

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
CENTRO DE PESQUISAS AGGEU MAGALHÃES
Doutorado em Saúde Pública

José Constantino Silveira Júnior

**Pontos e linhas, pontes e retalhos: as
experiências de implantação de
tecnologias no domínio geográfico na
vigilância vetorial para a dengue, em
Recife e Santa Cruz do Capibaribe - PE**

RECIFE
2010

JOSÉ CONSTANTINO SILVEIRA JÚNIOR

Pontos e linhas, pontes e retalhos: as experiências de implantação de tecnologias no domínio geográfico na vigilância vetorial para a dengue, em Recife e Santa Cruz do Capibaribe – PE

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Maria Lapa

RECIFE

2010

Catálogo na fonte: Biblioteca do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães

- S587p Silveira Júnior, José Constantino.
Pontos e linhas, pontes e retalhos: as experiências de implantação de tecnologias no domínio geográfico na vigilância vetorial para a dengue, em Recife e Santa Cruz do Capibaribe - PE / José Constantino Silveira Júnior. - Recife: s.n, 2010.
114 p. il., graf., mapas.
- Tese (doutorado em saúde pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz.
- Orientador: Tiago Maria Lapa.
1. Vigilância epidemiológica. 2. Controle de vetores. 3. Sistemas de informação geográfica. 4. Tecnologia de Sensoriamento Remoto. 5. Dengue - prevenção & controle. 6. Aedes. 7. Distribuição espacial da população. I. Lapa, Tiago Maria. II. Título.

CDU 616-036.22

JOSÉ CONSTANTINO SILVEIRA JÚNIOR

Pontos e linhas, pontes e retalhos: as experiências de implantação de tecnologias no domínio geográfico na vigilância vetorial para a dengue, em Recife e Santa Cruz do Capibaribe – PE

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Saúde Pública do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, para a obtenção do grau de Doutor em Ciências.

Data da aprovação: 07/12/2010

BANCA EXAMINADORA

Dr. Tiago Maria Lapa (Orientador)
CPqAM- FIOCRUZ

Dra. Lêda Narcisa Regis (Titular Interno)
CPqAM – FIOCRUZ

Dra. Maria Cynthia Braga (Titular Interno)
CPqAM – FIOCRUZ

Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro (Titular Externo)
INPE

Dr. José Luiz Portugal (Titular Externo)
UFPE

Aos meus pais, José Constantino Silveira (in memorian) e Carmelita Cordeiro de Pádua Silveira, verdadeiros exemplos em minha vida e responsáveis pela minha educação e pelo que eu sou hoje;

Aos meus irmãos, Eliane, Robson, Grace e Carla, exemplos de companheirismo, resultantes da expansão do amor de meus pais.

Às minhas filhas, Thays e Iana, extensões da minha vida, para as quais eu espero transmitir o que recebi dos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial ao Dr. Antônio Miguel Vieira Monteiro ao qual não me faltam palavras de gratidão nos âmbitos acadêmico, profissional e pessoal. Como devo me restringir ao âmbito acadêmico e mais especificamente à construção desta Tese, agradeço a quem posso chamar verdadeiramente de mestre, pelo grandioso apoio, orientação e ensinamentos. Sua excelência profissional e crença absoluta na minha capacidade de realização foram, indubitavelmente, os elementos propulsores para a construção deste trabalho e imprescindíveis para a minha formação acadêmica.

À Dra. Leda Regis por suas valiosas contribuições, pela partilha do saber, pelo apoio e pelo acolhimento capaz de fazer do trabalho um grande prazer. Obrigado, Dra Ledinha.

Ao meu orientador, Dr. Tiago Maria Lapa, agradeço profundamente não só por ter aceitado orientar esta Tese, mas principalmente por seu apoio, compreensão, e confiança em mim depositada.

Aos Doutores Wayner Vieira de Souza e José Luiz Portugal pelos ensinamentos e pelo fornecimento de dados cartográficos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães/FIOCRUZ, Departamento de Saúde Coletiva, e ao Instituto Nacional de Pesquisas e Espaciais-INPE, Divisão de Processamento de Imagens, pelos apoios financeiro, institucional e de infra-estrutura que possibilitaram a concretização deste trabalho.

