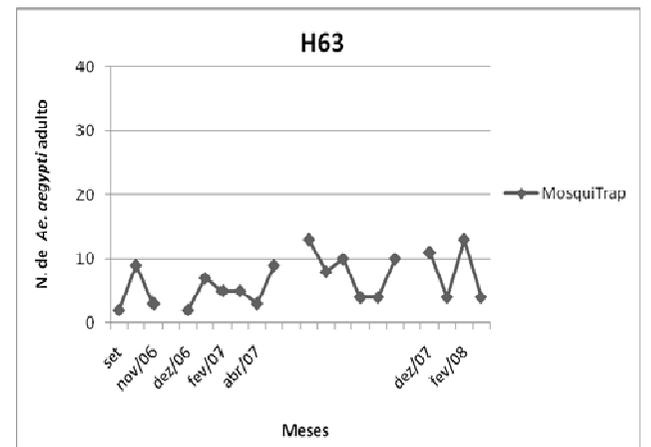
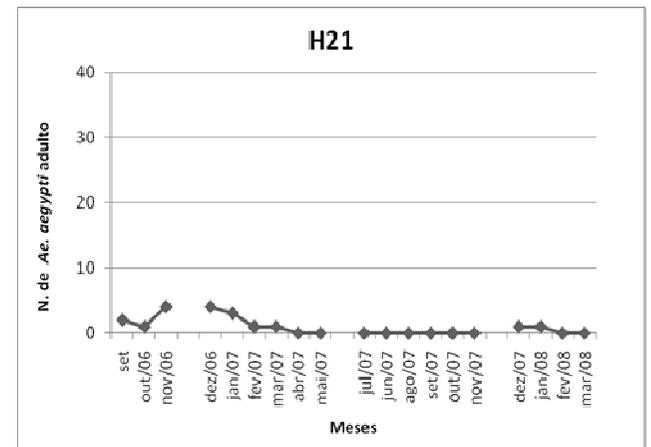
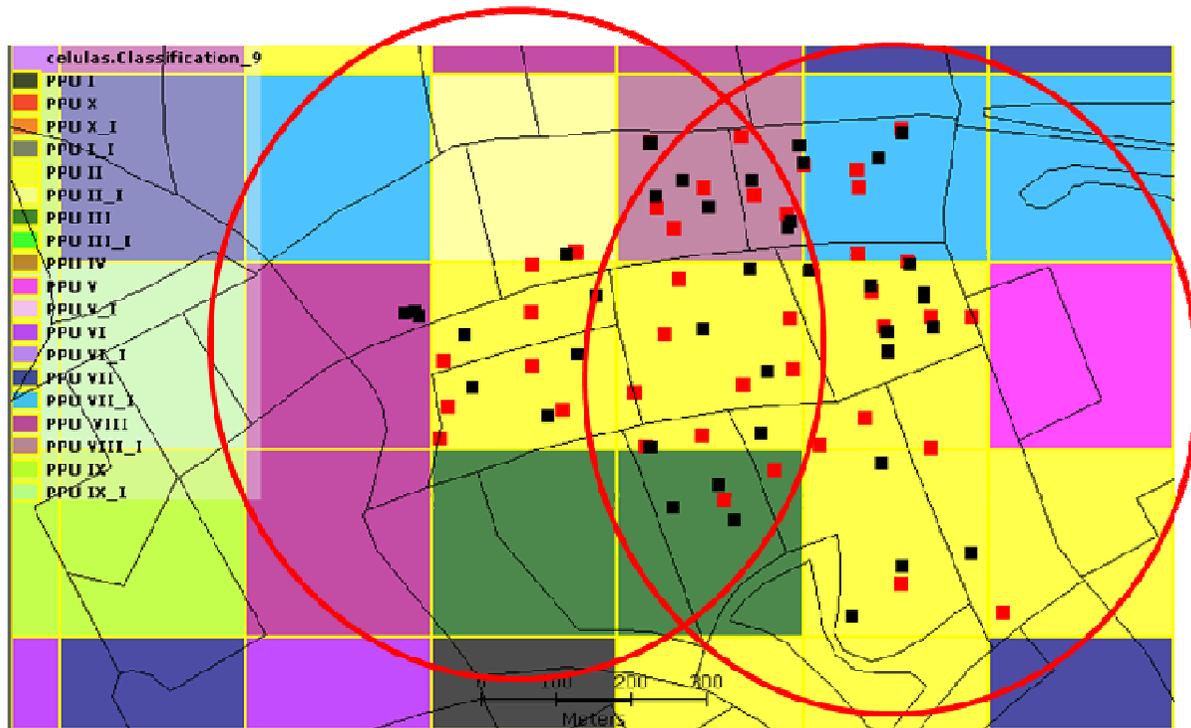


Figura 4.13 – Contexto de vizinhança das células C13L13 e C15L13, ambas PPU II.

A diferença de comportamento ocorre não apenas entre PPU's, mas também no mesmo PPU (Figura 4.14). Algumas armadilhas apresentam variações bruscas destoando das demais. Para uma melhor compreensão desses comportamentos é necessário um trabalho de campo não apenas no domicílio onde estavam implantadas as armadilhas, mas também na sua vizinhança.

### C13L13 – PPU II

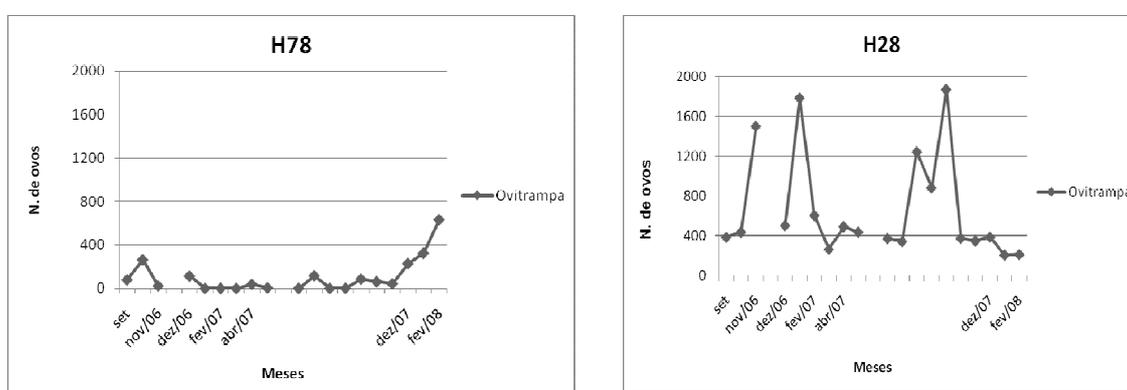


Figura 4.14 – Padrão de oviposição de duas armadilhas (H78 e H28) implantadas no mesmo PPU, durante o período de setembro/2006 a março/2008.

#### 4.5.Dados epidemiológicos e PPU's

A Tabela 4.3 apresenta a classificação dos bairros quanto à taxa de incidência de dengue nos anos 2000 a 2009.

Tabela 4.3 – Classificações dos bairros quanto a taxa de incidência de dengue de 2000 a 2009. A – alta incidência; AS – alta incidência em períodos sem epidemias; B – baixa incidência, O – Outros.

Bairros	Classificações	Bairros	Classificações
Caju	A	Lins de Vasconcelos	B
São Cristovão	O	Méier	O
Mangueira	O	Todos os santos	AS
Benfica	O	Cachambi	B
Maracanã	O	Engenho Leal	O
Vila Isabel	B	Pilares	O
Manguinhos	O	Vila Cosmos	O
Bonsucesso	AS	Cidade Universitária	B
Ramos	A	Higienópolis	B
Olaria	B	Jacaré	A
Penha	O	Maria das graças	O
Penha Circular	O	Del Castilho	O
São Francisco	O	Inhaúma	AS
Rocha	AS	Engenho de Dentro	O
Riachuelo	AS	Jacarezinho	B
Sampaio	AS	Complexo do Alemão	B
Engenho Novo	B	Maré	O

Os bairros classificados como alto fora do período epidêmico (AS) apresentam o PPU II como o padrão de paisagem urbana dominante. Esse padrão é caracterizado pela presença de área residencial/serviço muito densa, com moderada cobertura vegetal intra-urbana, arruamento moderadamente denso, sem presença de áreas não edificadas e imóvel não residencial. Os bairros

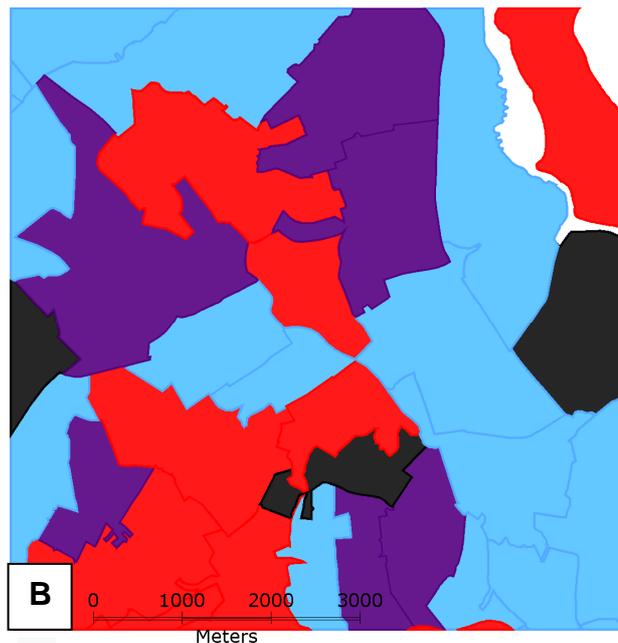
classificados como outros, os quais têm comportamento médio em relação os demais bairros, apresentam heterogeneidade de PPU's, compreendendo basicamente os PPU's I, II, III\_I VI, VII, VIII. Já nos bairros classificados como baixa incidência alguns apresentaram predomínio do PPU II enquanto outros são muito heterogêneos, sem predomínio de um PPU específico (Tabela 4.4 e Figura 4.15).