Aos amigos, colegas e pesquisadores do Laboratório de Métodos Quantitativos e do Departamento de Entomologia, especialmente a Cynthia Braga, Gisele Campozana, Ana Brito, Alice Varjal, Gleice e Mércia, pelo carinho, companheirismo e incentivo em todos os momentos.

Aos funcionários da Biblioteca e da Secretaria Acadêmica do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, especialmente a Mégine e Adagilson pelo apoio e auxílio na normatização desse documento.

Satélite

“Fim de tarde.
No céu plúmbeo
A lua baça
Paira
Muito cosmograficamente
Satélite.

Desmetaforizada,
Desmitificada,
Despojada do velho segredo de melancolia,
Não é agora o golfão de cismas,
O astro dos loucos e dos enamorados,
Mas tão-somente
Satélite.

Ah! Lua deste fim de tarde,
Desmissionária de atribuições românticas;
Sem show para as disponibilidades sentimentais!

Fatigado de mais-valia,
gosto de ti, assim:
Coisa em si,
- Satélite”.

Manuel Bandeira

SILVEIRA JR., José Constantino. **Pontos e linhas, pontes e retalhos:** as experiências de implantação de tecnologias no domínio geográfico na vigilância vetorial para a dengue, em Recife e Santa Cruz do Capibaribe - PE. 2010. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

RESUMO

Esta Tese apresenta uma proposta metodológica e os meios de sua operacionalização para os serviços de monitoramento e controle vetorial para a dengue e demonstra sua efetividade para experimentos conduzidos em duas cidades reais, em associação com os serviços de saúde do Recife e de Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco. Geotecnologias como GPS e Sistemas de Informação Geográfica, imagens de satélites e métodos de análise de dados espaciais associados à internet, promovem um arranjo técnico para apoiar a vigilância entomológica territorializada através da representação e qualificação dos territórios urbanos em apoio às estratégias de monitoramento e controle. Este arranjo técnico inserido na rotina do serviço de duas cidades reais mostrou seu efetivo potencial como um instrumento auxiliar importante para a luta contra a dengue. Mostrou também que é possível inserir novas tecnologias na rotina dos serviços sem grandes custos operacionais e com facilidade de absorção das novas técnicas e tecnologias pelos agentes de saúde e pelos gestores. Esta Tese reforça, com evidências empíricas baseadas nos pilotos realizados, que a proposta de modernização do monitoramento e controle vetorial para o *Aedes aegypti* como parte fundamental para a vigilância e controle da dengue é viável e flexível para se adaptar a cidades com diferentes tamanhos. Ao demonstrar a operacionalização da metodologia apresentada em duas cidades tamanhos de população muito diferentes e complexidades de seus arranjos institucionais para os serviços de saúde também diferenciados, a metodologia proposta e sua operacionalização apontam novas possibilidades para a vigilância vetorial com possibilidade de uso em escala nacional.

Palavras Chaves: Vigilância epidemiológica, Controle de vetores, Sistemas de informação geográfica, Tecnologia de sensoriamento remoto, Dengue - prevenção & controle, Aedes, Distribuição espacial da população.

SILVEIRA JR., José Constantino. **Points and lines, bridges and patches: the experiences of deploying technologies in geographical surveillance for dengue vector in Recife and the Santa Cruz Capibaribe - PE.** 2010. Thesis (Doctorate in Public Health) – Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

ABSTRACT

This Thesis proposes a new methodology and its implementation for a *Aedes aegypti* surveillance system based on permanent georeferenced egg-collection using a modified ovitrap and *Bacillus thuringiensis israelensis* (*Bti*) coupled with a fully integrated Geographical Information System designed and implemented using open geo technologies. The methodology was applied and evaluated in two different cities with very distinct urban indicators and landscapes, in Recife and Santa Cruz do Capibaribe, in Pernambuco in the northeast of Brazil. The methodology proposed is supported by an intensive use of the web and free software to collect, store, analyze and disseminate information on the spatial-temporal patterns of the estimated density for the population of *Aedes* in order to provide information for the services to plan control interventions. The use of new technologies such as GPS, Geographic Information Systems, satellite images and a strong use of the Internet, showed its potential as an effective tool to help the fight against dengue. The implementation of the methodology in real cities showed that it is possible to insert new technologies into the routine service without great impact on operational costs and also proved to be of easy absorption by the field health workers and managers. The results presented in this Thesis reinforces, with empirical evidence produced for two cities with different population size, urban tissue complexity and health services arrangements, that a territorial based *Aedes aegypti* entomological surveillance guided by new geographical technologies and spatial methods can be fully integrated in the operational routine of the service with low impact on costs and training. The assessment of this real-world cities experiences indicates that these could be promising strategies for detecting and preventing *Ae. aegypti* population outbreaks and helps with the dengue control strategies.

Keywords: Epidemiologic surveillance, Vector control, Geographic information systems, Remote sensing technology, Dengue - prevention & control, Aedes, Residence characteristics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação de dados num SIG.	30
Figura 2 - Constelação de satélites do GPS.....	33
Figura 3 - Acurácia da posição obtida por receptores GPS antes (A) e depois (B) da disponibilidade seletiva.....	34
Figura 4 - Modelo operacional de uso das tecnologias de informação espacial.....	38
Figura 5 - Visão esquemática das tecnologias implementadas no SMCP-Aedes. ...	40
Figura 6 - Esquema conceitual da modelagem do BDG para o monitoramento e controle da dengue.....	42
Figura 7 - Localização de Recife e de Santa Cruz do Capibaribe.	43
Figura 8 - Mapa dos bairros do Recife.	48
Figura 9 - Mapa das microrregiões político-administrativas (MR) do Recife.	49
Figura 10 - Mapa das regiões político-administrativas (RPA) do Recife.....	50
Figura 11 - Localização das áreas de estudo no município de Recife.....	52
Quadro 1 - Caracterização das áreas selecionadas: aspectos sociais e territoriais.	53
Figura 12 - Mapa Municipal de Risco Ambiental para a Saúde.	54
Figura 13 - Esquema da modelagem do BDG para o monitoramento e controle da dengue em Recife.	57
Figura 14 - Esquema sequencial (de A a D) da metodologia de amostragem.	60
Figura 15 - Amostragem em Engenho do Meio.	62
Figura 16 - Amostragem em Dois Irmãos.	63
Figura 17 - Amostragem em Morro da Conceição / Alto José do Pinho.	64
Figura 18 - Amostragem em Casa Forte / Parnamirim.	65
Figura 19 - Amostragem em Brasília Teimosa.	66
Figura 20 - Página de acesso ao banco de dados.	69
Figura 21 - Página principal da interface.	70
Figura 22 - Página de informações sobre os sítios.....	71
Figura 23 - Página de informações sobre as armadilhas.	72
Figura 24 - Página de informações sobre a contagem de ovos.....	73
Figura 25 - Página de informações sobre os dados meteorológicos.....	74
Figura 26 - Página de informações sobre os pontos estratégicos.	75