Tabela 4.4 – Padrões de Paisagem urbana de cada bairro e a quantidade de cada PPU em 34 bairros do município do Rio de Janeiro

Bairros	PPU	quantidade	Bairros	PPU	quantidade	Bairros	PPU	quantidade
Ramos	PPU I	1	Higienopolis	PPU II	5	C. Universitaria	PPU V	4
	PPU II	22		PPU II_I	5		PPU VI	12
	PPU III	5		PPU III	1		PPU VII_I	1
	PPU IV	1		PPU VII	1		PPU VIII_I	3
Olaria	PPU II	24		PPU VII_I	1		PPU X_I	7
	PPU V	8		PPU IX_I	6	Caju	PPU V	5
	PPU VI	1	Del Castilho	PPU VI	8		PPU V_I	4
	PPU VII	4		PPU VII	2		PPU VII	3
Penha	PPU I	4		PPU VIII	2		PPU VIII	15
	PPU II	4		PPU IX_I	4		PPU VIII_I	4
	PPU IV	3	M. Graça	PPU I	2		PPU X	1
	PPU VII	1		PPU II	9	Sampaio	PPU I	1
Eng. De Dentro	PPU II	2		PPU VII	2		PPU II	2
	PPU V	8	Jacarezinho	PPU I	1		PPU III	3
	PPU VI	3		PPU II	4		PPU V	2
	PPU VII	1		PPU III	2		PPU VII	2
	PPU VIII	1		PPU VI_I	1	Riachuelo	PPU II	5
Inhauma	PPU I	2		PPU VII	4		PPU III	5
	PPU II	20		PPU VII_I	1		PPU IV	3
	PPU III	4		PPU VIII	2	Jacare	PPU II	4
	PPU IV	1	Cachambi	PPU II	23		PPU III	2
	PPU V	3		PPU III	5		PPU VI	2
	PPU VI	12		PPU VI	8		PPU VIII	5
	PPU VII	2	Todos os santos	PPU II	18	Rocha	PPU II	4
C. Alemão	PPU I	2		PPU III	1		PPU III	6
	PPU III	14		PPU IV	1		PPU IV	1
	PPU IV	3	Eng. Leal	PPU II	7		PPU V	1
	PPU V	9		PPU III	3		PPU VI_I	3
	PPU VII	4		PPU VI	4		PPU VII	2
	PPU VIII	3		PPU VII	5		PPU VIII	2
Bonsucesso	PPU II	12	Meier	PPU I	3	Benfica	PPU I	1
	PPU III	7		PPU II	20		PPU II	4
	PPU V	1		PPU III	7		PPU III	2
	PPU VI_I	2		PPU VI	3		PPU VII	8
	PPU VII	4		PPU VII	1		PPU VIII	3
	PPU VII_I	1	Lins de Vasconcelos	PPU II	5		PPU VIII_I	9
	PPU X_I	1		PPU III	2	S. Cristovao	PPU II	4
Maré	PPU I	8	Eng. Novo	PPU II	10		PPU III	5
	PPU II	5		PPU III	4		PPU IV	1
	PPU VI	11		PPU VI	3		PPU VIII	13
	PPU VII	17	Manguinhos	PPU I_I	1	Mangueira	PPU II	5
	PPU VIII	6		PPU III	1		PPU III	3
S. Francisco	PPU II	6		PPU III_I	2		PPU IV	1
	PPU III	1		PPU IV	2		PPU V	4
	PPU IV	3		PPU V	7		PPU VI	2
	PPU V	1		PPU VI_I	1		PPU VIII	1
	PPU VI	1		PPU VII	7			
				PPU VII_I	4			
				PPU VIII	6			
				PPU VIII_I	1			
				PPU X	2			
				PPU X_I	1			

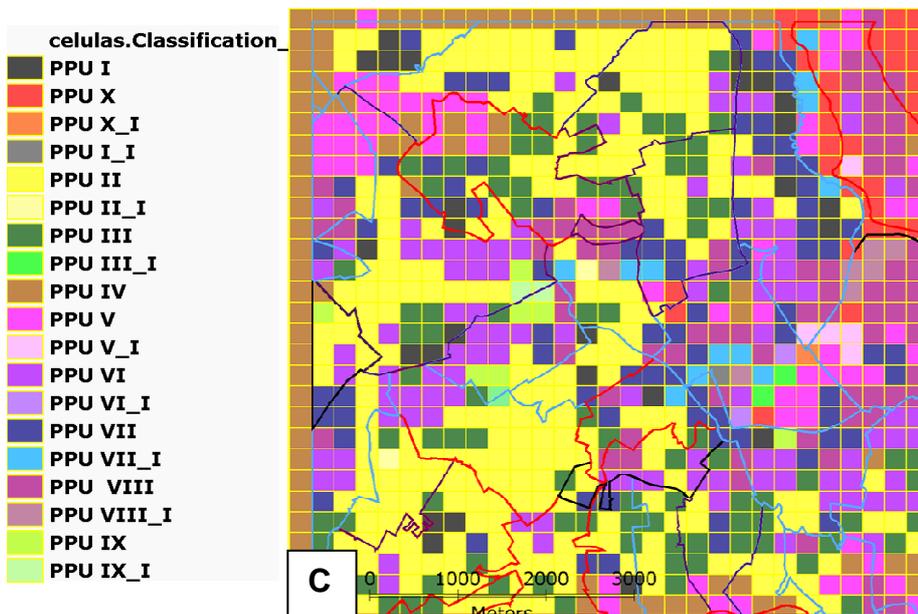


**A**



**B**

- A – Alta incidência
- AS- Alta inc. em períodos sem epidemias
- B – baixa incidência
- O – Outros (comportamento médio)



**C**

Figura 4.15 – A) Mapa dos 34 bairros do município do Rio de Janeiro da área de estudo; B) Classificação dos bairros de acordo com a incidência de dengue;

C) Sobreposição da classificação dos PPU's com o de bairros.

Coordenadas de canto: canto superior esquerdo ( $43^{\circ}17'40.24''W$  e  $22^{\circ}50'43.03''S$ ), canto inferior direito ( $43^{\circ}13'34.94''W$  e  $22^{\circ}54'29.23''S$ ).

Durante a epidemia de 2007 e 2008, Rosa-Freitas et al. (2010) encontraram alguns bairros na zona norte como alta incidência de casos de dengue. Sendo eles: Benfica, Mangueira, Bonsucesso, Jacaré e Ramos. De acordo com a classificação esses bairros foram discriminados como: outros (Benfica e Mangueira), alta incidência fora do período epidêmico (Bonsucesso), e alta incidência (Jacaré e Ramos). Rosa-Freitas et al (2010) atribuíram a alta incidência à alta urbanização e a baixa cobertura vegetal desses bairros comparados aos outros bairros do Rio de Janeiro, a presença de recipientes abandonados em terrenos baldio e a fábrica e depósitos de sucata e também com o fenômeno de ilha de calor (ROSA-FREITAS et al., 2010).

O PPU II foi o padrão predominante nas áreas de alta intensidade de incidência de dengue observada pelos mapas de kernel (Figura 4.16). Esse padrão tem como uma das características ser altamente urbanizado. Diversos autores têm apontado como esse fator como um dos mais importantes para a predominância do *Ae. aegypti* (BRAKS et al., 2003; CARBAJO et al., 2006; HONÓRIO et al., 2009c).

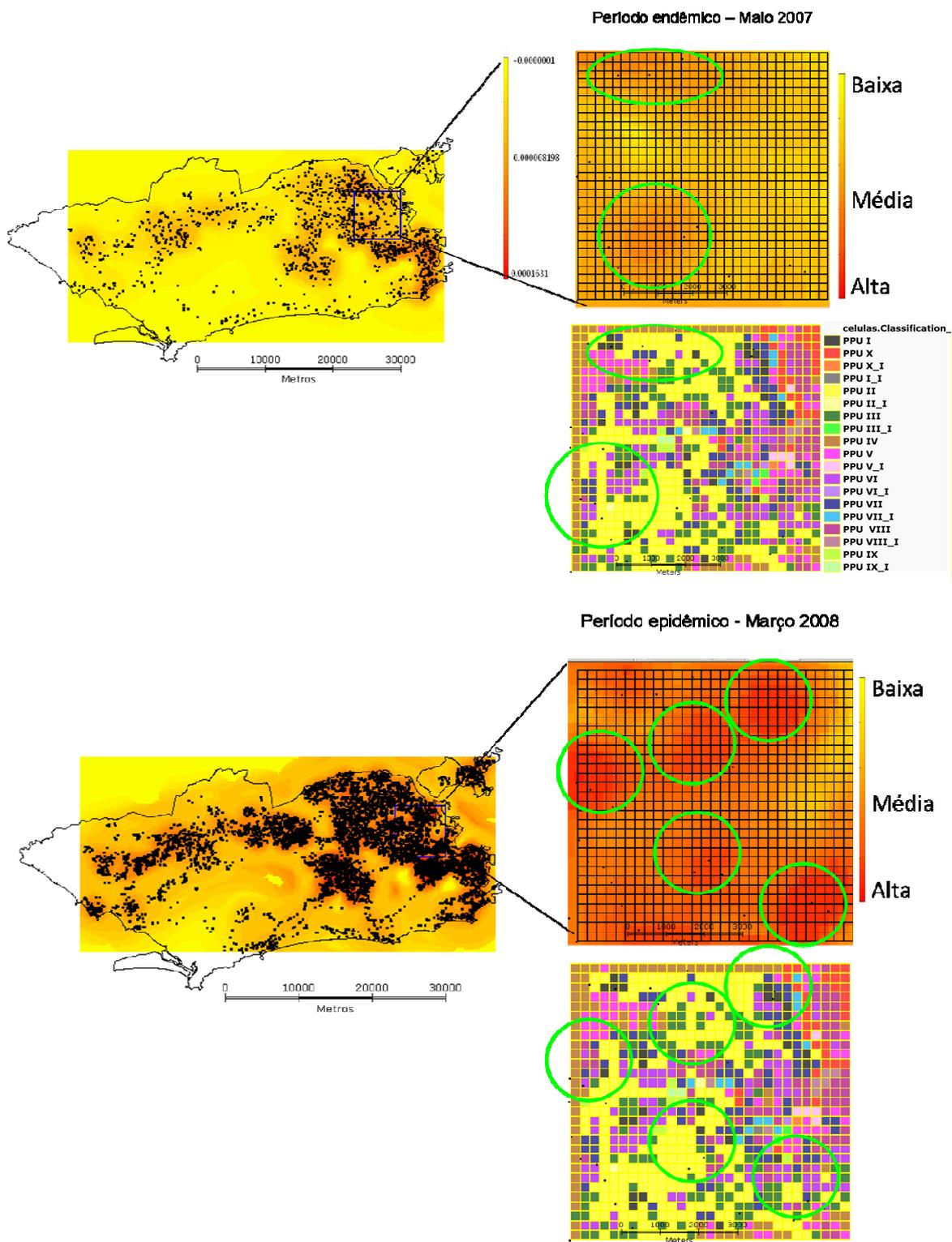


Figura 4.16 – Mapas de kernel indicando as áreas de média e alta incidência de dengue (círculos verdes) e mapa correspondente dos PPU's.

Os altos níveis de infestação de *Ae. aegypti* na cidade do Rio de Janeiro estão associados com as áreas densamente populosas no qual a urbanização não planejada, abastecimento de água e coleta de lixo intermitentes favorecem a proliferação de criadouros potenciais para o vetor da dengue, afetando a abundância do vetor e a transmissão do vírus dengue (TAUIL, 2001; LUZ et al., 2003; HONÓRIO et al., 2009b). Em contrapartida em algumas células caracterizadas como PPU II, aparentemente áreas abastadas com habitações do tipo unifamiliar espaçadas entre si, apresentam piscinas, quintais pequenos acimentados ou não e recipientes coletores de chuva nos telhados, elementos que podem aumentar a população de vetores. Quintais acimentados nessas áreas apresentam vasos ou pratos de plantas, criadouro potencial para o *Ae. aegypti* (MACIEL-DE-FREITAS et al., 2007b). No estudo em Bangladesh, esses criadouros estavam fortemente relacionados às áreas de alta incidência de dengue durante a epidemia de 2000 (YOSHIMATSU et al., 2010).