Figura 27 - Página para visualização de gráficos estatísticos sobre a contagem de ovos.....	76
Figura 28 - Página para exportação de tabelas do banco de dados.	77
Figura 29 - Página de informações sobre pesquisadores envolvidos com a contagem de ovos.....	78
Figura 30 - Página de controle de usuários que acessam o banco de dados.	79
Figura 31 - Densidades de ovos coletados em Brasília Teimosa nos períodos de maior (A e C) e de menor (B) coleta, através do estimador de intensidade de Kernel.....	80
Figura 32 - Área de estudo em Santa Cruz do Capibaribe, correspondendo a área urbana do município. Imagem pancromática do sensor HRC - CBERS 2B.....	87
Figura 33 - Esquema da modelagem do BDG para o monitoramento e controle do vetor da dengue em Santa Cruz do Capibaribe.	89
Figura 34 - Função logística que descreve o número de ovitrampas que devem ser instaladas em uma área.	91
Figura 35 - Distribuição espacial e temporal da abundância do vetor em Santa Cruz do Capibaribe.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<i>Ae. aegypti</i>	<i>Aedes aegypti</i>
<i>Ae. albopictus</i>	<i>Aedes albopictus</i>
ASA	Agente de Saúde Ambiental
BDG	Banco de dados geográficos
BT	Brasília Teimosa
Bti	<i>Bacillus thuringiensis israelensis</i>
CDC	Centers for Disease Control and prevention (Centro de Controle de Doenças e Prevenção)
CFP	Casa Forte - Parnamirim
CPqAM	Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães
DENV	Vírus dengue
DI	Dois Irmãos
DNPCED	Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemia de Dengue
DPI	Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
EM	Engenho do Meio
EMLURB	Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife
ENSP	Escola Nacional de Saúde Pública
FACEPE	Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco
FHD	Febre hemorrágica da dengue
FIDEM	Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FOV	Field-of-View
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
FUNCATE	Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOV	Instantaneous Field of View
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia

INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
LESTE	Laboratório de Estatística Espacial da UFMG
MCP	Morro da Conceição-Alto José do Pinho
MS	Ministério da Saúde
OMT-G	Object-Oriented Data Model for Geographic Applications
OVT	Ovitampa
OVT-S	Ovitampa sentinela
PDTSP-SUS	Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública: Sistema Único de Saúde
PNCD	Programa Nacional de Controle de Dengue
PRODABEL	Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte
PSA	Programa de Saúde Ambiental
REM	Radiação Eletromagnética
RPA	Regiões Político-Administrativas
SAUDEL	Sistema de Apoio Unificado para a Detecção e Acompanhamento em Vigilância Epidemiológica
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINAN	Sistema Nacional de Agravos de Notificação
SISFAD	Sistema de Informações sobre a Febre Amarela e Dengue
SMCP- <i>Aedes</i>	Sistema de Monitoramento e Controle Populacional do <i>Aedes aegypti</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPR	Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Relevância	22
1.2	Objetivo	22
2	PROPOSTA METODOLÓGICA	23
2.1	Base conceitual	24
2.1.1	<i>Aspectos relacionados ao vetor</i>	24
2.1.2	<i>O território como mediação no controle vetorial</i>	25
2.1.3	<i>Tecnologias de apoio à Vigilância Vetorial Integrada em Base Territorializada</i>	28
2.1.3.1	<i>Geoprocessamento, Sistema de Informações Geográfica (SIG) e Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD)</i>	29
2.1.3.2	<i>Sistema de Posicionamento Global</i>	32
2.1.3.3	<i>Sensoriamento Remoto</i>	34
2.2	Um arcabouço conceitual com o uso de Tecnologias de Informação Espacial para Programas de Vigilância Vetorial Integrada em Base Territorializada	37
2.3	Recife-SAUDAVEL e SMCP-Aedes: implementações para a Vigilância Vetorial em Dengue	39
2.4	Duas experiências: Recife e Santa Cruz do Capibaribe	43
3	EXPERIÊNCIA EM RECIFE	44
3.1	Principais aspectos do município	45
3.2	Descrição do experimento	51
3.2.1	<i>Definição das áreas de estudo</i>	51
3.2.2	<i>Levantamento, obtenção e padronização de dados cartográficos digitais</i>	55
3.2.3	<i>Georreferenciamento</i>	56
3.2.4	<i>Adequação do modelo de dados do BDG</i>	56
3.2.5	<i>Criação do banco de dados geográficos</i>	58
3.2.6	<i>Definição dos tamanhos das amostras e identificação dos locais de instalação das ovitrampas</i>	58
3.2.7	<i>Desenvolvimento dos boletins de pesquisa de campo</i>	67
3.2.8	<i>Treinamento das equipes de campo</i>	67
3.2.9	<i>Instalação das armadilhas e registro de dados</i>	67