Os bairros da cidade do Rio de Janeiro não são áreas uniformes, e assim como em muitas outras grandes cidades, o ambiente urbano é fragmentado formando um mosaico de pedaços heterogêneos onde os bairros apresentam uma diversidade de micro-áreas variando entre si no que diz respeito ao uso e cobertura da terra e micro-clima. Esse mosaico irregular da cidade do Rio de Janeiro tem dificultado os estudos relacionados à dengue, ao *Ae. aegypti* e ao controle da doença (ROSA-FREITAS et al., 2010). Uma campanha eficaz contra o *Ae. aegypti* deve considerar além dos aspectos da biologia do vetor, a ecologia e a heterogeneidade dos ambientes urbanos, isso torna as medidas de controle mais complexas e com possibilidades de maior eficiência (LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 2008; ROSA-FREITAS et al., 2010).

Mostra-se, desse modo, que é possível e necessário reposicionar as estratégias de amostragem para experimentos e/ou monitoramento do *Ae.*

*aegypti* quando se trata de um ambiente urbano composto de um mosaico de pedaços heterogêneos. Entretanto é necessário um estudo integrado não apenas observando a paisagem urbana, mas também os outros fatores condicionantes para a manutenção e persistência do vetor. Neste sentido o presente estudo trás como contribuição um avanço nos estudos relacionados à dengue, uma vez que extrapola o olhar do domicílio e peridomicílio para o ambiente urbano no qual estes estão inseridos.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esse trabalho parte da premissa que é possível e necessário reposicionar as estratégias de amostragem para experimentos e/ou monitoramento do *Ae. aegypti* considerando que a cidade é composta de um mosaico de pedaços heterogêneos. Para isso, uma metodologia foi proposta com o intuito de identificar micro-áreas dentro do espaço urbano que extrapolassem o domicílio e peridomicílio. A técnica de Mineração de Dados utilizando o algoritmo C4.5 implementado no GeoDMA, plugin acoplado no TerraView, permitiu construir um classificador estrutural de imagens, complexo o suficiente para incorporar todos os elementos chaves e valores importantes para a determinação de padrões e, ao mesmo tempo simples o suficiente para ser compreensível e operacional. Em área urbana, é necessário, que os elementos ou classes que compõe a paisagem sejam analisados conjuntamente para a escolha dos melhores atributos e seus valores que permitam discriminar um padrão elementar da paisagem urbana do outro.

Desta forma, este estudo mostrou que é possível produzir uma estratificação do meio urbano para dar suporte à definição de amostragens geográficas para novos experimentos entomológicos e epidemiológicos orientados para a vigilância da dengue utilizando técnicas de sensoriamento remoto e de mineração de dados. Os resultados obtidos foram um indicativo que o ambiente

urbano precisa ser mais explorado pelos profissionais da saúde para melhor entender a dinâmica das doenças urbanas promovendo métodos eficazes que deixem de olhar o ambiente urbano como um todo e de maneira univariado e passem a observá-lo como um conjunto de micro-áreas heterogêneas que apresentam diferentes particularidades seja econômica, cultural e social. A tipologia de padrão da paisagem urbana mostrou que o ambiente urbano é um mosaico de pedaços heterogêneos e cada um exerce uma pressão seja ela positiva ou negativa sobre os fenômenos relacionados à saúde. Essa metodologia permite não só observar os padrões como a sua vizinhança e com experimentos mais precisos analisar como essa vizinhança interfere no padrão de oviposição e casos de dengue. As PPU's mostram um diagnóstico de morfologias urbanas específicas e pode ajudar na formulação das estratégias de controle em função da paisagem que existente como eliminação mecânica de adultos (aspiração), eliminação mecânica de criadouros dentre outras.

Em estudos epidemiológicos a integração entre Sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica, constitui uma poderosa ferramenta para a vigilância de doenças e programas de controle, pois integram as informações ambientais provenientes das imagens de satélite com as variáveis climáticas e os dados entomológicos e epidemiológicos, auxiliando os profissionais de saúde nas tomadas de decisão.

O uso de imagem de alta resolução e do classificador orientado a objeto já está consolidado em estudos de área urbana e, como a maioria das doenças transmitidas por vetores está relacionada a esse tipo de ambiente, torna-se imprescindível a utilização desses recursos para se obter um nível de detalhamento mais fino. Nesse trabalho não se considerou os diferentes tipos de construção presentes na área residencial/serviço como prédios, telhado de amianto, cerâmica, concreto. O detalhamento dessas classes atrelado a outros

fatores condicionantes como socioeconômicos e ambientais, os quais não foram levados em conta nesse trabalho, possibilitaria uma discussão maior sobre a ocorrência e a persistência da dengue, mostrando que a dengue não deve ser estudada isoladamente e sim de forma a integrar os fatores condicionantes listados na literatura e a mudança sofrida na cobertura e uso da terra.

Na análise dos dados entomológicos a maioria das armadilhas foi disposta em um único PPU e isso dificultou uma observação da flutuação de indivíduos de *Ae. aegypti*, tanto ovos quanto adultos. Alguns PPU's continham apenas uma armadilha impossibilitando a observação de alguma variação. As MosquiTraps apresentaram algumas diferenças as quais não foram sentidas nas ovitrampas talvez pelo tamanho pequeno das amostras e/ou pela distribuição dessas armadilhas nos PPPU's. Com isso, determinar o número de armadilhas necessárias e a disposição das mesmas no espaço urbano de forma a serem bem distribuídas entre diferentes PPU, são pontos marcantes para um bom estudo entomológico.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALTO, B.W.; JULIANO, S.A. Precipitation and temperature effects on populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae): implications for range expansion. **Journal of Medical Entomology**, v. 38, n.5, p. 646-656, 2001.

BAATZ, M.; SCHAPE, A. Multiresolution segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: STROBL, J., BLASCHKE, T. Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beitrage zum AGITSymposium Salzburg 2000. Karlsruhe. Herbert Wichmann Verlag, 2000. p. 12 – 23. Disponível em: <[http://www.definiens.com/pdf/publications/baatz\\_FP\\_12.pdf](http://www.definiens.com/pdf/publications/baatz_FP_12.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2010.

BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. **Interactive spatial data analysis**. England: Longman Malaysia, TCP, 1995.413 p. ISBN: 0-582-24493-5.

BARCELLOS, C.C; SABROZA, P.C.; PEITER, P.; ROJAS, L.I. Organização espacial, saúde e qualidade de vida: Análise espacial e uso de indicadores na avaliação de situações de saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 11, n. 3, p. 129-138, 2002.

BARRETO, M.L.A. Epidemiologia, suas histórias e crises: notas para pensar o futuro. In: COSTA, D.C. (org). **Epidemiologia- teoria e objetos**. São Paulo: Hucitec/ ABRASCO, 1990, 220p. ISBN-10: 8527101319.

BONAT, W.H. **Aplicações de inferências bayesiana aproximada para modelos gaussianos para modelos latentes espaço temporais**. 2010. 94p. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Ciências) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

BONAT, W.H.; RIBEIRO JUNIOR, P.J.; DALLAZUANNA, H.S.; REGIS, L.N.; MONTEIRO, A.M.V.; SILVEIRA, J.C. ACIOLI, R.V.; SOUZA, W.V. Investigando fatores associados a contagens de ovos de *Aedes aegypti* coletados em ovitrampas em Recife/PE. **Revista Brasileira de Biométrie**, v. 27, n. 4, p. 519-537, 2009.

BORGES, S.M.A.A. **Importância epidemiológica do *Aedes albopictus* nas Américas**. 2001. 91p. Dissertação de Mestrado. (Mestrado em Saúde Pública) Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2001.

BRAKS, M.A.H.; HONÓRIO, N.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; JULIANO, A.S.; LOUNIBOS, L.P. Convergent habitat segregation of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Southeastern Brazil and Florida. **Journal of Medical Entomology**, v. 4, n.6, p. 785-794, 2003.

CARBAJO, A.E.; CURTO, S.I.; SCHWEIGMANN, J. Spatial distribution pattern of oviposition in the mosquito *Aedes aegypti* in relation to urbanization in Buenos Aires: southern fringe bionomics of an introduced vector. **Medical and Veterinary Entomology**, v. 20, p. 209-218, 2006.

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

CHEN, j.; HEPNER, G.F. Investigation of imaging spectroscopy from discriminating urban land covers and surface materials. In: AVIRIS Workshop, 10., 2001, Pasadena. **Proceedings...** Pasadena: Jet Propulsion Laboratory, p.-81-83, 2001. (JPL Publ. n. 02-1). Disponível em: <<http://www.geo.ntnu.edu.tw/faculty/jeremy/publication/ASPRS.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

CHRISTOPHERS, S.R.. ***Aedes aegypti* (L): the yellow fever mosquito**. 1. ed. London: Cambridge University Press, 1960. 739 p. ISBN: 9780521113021.

CLINE, B.L. New eyes for epidemiologists: aerial photography and other remote sensing techniques. **American Journal of Epidemiology**, v.92, p 85-89, 1970.

CODEÇO, C.T.; HONÓRIO, N.A.; RÍOS-VELÁSQUEZ, C.; SANTOS, M.C.A.; MATTOS, I.V.; LUZ, S.B.; REIS, I.C.; CUNHA, G.B.; ROSA-FREITAS, M.G.; TSOURIS, P.; CASTRO, M.G.; HAYD, L.N.; LUITGARDS-MOURA, J.F. Seasonal dynamics of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in the northernmost state of Brazil: a likely port-of-entry for dengue vírus 4. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 104, n. 4, p.614-620, 2009.

CONSOLI, R.A.G.B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 225 p. ISBN 85-85676-03-5.

CORREIA, V.R.M.; CARVALHO, M.A.; SABROZA, P.C.; VASCONCELOS, C.H. Remote sensing as a tool to survey endemic diseases in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, n. 4, p.891-904, 2004.

CORREIA, V.R.M.; MONTEIRO, A.M.V.; CARVALHO, M.S.; WERNECK, G.L. Uma aplicação do sensoriamento remoto para a investigação de endemias urbanas. **Caderno de Saúde Pública**, v.23, n.5, p. 1015-1028, 2007.

COSTA, A.I.P.; NATAL, D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidades urbana no sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n.3, p. 232-236, 1998.

COSTA-RIBEIRO, M.C.V.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; FAILLOUX, A.B. Geographic and temporal genetic patterns of *Aedes aegypti* populations in Rio de Janeiro, *Brazil*. **Tropical Medicine International Health**, v. 2, p. 1-10, 2006.

COX, J.; GRILLET, M.E; RAMOS, O.M; AMADOR, M; BARRERA, R. Habitat segregation of dengue vectors along an urban environmental gradient. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene**, v. 76, p. 820-826. 2007.

DE'ATH, G.; FABRICIUS, K. E. Classification and regression trees: A powerful yet simple technique for ecological data analysis. **Ecology**, v. 81, n. 11, p. 3178–3192, 2000.

DEFINIENS. **Definiens professional 5**: reference book. Munich: Definiens (The Imaging Intelligence Company), 2006. 122 p. Disponível em: < [http://www.pcigeomatics.com/products/ecog\\_applications/ecog5\\_ReferenceBook.pdf](http://www.pcigeomatics.com/products/ecog_applications/ecog5_ReferenceBook.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2009.

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

DIEZ ROUX, A.V. Invited Commentary: Places, People, and Health. **American Journal of Epidemiology**, v.155, n.6, p.516-519, 2001.

DIEZ-ROUZ, A.V.; SCHWARTZ, S.; SUSSER, E. **Ecological variables, ecological studies, and multilevel studies in public health research**. 4. ed. England: The Oxford textbook of Public Health, 2002. 493-507 p. Disponível em: < <http://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/57995>>. Acesso em: 20 jan. 2009.

ESTALLO, E.L.; LAMFRI, M.A.; SCAVUZZO, C.M.; ALMEIDA, F.F.L.; INTROINI, M.V.; ZAIDENBERG, M.; ALMIRÓN, W.R. Models for predicting *Aedes aegypti* larval indices based on satellite images and climatic variables.

**Journal of the American Mosquito Control Association**, v. 24, n. 3, p. 368-376, 2008.

FAYYAD, U.; PIATESKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P.; UTHURUSAMY, R.  
**Advances in knowledge discovery and data mining**. Cambridge: MIT Press, 1996. 560 p. ISBN 0-262-56097-6.

FIGUEIREDO, L.T.M. The Brazilian Flaviviruses. **Microbes and Infection**, v. 2, n.13, p. 1643-1649, 2000.

FIGUEIREDO, R.M.P.; NAVECA, F.G.; BASTOS, M.S.; MELO, M.N.; VIANA, S.S.; MOURÃO, M.P.G.; COSTA, C.A.; FARIAS, I.P. Dengue virus type 4, Manaus, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 14, n. 4, p. 667-669, 2008.

FLAUZINO, R.F.; SOUZA-SANTOS, R.; BARCELLOS, C.; GRACIE, R.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; OLIVEIRA, R.M. Heterogeneidade espacial da dengue em estudos locais, Niterói, RJ. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, n.6, p.1035-1045, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Land Cover Classification system (LCCS)**. Rome, 2004.

FORATTINI, O.P. **Culicidologia Médica**. 1. Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002, v. 1, 864p. ISBN 85-314-0334-0.

FORATTINI, O.P.; BRITO, M. Reservatórios domiciliares de água e controle do *Aedes aegypti*. **Revista de Saúde Pública**, v. 37, n.5, p. 676-677, 2003.

GETIS, A.; MORRISON, A.C.; GRAY, K.; SCOTT, T.W. Characteristics of the spatial pattern of dengue vector, *Aedes aegypti*, in Iquito, Peru. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene**, v. 69, n. 5, p. 494-505, 2003.

GLASSER, C.M.; GOMES, A.C. Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n.2, p. 166-172, 2002.

GUBLER, D.J. Dengue and dengue hemorrhagic fever: its history and resurgence as a global public health problem. In GUBLER, D. J.; KUNO, G. (ed.) **Dengue and dengue hemorrhagic fever**. London, United Kingdom: CAB international, 1997, 478 p. ISBN - 10 0851991343.

\_\_\_\_\_. Resurgent vector-borne diseases as a global health problem. **Emerging Infectious Diseases**, v. 4, n.3, p. 442-449, 1998.

\_\_\_\_\_. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. In: GUERRANT, R.L.; WALKER, D.H.; WELLER, P.F. **Tropical infectious diseases: Principals, Pathogens, and Practise**. 1. ed. Philadelphia: PA Churchill Livingstone, 1999. p. 1265 -1274.

\_\_\_\_\_. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21 st century. **Trends Microbiology**, v. 10, n.2, p. 100-103, 2002.

\_\_\_\_\_. The changing epidemiology of yellow fever and dengue, 1900 to 2003: full circle? **Comparative Immunology Microbiology and Infectious Diseases**, v, 27, n.5, p. 319-330, 2004.

GUBLER, D.J.; KUNO, G. **Dengue and dengue hemorrhagic fever**, 1<sup>0</sup> ed. London, United Kingdom: CAB international, 1997, p.478. ISBN - 10 0851991343.

HALSTEAD, S.B. Observations related to pathogenesis of dengue hemorrhagic fever. **Yale Journal of Biology and Medicine**, v. 42, n. 5, p. 350-360, 1970.

\_\_\_\_\_. Dengue haemorrhagic fever - a public health problem and a field for research. **Bulletin on the World Health Organization**, v. 58, n.1, p. 1-21, 1980.

\_\_\_\_\_. The pathogenesis of dengue. Molecular Epidemiology in Infections Disease. **American Journal of Epidemiology**, v. 114, p. 632-648, 1981.

\_\_\_\_\_. Dengue virus – Mosquito interactions. **Annual Reviews of Entomology**, v. 53, p. 273-291, 2008.

HAN, J.; KAMBER, M. **Data mining: concepts and techniques**. Califórnia: Morgan Kaufmann Publishers. Simon Fraser University, 2000. 550 p. ISBN 1-55860-489-8.

HAPP, P. N.; FERREIRA, R. S.; BENTES, C.; COSTA, G. A. O. P.; FEITOSA, R. Q. Segmentação multiresolução: uma abordagem paralela para segmentação de imagens de alta resolução em arquiteturas de múltiplos núcleos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, (SBSR). 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6935-6942.

HEMME, R.R.; THOMAS, C.L.; CHADEE, D.D.; SEVERSON, D.W. Influence of urban landscapes on population dynamics in a short-distance migrant mosquito:

Evidence for the dengue vector *Aedes aegypti*. **Plos Neglected Tropical Diseases**, v.4, n.3, p.1-9, 2010.

HEROLD, M.; ROBERTS, D.A.; GARDENER, M.; DENNISON, P. Spectrometry for urban area remote sensing – Development and analysis of a spectral library from 350 to 2400 nm. **Remote Sensing of Environment**, v. 91, n.3-4, p.304-319, 2004.

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

HONÓRIO, N.A.; CODEÇO, C.T.; ALVES, F.C.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Temporal distribution of *Aedes aegypti* in different districts of Rio de Janeiro, Brazil, measured by two types of traps. **Journal of Medical Entomology**, v.46, n.5, p. 1001–1014, 2009b.

HONORIO, N.A.; NOGUEIRA, R.M.R.; CODEÇO, C.T.; CARVALHO, M.S.; CRUZ, O.G.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; ARAÚJO, J.M.G.; ARAÚJO, E.S.M.; GOMES, M.Q.; PINHEIRO, L.S.; PINEL, C.S.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Spatial Evaluation and Modeling of Dengue Seroprevalence and Vector. Density in Rio de Janeiro, Brazil. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v.3, n. 11, p. 1-11, 2009c.

HUDSON, W. D.; RAMM, C. M. Correct formulation of the Kappa coefficient of agreement. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 53, n.4, p.421-422, 1987.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico**: Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2000, Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 ago. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **GeoDMA, Geographical Data Mining Analyst**,. São José dos Campos, 2007. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/geodma/?lingua=portugues>>. Acesso em: 10 set. 2010.

ITT VISUAL INFORMATION SOLUTIONS. **ENVI 4.7, Version 4.7**. Boulder, Colorado, EUA, 2009.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 3. ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2005. 526p. ISBN-10 0131453610 e ISBN-13 978-0131453616.

KOHAVI, R.; QUINLAN, R. Decision Tree Discovery. In: Klosgen, W.; Zytkow, J. M. (Ed.). *Handbook of data mining and knowledge discovery*. Oxford: Oxford University, 2002, p. 282-288.

KORFF, M.V.; KOEPEL, T.; CURRY, S.; DIEHR, P. Multi-level analysis in epidemiologic research on health behaviors and outcomes. **American Journal of Epidemiology**, v. 135, n.10, p. 1077-1082, 1992.

KORTING, T. S.; FONSECA, L. M.; ESCADA, M. I. S.; SILVA, F. C.; SILVA, M. P. S. GeoDMA: a novel system for spatial data mining. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON DATA MINING WORKSHOPS, 8., 2008, Pisa. **Proceedings...** Pisa, Italy: IEEE, 2008. ISBN 978-0-7695-3503-6.

KORTING, T.S.; FONSECA, L.M.G.; ESCADA, M.I.S.; CÂMARA, G. GeoDMA - Um sistema para mineração de dados de sensoriamento remoto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 14, (SBSR) 2009, Natal, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 7813-7820. CD-ROM; Online. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: < <http://martemarte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.17/doc/7813-7820.pdf> >. Acesso em: 10 out. 2010.

KUNO, G. Review of the factors modulating dengue transmission. **Epidemiologic Reviews**, v. 17, n.2, p. 321-335, 1995.

LAGROTTA, M.T.F.; SILVA, W.C.; SOUZA-SANTOS, R. Identification of key areas for *Aedes aegypti* control through geoprocessing in Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, State, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n.1, p. 70-80, 2008.

LEBEL, J. **Health: an ecosystem approach**. 1. ed. Ottawa: International Development Research Centre; 2003.. 100 p. ISBN 1-55250-012-8. Disponível em: < <http://www.idrc.ca/openebooks/012-8/> >. Acesso em: 02 fev. 2010.

LIMA-CAMARA, T.; HONÓRIO, N.A.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Frequência e distribuição espacial de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) em distintos ambientes no Rio de Janeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n.10, p.2079-84, 2006.

\_\_\_\_\_. Parity and Ovarian Development of *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* (Diptera: Culicidae) in Metropolitan Rio de Janeiro. **Journal of Vector Ecology**, v. 32, n.1, p. 34-40, 2007

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley and Sons, 1994. 117 p. ISBN 9780471255154.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; HONÓRIO, N.A.; CASTRO, M.G.; SCHATZMAYR, H.G.; MIAGOSTOVICH, M.P.; ALVES, J.C.R.; SILVA, W.C.; LEITE, P.J.; NOGUEIRA, R.M.R. Dengue virus type 3 isolation from *Aedes aegypti* in the municipality of Nova Iguaçu, state of Rio de Janeiro. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 97, n. 6, p. 799-800, 2002.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; FILIPIS, A.M.B.; FAILLOUX, A.B. *Aedes albopictus* from Brazil and southern United states: genetic variation and vector competence for dengue and yellow fever viruses. **American Journal Tropical Medicine and Hygiene**, v. 69, n.1, p. 105-114, 2003.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R.; VAZEILLE, M.; FILIPPIS, A.M.B.; FAILLOUX, A.B. *Aedes aegypti* in Brazil: genetically differentiated populations with high susceptibility to dengue and yellow fever viruses. **Transactions of the Royal society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 98, n. 1, p. 43-54, 2004.

LOURENÇO-DE-OLIVEIRA R. Rio de Janeiro against *Aedes aegypti*: yellow fever in 1908 and dengue in 2008 – Editorial. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, n. 7, p. 627–628, 2008.

LUZ, J.; ROSOT, M.A.D.; ROSOT, N.C.; OLIVEIRA, Y.M.M.; GARRASTAZÚ, M.C. Técnicas de fusão aplicadas a imagens do satélite ALOS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, (SBSR), Natal, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6959-6965. CD-ROM; Online. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <  
<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.16.47/doc/6959-6965.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2009.

LUZ, P. M.; CODECO, C. T.; MASSAD, E.; STRUCHINER, C. J. Uncertainties regarding dengue modelling in Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 98, n.7, p. 871-878, 2003.

MACIEL-DE-FREITAS, R.; NETO, R.B.; GONÇALVES, J.M.; CODEÇO, C.T.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Movement of dengue vectors between the human modified environment and na urban Forest in Rio de Janeiro. **Journal of Medical Entomology**, v. 43, n.6, p. 1112-1120, 2006.