3.2.10	<i>Desenvolvimento da interface para o “povoamento” do banco de dados</i>	68
3.3	<i>Análises</i>	79
3.4	<i>Intervenções apoiadas pelas análises</i>	81
4	EXPERIÊNCIA EM SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE	82
4.1	<i>Principais aspectos do município</i>	83
4.2	<i>Descrição do experimento</i>	84
4.2.1	<i>Levantamento, obtenção e padronização de dados cartográficos digitais</i>	84
4.2.2	<i>Georreferenciamento</i>	85
4.2.3	<i>Definição da área de estudo</i>	86
4.2.4	<i>Adequação do modelo de dados do BDG</i>	88
4.2.5	<i>Criação do banco de dados geográficos</i>	90
4.2.6	<i>Definição do tamanho da amostra e identificação dos locais de instalação das ovitrampas</i>	90
4.2.7	<i>Treinamento das equipes de campo</i>	92
4.2.8	<i>Instalação das armadilhas e registro de dados</i>	92
4.2.9	<i>“Povoamento” do banco de dados</i>	93
4.3	<i>Análises</i>	93
4.4	<i>Intervenções apoiadas pelas análises</i>	95
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA DISCUSSÃO	97
	REFERÊNCIAS	100
	APÊNDICE A - Boletim de pesquisa de campo nº 1: identificação da armadilha e características do lugar	109
	APÊNDICE B - Boletim de pesquisa de campo nº 2: pontos estratégicos	110
	APÊNDICE C - Boletim de pesquisa de campo nº 3: observações meteorológicas	111
	APÊNDICE D - Boletim de pesquisa de campo nº 4: contagem de ovos	112
	ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética do CPqAM/Fiocruz	114

1. INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, enfrentamos um dos sérios problemas de saúde pública - a dengue – doença infecciosa aguda, que ameaça a saúde de mais de 2,5 bilhões de pessoas em áreas urbanas, periurbanas e rurais dos trópicos e subtropicais, com estimativa de 51 milhões de infecções a cada ano (KITAYAPONG *et al.*, 2008; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2002). Cerca de 550 mil casos necessitam de hospitalização e pelo menos 20 mil morrem em consequência da doença (BRASIL, 2009).

A forma clínica clássica é conhecida como dengue clássica ou febre da dengue e a forma grave, febre hemorrágica da dengue (FHD). O quadro clínico é amplo, apresentando desde uma síndrome febril inespecífica até quadros graves como hemorragia, choque e às vezes óbito. Causada por um arbovírus (vírus dengue ou DENV), possui 4 sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4) que podem ser transmitidos pelo mosquito *Aedes aegypti*, o principal vetor. Trata-se de um mosquito urbano, antropofílico (dada sua forte predileção pelo sangue humano), que está presente em quase todo o mundo.

Notificada em mais de 100 países e territórios, a expansão geográfica da dengue tem sido facilitada pelos modernos meios de transporte e pela grande capacidade de adaptação do mosquito vetor face a conjunturas sociais e urbanas diferenciadas. A rápida expansão da urbanização, insuficiente abastecimento de água encanada, aumento do movimento de populações humanas dentro e entre países, e desenvolvimento e disseminação de resistência a inseticidas em populações do mosquito vetor são algumas das razões para o aumento da transmissão de dengue nos últimos anos (KITAYAPONG *et al.*, 2008).

As áreas de maior risco são: América Central, América do Sul (exceto Chile, Paraguai e Argentina), América do Norte (México), África, Austrália, China, Ilhas do Pacífico, Índia, Sudeste Asiático e Taiwan.

No Brasil, é considerada uma doença reemergente. A erradicação do vetor (*Aedes aegypti*) na década de 1930, levada a cabo para o controle da febre amarela, fez desaparecer também a dengue. No entanto, por volta de 1981 a doença voltou a atingir a Região Norte (Boa Vista, Roraima). A partir de 1995, a doença passou a ser

registrada em todas as regiões do país, sobretudo nas cidades onde as condições ambientais favorecem o desenvolvimento e a proliferação do vetor.

O controle da dengue tem se tornado um desafio constante para pesquisadores e instituições de saúde no Brasil e no mundo, pois até o momento não há vacina, nem tratamento específico, e a única forma de reduzir a incidência da doença no mundo é através do controle do vetor. Práticas de Vigilância devem ser conduzidas de acordo com a realidade de cada região, valorizando os diferentes componentes: clínico, virológico, entomológico e epidemiológico (RODHAIN, 1996).

O controle de vetores em uma concepção atualizada procura contemplar idéias de integração de métodos e estratégias. Entende-se dentro desse princípio que se devem trabalhar racionalmente diversos métodos dentro de um enfoque ecológico.

Em 1996, o Ministério da Saúde (MS) deliberou como uma de suas prioridades o controle da dengue, instituindo o Plano de Erradicação do *Aedes aegypti* – PEAA (BRASIL, 1996). Ao longo do processo de implantação desse programa observou-se a inviabilidade técnica de erradicação do mosquito a curto e médio prazos. “O fracasso das campanhas de erradicação de vetores, com base no uso de inseticidas, trouxe de volta a proposta de controle, baseada na redução da densidade do vetor, de forma a interromper a transmissão ou baixar a incidência da doença em níveis aceitáveis” (GOMES, 2002).

Em 2002, o MS apresentou o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) que tem como objetivos a redução da infestação pelo *Aedes aegypti*, da incidência da dengue e da letalidade por febre hemorrágica de dengue (BRASIL, 2002). Neste programa, a vigilância epidemiológica da dengue tem como objetivo reduzir o número de casos e a ocorrência de epidemias através de um conjunto de ações determinadas pelas vigilâncias: entomológica, de casos, laboratorial e em áreas de fronteira (BRASIL, 2002).

Em 2009, o MS publicou as Diretrizes Nacionais para a Prevenção e Controle de Epidemia de Dengue (DNPCED). De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2009), “o documento incorpora aprendizados resultantes da vigilância, acompanhamento e assistência a pacientes de dengue, das ações de controle de vetores e da comunicação social”. As DNPCED foram estruturadas para os

seguintes componentes: assistência ao paciente, vigilância epidemiológica, controle vetorial e comunicação e mobilização (BRASIL, 2009).

De acordo com a Lei 8.080, de 19 de setembro de 1990, a vigilância epidemiológica pode ser entendida como um “conjunto de ações que proporcionam o conhecimento, a detecção ou prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual ou coletiva, com a finalidade de recomendar e adotar as medidas de prevenção e controle das doenças ou agravos” (BRASIL, 2010).

A Vigilância Entomológica pode ser entendida como a contínua observação e avaliação de informações originadas das características biológicas e ecológicas dos vetores, nos níveis das interações com hospedeiros humanos e animais reservatórios, sob a influência de fatores ambientais, que proporcionem o conhecimento para detecção de qualquer mudança no perfil de transmissão das doenças. Tem a finalidade de recomendar medidas de prevenção e controle dos riscos biológicos, mediante a coleta sistematizada de dados. A nova estrutura da vigilância entomológica incorpora a “inteligência”, ou seja, análise das informações sobre vetores para acompanhamento contínuo de indicadores (GOMES, 2002).

Segundo Tauil (2002), o combate ao mosquito vetor apresenta limitações que vão desde a carência de legislação de apoio e/ou de práticas de fiscalização para eliminação de criadouros até a baixa eficiência dos métodos de inspeção vetorial e da aplicação de inseticidas. Tanto no PNCD como nas DNPCED as ações para a eliminação dos criadouros de mosquitos são orientadas pelo monitoramento dos índices de infestação por *Aedes aegypti*. No entanto, o sucesso destas ações depende muito da sensibilidade dos índices de infestação empregados. Os índices normalmente utilizados no Brasil (índice de infestação predial e índice de Breteau) não são indicadores precisos para avaliar o nível de infestação ou mesmo para indicar a inexistência da transmissão da doença (ARIAS, 2002; GOMES, 1998; REGIS *et al.*, 2008), uma vez que não se sabe qual o limiar do índice de infestação abaixo do qual a transmissão da dengue seria interrompida.