MACIEL- DE-FREITAS, R.; MARQUES, W.A.; PERES, R.C.; CUNHA, S.P.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Variation in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) container productivity in a slum and a suburban district of Rio de Janeiro during dry and wet seasons. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, n. 4, p.489–496, 2007b.

MARIANO, F. A dengue. Considerações a respeito de sua incursão no Rio Grande do Sul, em 1916. **Archivos Brasileiros de Medicina**, v. 7, p. 272-277, 1916.

MARZOCHI, K.B.F. Dengue in Brazil – situation, transmission and control – a proposal for ecological control. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v.89, n.2, p. 235-245, 1994.

MAUNY, F.; VIEL, J.F.; HANDSCHUMACHER, P. SELLIN, B. Multilevel modeling and malaria: a new method for an old disease. **International Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 6, p. 1337-1344, 2004.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J. FRAGSTATS: **Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Washington: United State Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station General Technical Report PNW-GTR-351, 1995. 122p.

MEDINA, G.L.P. **Identificação de áreas de risco de transmissão de leishmaniose tegumentar através de imagens de satélite e análise espacial**. 2007. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia cartográfica) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2007.

MEDRONHO, R.A. Dengue e o ambiente urbano. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n.2, p. 159-161, 2006.

MEIRA, R. "Urucubaca" gripe ou dengue? Dengue. In:\_\_\_\_\_.**Clínica médica**. São Paulo: Gráfica O Estado de S. Paulo, 1916. p.273-285.

MELO, P.R.S.; REIS, E.A.G.; CIUFFO, I.A.; GÓES, M.; BLANTON, R.E.; REIS, M.G. The dynamics of dengue vírus serotype 3 introduction and dispersion in the state of Bahia, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, n.8, p. 905-912, 2007.

METZGER, J.P. **Métodos de estudo em biologia da conservação**. 2. ed.. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2003. 652p. ISBN 8573351748.

MILLER, B.R.; BALLINGER, M.E. *Aedes albopictus* mosquitoes introduced into Brazil: vector competence for yellow fever and dengue viruses. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 82, n.3, p. 476-477, 1988.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Serviço de Vigilância em Saúde-SVS**. Brasília, 2010. Disponível em: < <http://portal.saude.gov.br/portal/saude/area>>. Acesso: 20 jan. 2010.

MONDINI, A.; CHIARAVALLI-NETO, F. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n.6, p.923-930, 2007.

MORRISON, A.C.; SIHUINCHA, M.; STANCIL, J.D.; ZAMORA, E.; ASTETE, H.; OSLO, J.C.; VIDAL-ORE, C.; SCOTT, T.W. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) production from non-residential sites in the Amazonian city of Iquitos, Peru. **Annals of Tropical Medicine and Parasitology**, v. 100, p.73-86, 2006.

NAKHAPAKORN, K.; TRIPATHY, N.K. An information value based analysis of physical and climatic factors affecting dengue fever and dengue hemorrhagic fever incidence. **International Journal of Health Geographics**, v. 4, n. 13, p. 1-13, 2005.

NOGUEIRA, R.M.R.; MIAGOSTOVICH, M.P.; LAMPE, E.; SCHATZMAYR, H.G. Isolation of dengue virus type 2 in Rio de Janeiro. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 85, n.2, p. 253-253, 1990.

NOGUEIRA, R.M.R.; MIAGOSTOVICH, M.P.; FILIPPIS, A.M.B.; PEREIRA, M.A.S.; SCHATZMAYR, H.G. Dengue virus type 3 in Rio de Janeiro, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 96, n.7, p.925-926, 2001.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Dengue hemorrhagic fever diagnosis, treatment and control**. 2. ed. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 1997. 84p. ISBN 92 4 154500 3. Disponível em: < <http://www.who.int/csr/resources/publications/dengue/Denguepublication/en/>>. Acesso em: 10 out. 2010.

OSANAI, C.H.; TRAVASSOS-DA-ROSA, A.P.A.; TANG, A.T.; AMARAL, R.S.; PASSOS, A.D.C.; TAUIL, P.L. Surto de dengue em Boa vista, Roraima. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, v. 25, n.1, p. 53-54, 1983.

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION (PAHO). **Dengue and dengue hemorrhagic fever in the Americas: guidelines for prevention and control.** Washington: Pan American Health Organization, 1994. 104 p. ISBN 92 75 11548 6.

PEDRO, A. O dengue em Niterói. **Brazil Médico**, v. 1, p. 173-177, 1923.

PENNA, M.L.F. Um desafio para a saúde pública brasileira: o controle da dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 19, n.1, p.305-309. 2003.

PETERSON, A.T.; MARTINEZ-CAMPOS, C.; NAKAZAWA, Y.; MARTINEZ-MEYER, E. Time-specific ecological niche modeling predicts spatial dynamics of vector insects and human dengue cases. **Transactions of the Royal society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 99, p. 647-655, 2005.

PINHO, C.M.D **Análise orientada a objetos de imagens de satélites de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos – SP.** 2005. 180p. (INPE-14183-TDI/1095). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

PINHO, C. M. D.; RENNÓ, C. D.; KUX, H. J. H. Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4225-4232. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12768-PRE/8058). Disponível em:<<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.20.14>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

PRADO, F.A.. **Sistema hierárquico de classificação para mapeamento da cobertura da terra nas escalas regional e urbana.** 2009. 169p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 169p. 2009.

QUINLAN, R. **C4.5: programs for machine learning.** San Francisco: Morgan Kaufmann, 1993. 316p. ISBN 1-55860-238-0.

QUINTERO, J.; CARRAQSQUILLA, G.; SUÁREZ, R.; GONZÁLEZ, C.; OLANO, V.A. An ecosystemic approach to evaluating ecological, socioeconomic and group dynamics affecting the prevalence of *Aedes aegypti* in two Colombian towns. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, suppl 1, p. S93-S103, 2009.

REGIS, L.; MONTEIRO, A.M.; MELO-SANTOS, M.A.V. DE; SILVEIRA JUNIOR, J.C.; FURTADO, A.F.; ACIOLI, R.V.; SANTOS, G.M.; NAKAZAWA, M.; CARVALHO, M.S.; RIBEIRO JUNIOR, P.J.; SOUZA, WAYNER VIEIRA DE. Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 103, n.1, p. 50-59, 2008.

REGIS, L.; ACIOLI, R.V.; WALTER, C.M.N.; SERAFIM, J.; SILVEIRA JR, J. C.; SOUZA, W.V.; RIBEIRO JR, P.J.; MELO-SANTOS, M.A.V.; MONTEIRO, A.M.. Dados recentes sobre impacto da remoção mecânica de ovos e adultos sobre densidades populacionais de *Aedes aegypti* em dois municípios pernambucanos. In: WORKSHOP DE GENÉTICA E BIOLOGIA MOLECULAR DE INSETOS VETORES DE DOENÇAS TROPICAIS, 4, 13-17 de abr de 2010, Recife, **Anais...Recife: Centro de Pesquisa Ageu Magalhães – Fiocruz**, p. 31-34. Disponível em: <[http://www.cpqam.fiocruz.br/entomol4/images/images\\_top/livro\\_de\\_resumos\\_entomol\\_4.pdf](http://www.cpqam.fiocruz.br/entomol4/images/images_top/livro_de_resumos_entomol_4.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2010.

REIS, I.C.; HONÓRIO, N.A.; CODEÇO, C.T.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. BARCELLOS, C. Relevance of differentiating between residential and non-residential premises for surveillance and control of *Aedes aegypti* in Rio de Janeiro, Brazil. **Acta Tropica**, v.114, p.37-43, 2010.

REIS, T.J. A febre dengue in Curitiba. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 7, p. 163-266, 1896.

REITER, P.; AMADOR, M.A.; ANDERSON, R.A.; CLARK, G.G. Short Report: Dispersal *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. **American Journal of Medicine and Hygiene**, v. 52, n.2, p. 177-179, 1995.

REITER, P.; GUBLER, D. J. Surveillance and control of urban dengue vectors. In: Gubler DJ, Kuno G, (eds.) **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever**. New York: CAB International; 1997:425–462.

REITER, P.; LATHROP, S.; BUNNING, M.; BIGGERSTAFF, B.; SINGER, D. TIWARI,T.; BABER, L.; AMADOR, M.; THIRION, J.; HAYES, J.; SECA, CALIXTO, MENDEZ, J.; RAMIREZ, B.; ROBINSON, J.; RAWLINGS, J.; VORNDAM, V.; WATERMAN, S.; GUBLER, D.; CLARK, G.; HAYES, E. Texas lifestyle limits transmission of dengue virus. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 1, p. 86-89, 2003.

REITER, P. Oviposition, dispersal, and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 7, n.2, p: 261–274, 2007.

REUBEN, R.; RAHMAN, S.J.; PANICKER, K.N.; DAS, P.K.; BROOKS, G.D. The development of a strategy for large-scale releases of sterile males of *Aedes aegypti* (L.). **Journal of Communicable Diseases**, v. 7, n. 2, p. 313-326, 1975.

RÍOS-VELASQUEZ, C.M.; CODEÇO, C.T.; HONÓRIO, N.A.; SABROSA, P.S.; MORESCO, M.; CUNHA, I.C.L.; LÉVINO, A.; TOLEDO, L.M.; LUZ, S.L.B. Distributions of dengue vectors in neighborhoods with different urbanization types of Manaus, state of Amazonas, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 102, n.5, p. 617-623, 2007.

RODHAIN, F. Recent data on the epidemiology of dengue fever. **Bulletin de L' Académie Nationale de Médecine**, v.176, p. 223-236, 1992.

ROGERS, D.J.; WILSON, A.J.; HAY, S.I.; GRAHAM, A.J. The global distribution of yellow fever and dengue. **Advances in Parasitology**, v.62, p. 181-220, 2006.

ROSA-FREITAS, M.G.; SCHREIBER, K.V.; TSOURIS, P.; WEIMANN, E.T.D.S.; LUITGARDS-MOURA, J.F. Associations between dengue and combinations of weather factors in a city in the Brazilian Amazon. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 20, n.4, p. 256-267, 2006.

ROSA-FREITAS, M.G.; TSOURIS, P.; REIS, I.C.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; NASCIMENTO, T.F.S.; HONÓRIO, N.A. Dengue and land cover heterogeneity in Rio de Janeiro. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 3, p.641-667, 2010.

ROSEN, L. The emperor's new clothes revisited, or reflections on the pathogenesis of dengue hemorrhagic. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 26, n.3, p. 337-343, 1977.

\_\_\_\_\_ La pathogénèse de la dengue hemorrhagique: discussion critique des hypothèses Actuelles. **Bulletin de la Société de pathologie exotique**, v. 79, n.3, p. 342-349, 1986.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: HUCITEC, 1999, 388 p. ISBN:9788531407130

SCHATZMAYR, H.G.; NOGUEIRA, R.M.R.; TRAVASSOS-DA-ROSA, A.P.A. An outbreak of dengue virus at Rio de Janeiro. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 81, n.2, p. 245-246, 1986.

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

SERVICE, M.W. Mosquito (Diptera: Culicidae) Dispersal – The long and short of it. **Journal of Medical Entomology**, v.34, n.6, p.579-588, 1997.

SECRETARIA DE DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO (SESDEC-RJ). **Ações em Saúde. Dengue. Relatório de casos de dengue.** Rio de Janeiro, 2008. <<http://www.saude.rj.gov.br/>> Acesso em: 31 jan 2009.

\_\_\_\_\_. **Rio contra a dengue.** Rio de Janeiro, 2009. Disponível em <[http://www.riocontradengue.com.br/conteudo/plantao\\_detalle.asp?EditeCodigoDaPagina=561](http://www.riocontradengue.com.br/conteudo/plantao_detalle.asp?EditeCodigoDaPagina=561)>. Acesso em: 30 dez. 2009.

SILVA, M. P. S.; CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; VALERIANO, D. M.; ESCADA, M. I. S. Mining patterns of change in remote sensing image databases. In: WORKSHOP DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO APLICADA DO INPE, 5. (WORCAP), 2005, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/hermes2@1905/2005/10.03.07.12>>. Acesso em: 10 nov. 2010.

SILVA, M. P. S. **Mineração de padrões de mudanças em imagens de sensoriamento remoto.** 2006. 128 p. (INPE-14429-TDI/1130). Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006.

SILVA, F. C.; KORTING, T. S.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S. Deforestation pattern characterization in the Brazilian Amazonia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 6207-6214. CD-ROM; Online. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.18.01.06>>. Acesso em: 10 fev. 2009.

SILVA, M. P. S.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. S.; SOUZA, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest

areas. **International Journal of Remote Sensing**, v.29, n.16, p. 4803-4822, 2008.

SILVA, V.C.; SERRA-FREIRE, N.M.; SILVA, J.S.; SCHERE, P.O.; RODRIGUES, I.; CUNHA, S.P.; ALENCAR, J. Estudo comparativo entre larvitrapas e ovitrapas para avaliação da presença de *Aedes aegypti* (Diptera: culicidae) em Campo grande, estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 42, n. 6, p. 730-731, 2009.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO (SINAN).. **Casos notificados de dengue no Brasil e regiões brasileiras**. Brasília, 2009. Disponível em: <  
[http://189.28.128.100/portal/saude/profissional/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=31131](http://189.28.128.100/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31131)  
>. Acesso em: 05 jan. 2010.

SOPER, F.L. The 1964 status of *Aedes aegypti* eradication and yellow fever in the Americas. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 14, n.6,p. 887-891, 1965

SUÁREZ, R.; GONZÁLEZ, C.; CARRASQUILLA, G.; QUINTERO, J. Na ecosystem perspetive in the sócio-cultural evaluation of dengue in two Colombian towns. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, suppl 1, p.S104-S114, 2009.

SUSSER, M. The logic in ecological: I.the logic of analysis. **American Journal Public Health**, v.84, n.5, p.825-835, 1994.

TAUIL, P.L. Urbanização e ecologia do dengue. **Cadernos de Saúde Pública**, v.17, suppl 1, p. 99-102, 2001.

TEIXEIRA, M.G.; BARRETO, M.L.; GUERRA, Z. Epidemiologia e Medidas de prevenção de dengue. **Informe Epidemiológico do SUS**, v. 8, n. 4, p. 5-33, 1999.

TEIXEIRA, M.G.; BARRETO, M.L.; COSTA, M.C.N.; FERREIRA, L.D.; VASCONCELOS, P.F.; CAIRNCROSS, S. Dynamics of dengue vírus circulation: a silent epidemic in a complex urban área. **Tropical Medicina and International Health**, v.7, n.9, p.757-762, 2002.

TEIXEIRA, M.G.; COSTA, M.C.N; COELHO, G.; BARRETO, M.L. Recent shift in age pattern of dengue hemorrhagic fever, Brazil. **Emerging Infectious Diseases**, v. 14, n. 10, p. 1663, 2008.

TEIXEIRA, M.G.; COSTA, M.C.N.; BARRETO, F.; BARRETO, M.L. Dengue: twenty-five years since reemergence in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 25, suppl1, p.S7-S18, 2009.

TEIXEIRA, T.R.A.; MEDRONHO, R.A. Indicadores sócio-demográficos e a epidemia de dengue em 2002 no estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24,n.9, p. 2160-2170, 2008.

TERRAVIEW 3.5.0. São José dos Campos, SP: INPE, 2010. Disponível em:<[www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview)>. Acesso em:10 mar.2010.

THOMAS, C.J.; LINDSAY, S.W. Local-scale variation in malaria infection amongst rural Gambian children estimated by satellite remote sensing. **Transactions of the Royal society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 94, n. 2, p .159-1163, 2000.

THOMPSON, M.C.; CONNOR, S.J.; D'ALESSANDRO, U.; ROWLINGSON, B.; DIGGLE, P.; CRESSWELL, M.; GREENWOOD,B. Predicting malaria infection in Gambian children from satellite data and bed net use surveys: the importance of spatial correlation in the interpretation of results. **American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 61, n.1, p. 2-8, 1999.

TRAN, A. RAFFY, M. On the dynamics of dengue epidemics from large-scale information. **Theoretical Population Biology**, v. 69, p.3-12, 2006.

TROYO, A.; FULLER, D.O.; CALDERÓN-ARGUEDAS,O.; SOLANO, M.E.; BEIER, J.C. Urban structure and dengue fever in Puntarenas, Costa Rica. **Singapore journal of Tropical Geography**, v. 30, n.2, p. 265-282, 2009.

UNITED STATES PATENT. Craig A. Laben, Bernard V. Brower. **Process for enhancing the spatial resolution of multispectral imagery using pan-sharpening**. Número da patente: 6,011,875. 4 de jan de 2000. Disponível em: <<http://www.freepatentsonline.com/6011875.html>>. Acesso em: 10 de out. 2010.

VANWAMBEKE, S.O.; VAN BENTHEM, B.H.B.; KHANTIKUL, N.; BURGHOORN-MAAS, C.; PANART, K.; OSKAM, L.; LAMBIN, E.F.; SOMBOON, P. Multi-level analyses of spatial and temporal determinants for dengue infection. **International Journal of Health Geographics**, v. 5, n.5, p.1-16, 2006.

VIEIRA, M. A. **Análise de imagem orientada a objeto e mineração de dados aplicadas ao mapeamento da cultura da cana-de-açúcar**. 2010. 112p.

(sid.inpe.br/mtc-m19@80/2010/04.08.17.43-TDI). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

WALD, L. Data Fusion: A conceptual approach for an efficient exploitation of remote sensing images. In: EARSEL CONFERENCE ON 'FUSION OF EARTH DATA', 1998, Sophia, Antipolis, France. **Proceedings...** Sophia, Antipolis, France, 1998. p. 17 - 23.

WELCH, R. Spatial resolution requirements for urban studies. **International Journal of Remote Sensing**, v. 3, n.2, p. 139-146, 1982.

WEN, T.H.; LIN, N.H.; LIN, C.H.; KING, C.C.; SU, M.D. Spatial mapping of temporal risk characteristics to improve environmental health risk identification: a case study of a dengue epidemic in Taiwan. **Science of the Total Environment**, v. 367, p. 631-640, 2006.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Countries/areas at risk of dengue transmission, 2008**. 2008. Escala 6.500 quilômetros. Disponível em: <[http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/World\\_DengueTransmission\\_Extension\\_2008.png](http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/World_DengueTransmission_Extension_2008.png)>. Acesso em: 20 fev. 2010.

YOSHUMATSU, S.; SOHEL, N.; WAGATSUMA, Y. Important containers related to dengue fever epidemic in Dhaka, Bangladesh. **Journal of Health, Population and Nutrition**, 2010 (Em revisão).

ZHANG, J.; HSU, W.; LEE, M. Image mining: trends and developments. **Journal of Intelligent Information**, v. 19, n. 1, p. 7-23, 2002.

## APÊNDICE

### Métricas da paisagem e Métricas espectrais.

#### I) Métricas da paisagem.

##### 1. Métricas de área

As métricas de área visam quantificar a composição da paisagem e não a configuração da mesma.

#### •Class Area (CA),

$$CA = \sum_{j=1}^n a_j \quad (3.1)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem (uma célula de 250x250 m) e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$ .  $CA$  é uma medida de composição da paisagem, determinando o quanto da paisagem é composto por um tipo de mancha específico Trata-se de uma medida direta e usada nos cálculos de muitas métricas da paisagem.

#### •Percentual of Landscape (PercentLand),

$$\%Land = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{A} \times 100 \quad (3.2)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$  e  $A$  é a área ( $m^2$ ) total da paisagem.  $\%Land$  é uma medida de composição da paisagem sendo

importante no cálculo de outros índices da paisagem. A porcentagem da paisagem quantifica a abundância proporcional de cada tipo de mancha dentro da paisagem.

## 2. Métricas de densidade, tamanho e variabilidade da mancha

As métricas de densidade, tamanho e variabilidade da mancha são consideradas representativas da configuração da paisagem.

### •Patch Density (PD),

$$PD = \frac{n}{A} \times 100 \quad (3.3)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $A$  é a área total da paisagem.  $PD$  expressa o número de um tipo de mancha específico por área seja  $\text{km}^2$ ,  $\text{m}^2$ , ha.

### •Mean Patch Size (MPS),

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{n} \quad (1.4)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem e  $a_j$  é a área ( $\text{m}^2$ ) da mancha  $j$ . A métrica  $c\_MPS$  expressa a área média ocupada por todas as manchas dentro da paisagem. Quanto menor o MPS mais fragmentado é a mancha.

•Patch Size Standard Deviation (PSSD),

$$PSSD = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n [a_j - \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_j}{n}\right)]^2}{n}} \left(\frac{1}{10000}\right) \quad (3.5)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha específico,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$ .  $PSSD$  é o desvio padrão do tamanho da mancha  $j$  dentro da paisagem.

•Patch Size Coefficient of Variation (PSCOV),

$$PSCOV = \frac{PSSD}{MPS} \times 100 \quad (3.6)$$

Onde,  $PSSD$  é o desvio padrão do tamanho da mancha e o  $MPS$  é o tamanho médio da mancha. Para a comparação da variabilidade essa métrica é preferível a  $PSSD$ , pois mede a variabilidade relativa entre as médias, ou seja, variabilidade como uma porcentagem da média e não uma variabilidade absoluta.  $PSSD$  e  $PSCOV$  podem ser iguais a zero em duas condições: 1) quando tiver apenas uma mancha na paisagem e 2) quando tiver mais de uma mancha e elas tiverem o mesmo tamanho. Em ambos os casos não há variabilidade no tamanho da mancha

### 3. Métricas de borda

As métricas de borda são representativas da configuração da paisagem.

•**Edge Density (ED),**

$$ED = \frac{\sum_{j=1}^m e_j}{A} \times 10000 \quad (3.7)$$

Onde,  $m$  é comprimento (ou perímetro) de borda em metros dos segmentos da mesma classe de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $e_j$  é comprimento (m) total da borda (ou perímetro) da mancha da classe  $j$  incluindo os segmentos de fronteira e  $A$  é a área (m<sup>2</sup>) total da paisagem.  $c\_ED$  mede a complexidade da forma. Valores altos indicam contornos complexos e alongados enquanto que valores baixos indicam uma forma mais simples e compacta. Os índices de borda de uma maneira geral são afetados pela resolução da imagem. Quanto menor a resolução espacial da imagem, maior o nível de detalhes e mais sinuosas ficam as bordas do que as imagens de maior resolução espacial onde as bordas aparecem como uma linha reta.

### 4. Métricas de forma

As métricas de forma quantificam a configuração da paisagem em termos da complexidade da forma da mancha.

•**Landscape Shape Index (LSI),**

$$LSI = \frac{\sum_{j=1}^m e_j}{\sqrt{\pi A}} \quad (3.8)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $e_j$  é comprimento (m) total da borda (ou perímetro) da mancha da classe  $j$  incluindo os segmentos de fronteira e  $A$  é a área (m<sup>2</sup>) total da paisagem. LSI é uma modificação da razão perímetro-área da paisagem, fornecendo uma medida simples de agregação de classe ou *clumpiness*.

•**Mean Shape Index (MSI),**

$$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n p_j / \sqrt{\pi \times a_j}}{n} \quad (3.9)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $p_j$  é o perímetro (m) da mancha  $j$  e  $a_j$  é a área (m<sup>2</sup>) da mancha  $j$ . MSI mede a complexidade da forma média da mancha na paisagem comparado a forma padrão.

•**Area-Weighted Mean Shape Index (AWMSI),**

$$AWMSI = \sum_{j=1}^n \left[ \frac{p_j}{\sqrt{\pi \times a_j}} \times \frac{a_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \right] \quad (3.10)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $p_j$  é o perímetro (m) da mancha  $j$  e  $a_j$  é a área (m<sup>2</sup>) da mancha  $j$ . AWMSI pondera as manchas de acordo com seu tamanho. Manchas maiores têm um peso maior do que manchas menores. Estes índices podem ser mais adequados do que a média não ponderada pelo peso quando as manchas maiores são dominantes na paisagem.

- **Mean Patch Fractal Dimension (MPFD),**

$$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{2 \ln p_j}{\ln a_j}}{n} \quad (3.11)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $p_j$  é o perímetro (m) da mancha  $j$  e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$ . A dimensão fractal geralmente descreve a complexidade e a fragmentação da mancha proporcional ao perímetro-área. Os valores da dimensão fractal está entre 1 e 2. Quando os valores são próximos de 1 as manchas apresentam uma forma retangular compacta e perímetro relativamente pequeno em relação à área.

- **Area-Weighted Mean Patch Fractal Dimension (AWMPFD), e**

$$AWMPFD = \sum_{j=1}^n \left[ \frac{2 \ln p_j}{\ln a_j} \times \frac{a_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \right] \quad (3.12)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $p_j$  é o perímetro (m) da mancha  $j$  e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$ . AWMPFD considera o peso das manchas de acordo com seu tamanho semelhante ao AWMSI.

- **Mean Perimeter Area Ratio (MPAR),**

$$MPAR = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{P_j}{a_j}}{n} \quad (3.13)$$

Onde,  $n$  é o número total de um tipo de mancha,  $j$  é uma classe de mancha específica dentro da paisagem,  $p_j$  é o perímetro (m) da mancha  $j$  e  $a_j$  é a área ( $m^2$ ) da mancha  $j$ .

II)As métricas espectrais utilizadas foram:

- **Amplitude do pixel (rX\_amplitude\_B),**

$$AMP = P_{max} - P_{min} \quad (3.14)$$

Onde,  $P_{max}$  é o maior valor de pixel e  $P_{min}$  é o menor valor de pixel.

- **Entropia, textura (rX\_entropy\_B)**

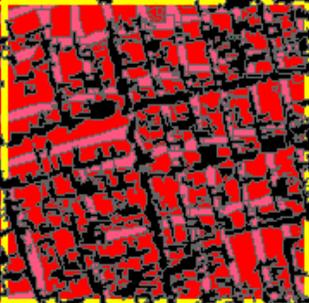
Retorna os valores de entropia e textura do pixel fornecendo a distribuição randômica do pixel.

• **Média** (rX\_mean\_B),

$$Mean = \frac{\sum_{i=1}^N P_i}{N} \quad (3.15)$$

O rX\_mean\_B retorna o valor médio de todos os n pixels da imagem.

Tabela A.1 - Tipologia de interesse para a dengue

Identificação dos Padrões de Paisagem Urbana (PPU)	Padrão de Paisagem Urbana Imagem IKONOS II de 1m de res. espacial 3(R)2(G)1(B)	Padrão de Paisagem Urbana Imagem IKONOS II com os segmentos classificados vazados	Padrão de Paisagem Urbana Imagem classificada	Descrição do Mosaico do Padrão de Paisagem Urbana a partir da imagem IKONOS II	Caracterização dos elementos presentes no Padrão de Paisagem Urbana.	Importância entomológica
PPU I		 <p data-bbox="622 810 922 869"> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="border: 1px solid grey; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Sombra         </p>	 <p data-bbox="958 810 1272 895"> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; vertical-align: middle;"></span> Sombra  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: pink; vertical-align: middle;"></span> Arruamento pavimentado         </p>	<p>Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas, sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. O arruamento é denso e pavimentado. Não há imóveis não residenciais (galpões) e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água. Pode haver presença ou não de vegetação.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado e vegetação, descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 40% a 60% polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 3 m<sup>2</sup> a 8.000 m<sup>2</sup> e com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 30% a 60% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 20 m<sup>2</sup> a 2.300 m<sup>2</sup> com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>- Classe rua pavimentada – muito densa.</li> <li>- Classe vegetação – Apresenta baixa densidade de vegetação variando entre 0% a 20%. Polígonos da classe</li> </ul>	<p>1) Área densamente habitada, com alta densidade de domicílios e pode haver presença ou não de cobertura vegetal.</p>

Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU II</p>		 <p> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Sombra  <span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Vegetação         </p>	 <p> <span style="background-color: red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="background-color: black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Sombra  <span style="background-color: pink; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Arruamento pavimentado  <span style="background-color: green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Vegetação         </p>	<p>Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar, espaçadas entre si com presença de pequenos jardins ou quintais. O sombreamento apresenta uma densidade moderada. O arruamento tem densidade moderada e é pavimentado. Há a presença de área com vegetação intraurbana com densidade moderada. Não há áreas não edificadas e nem imóveis não residenciais. Pode haver presença ou não corpos d'água.</p>	<p>vegetação com tamanhos entre 8 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup>.</p> <p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra arruamento e vegetação descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço - Apresenta entre 30% a 50% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 26.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra - 30% a 40% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 150 m<sup>2</sup> a 2000 m<sup>2</sup>, com formato predominantemente alongado e bordas irregulares.</li> <li>- Classe rua pavimentada - moderadamente densa</li> <li>- Classe vegetação - Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos de vegetação dispersos variando em tamanho de 27 m<sup>2</sup> a 300 m<sup>2</sup>, com baixa densidade e bordas irregulares.</li> </ul>	<p>1)Área densamente habitada com baixa a moderada cobertura vegetal.</p>
---------------	---	---	--	--	--	---

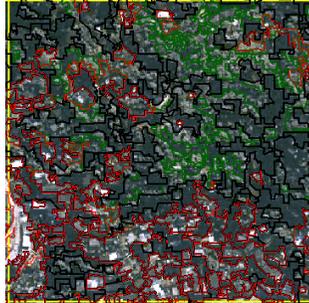
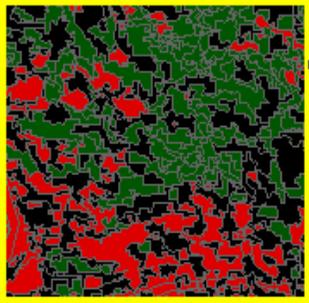
Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU III</p>		 <p>  Área residencial/serviço   Sombra   Vegetação         </p>	 <p>  Área residencial/serviço   Sombra   Arruamento pavimentado   Vegetação         </p>	<p>Área residencial/serviço muito densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. O arruamento é pouco denso e pavimentado. Há presença de área vegetada intraurbana com densidade moderada. Não há imóveis não residenciais (galpões) e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpos d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra arruamento e vegetação descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe residencial/serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 32.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 35% a 55% de polígonos da classe sombra variando em tamanho entre 60 m<sup>2</sup> a 800 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>- Classe rua pavimentada – pouco densa ou com nenhum arruamento.</li> <li>- Classe vegetação – Densidade baixa variando entre 10% a 20% de polígonos da classe vegetação com tamanhos entre 20 m<sup>2</sup> a 500 m<sup>2</sup> e forma irregular.</li> </ul>	<p>1)Área densamente habitada com baixa cobertura vegetal.</p>
----------------	---	--	---	---	--	--

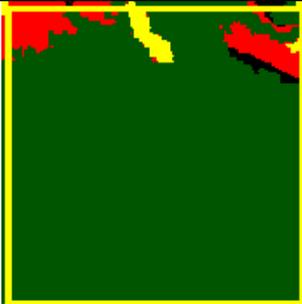
Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU IV</p>		 <p>  Área residencial/serviço   Sombra   Vegetação         </p>	 <p>  Área residencial/serviço   Sombra   Vegetação         </p>	<p>Área residencial/serviço pouco densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é denso. Não há arruamento visível. Há presença de área com alta densidade de vegetação, predominando sobre a classe residencial/serviço. Não há imóveis não residenciais e nem áreas não edificadas. Pode haver presença ou de corpos d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra e vegetação descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 20% a 30% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 3.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 90 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>- Classe vegetação – Predomínio de polígonos da classe vegetação (&gt;50%). Polígonos com bordas irregulares.</li> </ul>	<p>1) Área urbana de baixa a moderada densidade de imóveis residenciais com alta cobertura vegetal.</p>
---------------	---	--	---	---	--	---

Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU V</p>		 <p> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="background-color: black; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Sombra  <span style="background-color: green; border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Vegetação  <span style="border: 2px solid yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área não edificada         </p>	 <p> <span style="background-color: red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área residencial/serviço  <span style="background-color: black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Sombra  <span style="background-color: green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Vegetação  <span style="background-color: yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Área não edificada         </p>	<p>Área residencial/serviço pouco densa ou escassa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas entre si. O sombreamento é pouco denso. Não há arruamento visível e quando visível é pouco denso. Há presença de área com alta densidade moderada de vegetação. Há presença de área não edificada. Não há imóveis não residenciais. Ausência de corpos d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e área não edificada descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 0% a 20% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 25 m<sup>2</sup> a 600m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 0% a 20% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 100 m<sup>2</sup> a 600 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>- Classe vegetação – Predomínio de polígonos da classe vegetação (&gt;50%). Polígonos com bordas irregulares.</li> <li>- Classe área não edificada – polígonos com forma geométrica de tamanho médio a grande com formato regular.</li> </ul>	<p>1) Área com baixa densidade de imóveis residências, alta cobertura vegetal e presença de área não edificada.</p>
--------------	---	---	--	--	--	---

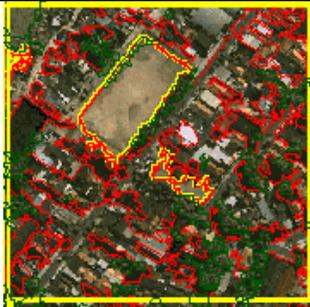
Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU VI</p>		 <p> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Imóvel não residencial         </p>	 <p> <span style="background-color: red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="background-color: black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="background-color: green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="background-color: purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Imóvel não residencial (Galpão)         </p>	<p>Área residencial/serviço moderadamente densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar espaçadas entre si com presença de pequenos jardins ou quintais. O sombreamento é pouco denso. Não há arruamento visível. Há presença de área com densidade moderada de vegetação intraurbana. Há presença de imóveis não residenciais. Não há áreas não edificadas. Pode haver presença ou não de corpo d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e imóvel não residencial descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta de 20% a 40% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 23.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 5% a 15% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 53 m<sup>2</sup> a 1200 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>- Classe vegetação – Apresenta de 40% a 60% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.</li> <li>- Classe imóvel não residencial (galpão) – polígonos com forma geométrica grande (&gt;2500 m<sup>2</sup>) e regular.</li> </ul>	<p>1) área urbana com presença de imóvel não residencial (galpão).</p>
---------------	---	---	---	---	---	--

Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU VII</p>		 <p> <span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="border: 1px solid yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área não edificada         </p>	 <p> <span style="background-color: red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="background-color: black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="background-color: pink; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Arruamento pavimentado  <span style="background-color: green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="background-color: yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área não edificada         </p>	<p>Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar espaçadas entre si com a presença de jardins ou quintais. O sombreamento é de densidade moderada. O arruamento é moderadamente denso e pavimentado. Há presença de área de vegetação com densidade moderada. Há presença de áreas não edificadas. Não há imóveis não residenciais. Pode haver ou não presença de corpos d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado, vegetação e área não edificada descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 10% a 30% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 4 m<sup>2</sup> a 16.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 30% a 50% polígonos de sombra, variando em tamanho entre 10 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>-Classe arruamento pavimentado – moderadamente denso.</li> <li>- Classe vegetação – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.</li> <li>- Classe área não edificada – polígonos com forma geométrica grande e regular.</li> </ul>	<p>1)Área urbana com a presença de área não edificada.</p>
----------------	---	---	---	--	---	--

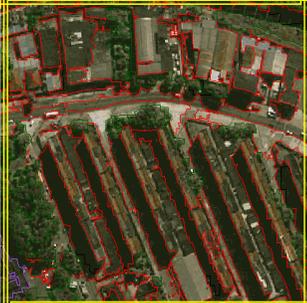
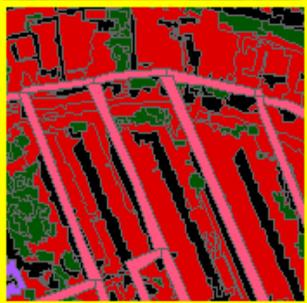
Continua

Tabela A.1 - Continuação

<p>PPU VIII</p>		 <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço</li> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Sombra</li> <li><span style="border: 1px solid green; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Vegetação</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Imóvel não residencial</li> <li><span style="border: 1px solid yellow; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área não edificada</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Sombra</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: pink; margin-right: 5px;"></span> Arruamento pavimentado</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> Vegetação</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: purple; margin-right: 5px;"></span> Imóvel não residencial</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> Área não edificada</li> </ul>	<p>Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar justapostas sem presença de jardins ou quintais. O sombreamento é pouco denso. O arruamento é pouco denso e pavimentado. Há presença de área de vegetação intraurbana com densidade moderada. Há presença de imóveis não residenciais e áreas não edificadas. Pode haver ou não presença de corpo d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado, vegetação, imóvel não residencial e área não edificada descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta cerca de 30% a 50% de polígonos da classe residencial/ serviço variando em tamanho de 2 m<sup>2</sup> a 10.000m<sup>2</sup> com formato irregular.</li> <li>- Classe sombra – Apresenta cerca de 20% a 40% de polígonos da classe sombra, variando em tamanho entre 30 m<sup>2</sup> a 1000 m<sup>2</sup>, com forma alongada e bordas irregulares.</li> <li>-Classe arruamento pavimentado – moderadamente denso.</li> <li>- Classe vegetação – Apresenta cerca de 30% a 45% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas regulares.</li> <li>- Classe imóvel não residencial (galpão) – polígonos com forma geométrica grande (&gt;2500</li> </ul>	<p>1)Área urbana com presença de imóvel não residencial (galpão) e área não edificada.</p>
-----------------	---	---	---	--	--	--

Continua

Tabela A.1 - Continuação

					m <sup>2</sup> ) e regular. - Classe área não edificada – polígonos com forma geométrica grande e regular	
PPU IX		 <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid red; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Área residencial/serviço</div> <div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Sombra</div> <div style="border: 1px solid green; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Vegetação</div> </div>	 <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="background-color: red; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Área residencial/serviço</div> <div style="background-color: black; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Sombra</div> <div style="background-color: pink; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Arruamento pavimentado</div> <div style="background-color: green; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px; margin-left: 10px;"></div> <div style="margin-right: 5px;">Vegetação</div> </div>	Área residencial/serviço densa. Quando residencial, as habitações são do tipo multifamiliar. O sombreamento é denso. O arruamento é moderadamente denso e pavimentado. Há presença de área com densidade moderada de vegetação. Não há imóveis residenciais e nem áreas não edificadas. Pode haver ou não presença de corpos d'água.	Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, arruamento pavimentado e vegetação descrita a seguir: - Classe área residencial/serviço – Apresenta de 25% a 40% de polígonos da classe residencial serviço variando em tamanho de 3 m <sup>2</sup> a 12.000m <sup>2</sup> , com predomínio de polígonos alongados e grandes com bordas irregulares - Classe sombra – Apresenta de 20% a 40% de polígonos de sombra, variando em tamanho entre 20 m <sup>2</sup> a 2000 m <sup>2</sup> , com predomínio de polígonos alongados e bordas irregulares. -Classe arruamento pavimentado – moderadamente denso. - Classe vegetação – Apresenta 30% a 50% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.	1)Área urbana densa, quando os imóveis forem residenciais serão do tipo multifamiliar.

Continua

Tabela A.1 - Continuação

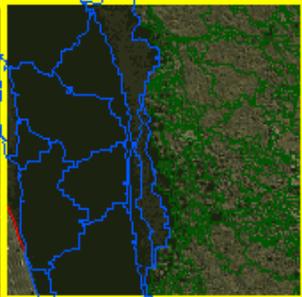
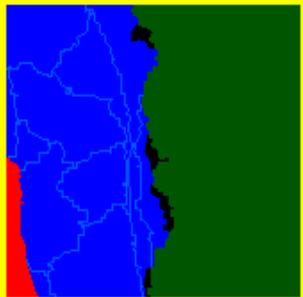
<p>PPU X</p>		 <p> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid blue; margin-right: 5px;"></span> Corpos d'água         </p>	 <p> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; margin-right: 5px;"></span> Área residencial/serviço  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black; margin-right: 5px;"></span> Sombra  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> Vegetação  <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; margin-right: 5px;"></span> Corpos d'água         </p>	<p>Área residencial/serviço ausente ou pouco densa. Quando residencial, as habitações são do tipo unifamiliar. O sombreado é pouco denso. O arruamento é pouco denso ou ausente na maioria das vezes. Há presença de área com alta densidade de vegetação. Não há imóveis residenciais e nem áreas não edificadas. Com presença corpos d'água.</p>	<p>Esse padrão foi definido considerando as classes área residencial/serviço, sombra, vegetação e corpo d'água descrita a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe área residencial/serviço – Apresenta de 0% a 10% de polígonos da classe residencial/ serviço variando em tamanho de 98m<sup>2</sup> a 1.000m<sup>2</sup>, com predomínio de polígonos alongados e grandes com bordas irregulares</li> <li>- Classe sombra – Apresenta de 5% a 15% de polígonos de sombra, variando em tamanho entre 90 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup>, com forma e bordas irregulares.</li> <li>- Classe vegetação – Apresenta 40% a 80% de polígonos da classe vegetação, com formas e bordas irregulares.</li> <li>- Classe corpos d'água – apresenta polígonos grandes (1300 m<sup>2</sup> a 7000 m<sup>2</sup>).</li> </ul>	<p>1)Área urbana com baixa densidade de imóveis residenciais, alta cobertura vegetal e presença de corpos d'água ocupando mais de 50% da célula.</p>
--------------	---	--	---	--	--	--

Tabela A.2 – Produtividade das ovitrampas em cada PPU

PPU	Código da célula	Código ovitrampas	N. de ovos	Média	Desvio Padrão
PPU II	C13L13	H28	12651	666	± 528
		H55	7081	373	±221
		H58	2642	139	±120
		H74	4142	218	±147
		H78	2027	107	±160
	C14L13	H05	2919	154	±110
		H07	8668	456	±193
		H12	8636	455	±207
		H14	2496	131	±125
		H66	4015	211	±207
	C15L13	H17	5171	272	±165
		H30	3997	210	±119
		H50	3057	161	±148
		H56	4846	255	±128
		H60	8349	439	±389
		H68	7689	405	±212
		H71	6816	359	±181
	C15L14	H77	8372	441	±296
		H29	4220	222	±157
		H43	9400	495	± 233
H61		3562	187	±104	
PPU II_I	C13L12	H75	7942	418	±246
PPU III	C14L14	H70	907	48	±63
		H01	7203	379	±163
		H25	6303	332	±252
PPU VII_I	C15L12	H53	6922	364	±146
		H03	8346	439	±244
		H34	3427	180	±91
PPU VIII	C12L13	H52	7023	370	±232
		H51	7231	381	±291
		H73	5959	314	±199
PPU VIII_I	C14L12	H79	3783	199	±217
		H04	6507	342	±266
		H08	4055	213	±189
		H09	2079	109	±86
		H10	7989	420	±266
		H18	10.178	536	±185
		H48	7993	421	±184
		H57	9180	483	±207
		H76	7118	375	±284

Tabela A.3 – Produtividade das MosquiTraps em cada PPU.

PPU	Código da célula	Código MosquiTrap	N. de ovos	Média	Desvio Padrão
PPU II	C13L13	H02	27	1	±1.5
		H20	49	3	± 2.3
		H21	18	1	±1.3
		H22	13	1	±1.7
		H26	176	9	±5.6
		H37	54	3	±3.1
		H40	37	2	±3.5
	C14L13	H11	81	4	±4.2
		H13	85	4	±3.3
		H32	37	2	±1.5
		H36	166	9	±6.3
		H41	86	5	±3.6
		H44	87	5	±3.0
		H47	93	5	±3.2
	C15L13	H59	51	3	±2.4
		H06	112	6	±3.2
		H15	307	16	±7.9
		H19A	61	3	±1.9
		H23	200	11	±6.2
		H35	47	2	±2.0
		H46	38	2	±1.8
C15L14	H63	126	7	±3.6	
C16L14	H19B	83	4	±4.3	
PPU II_I	C13L12	H45	93	5	±1.9
PPIII	C14L14	H69	63	3	±2.4
		H67	94	5	±2.7
PPU VII_I	C15L12	H72	165	9	±6.2
		H16	205	11	±5.9
		H24	78	4	±3.1
		H33	206	11	±4.7
		H49	232	12	±5.3
		H54	121	6	±3.3
PPU VIII_I	C14L12	H65	112	6	±3.2
		H27	25	1	±1.5
		H31	74	4	±3.1
		H38	86	5	±1.6
		H39	100	5	±4.1
		H42	193	10	±6.5
		H62	25	1	±1.3
H64	72	4	±3.0		