A armadilha de oviposição ou ovitrampa vem demonstrando ser um instrumento sensível e econômico para detectar a presença de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, principalmente quando os níveis de infestação das localidades estão tão baixos que o levantamento larvário não os revela (RAWLINS *et al.*, 1998

apud BRAGA *et al.*, 2000). Descrito por Fay e Eliason (1966), este método se baseia na identificação e contagem dos ovos de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em palhetas e permite detectar a infestação com sensibilidade muito maior do que os métodos convencionais de pesquisa larvária, além de permitir avaliar quantitativamente a intensidade da infestação localizada, distinguindo áreas com diferentes graus de risco (AI-LEEN; SONG, 2000; BRAGA *et al.*, 2000; MELO SANTOS, 2009; MORATO *et al.*, 2005; POLSON *et al.*, 2002; REGIS *et al.*, 2008).

Outro problema que também deve ser considerado na vigilância da dengue no Brasil diz respeito aos dois principais sistemas de informação utilizados. Como afirma Barcellos *et al.* (2005), o Sistema de Informações sobre a Febre Amarela e Dengue (SISFAD), que registra as atividades de vigilância entomológica e o Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN), que registra os casos confirmados e suspeitos da doença, possuem lógicas e objetivos diferentes, dificultando o relacionamento entre seus dados. Essa vinculação é indispensável para se verificar a presença simultânea de infestação pelo vetor e casos da doença, condição para o surgimento de surtos de dengue (BARCELLOS *et al.*, 2005). Além disso, é preciso entender como diminuir o impacto do encontro dos sistemas locais de informação com as bases nacionais.

Pessanha *et al.* (2009), ao analisar os padrões das epidemias de dengue após a implantação do Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD), sugere a necessidade de alterações nas estratégias atualmente utilizadas e aprimoramento das ações de vigilância.

A informação em saúde vem assumindo cada vez mais um papel de referência ímpar nas sociedades atuais (MORAES, 1998). Desrosiers (1996) enfatiza que as informações, em especial as informações estatísticas e territoriais, transportam os fenômenos da realidade para escalas apropriadas à visão humana, permitindo que se pense e aja à distância. Elas combinam elementos dispersos e heterogêneos de cotidiano, ampliando a capacidade humana de compreender e transformar a realidade.

Assistimos hoje uma crescente possibilidade de acesso a um conjunto mais amplo de dados sócio-demográficos e ambientais: os censos de 2000 e de 2010 do IBGE, as imagens produzidas por satélites, os dados de localização obtidos através do uso de GPS, entre outros (SILVEIRA Jr., 2004). Da mesma forma, os sistemas

brasileiros de informação em saúde tiveram um crescimento acelerado nos últimos anos, especialmente com a implementação do SUS (BRASIL, 2004).

Com a crescente disponibilidade de dados e com a melhoria dos sistemas de informação em saúde na escala local, pelo menos nas cidades grandes e médias, faz-se necessário pensar em como incorporar aos sistemas de vigilância sanitária as características necessárias para explorar a natureza territorial do dado de saúde.

A utilização de tecnologias não proprietárias, baseadas em padrões e protocolos abertos no domínio geográfico, pode ser incorporada para melhorar a eficiência das estratégias de monitoramento e controle de doenças. Ao se incorporar na saúde, as tecnologias de bancos de dados geográficos, sistema de informação geográfica (SIG), sistema de posicionamento global (sigla em inglês GPS), sensoriamento remoto e métodos estatísticos espaciais, fornecemos melhores instrumentos para observação, no espaço e no tempo, dos agravos à saúde da população.

Nesse contexto, foi desenvolvido um estudo no âmbito dos projetos “Sistema de Apoio Unificado para Detecção e Acompanhamento em Vigilância Epidemiológica” (SAUDAVEL) e “Sistema de Monitoramento e Controle Populacional do *Aedes aegypti*” (SMCP-*Aedes*). Estes projetos operam na mesma rede inter-institucional, contando com a colaboração de diferentes instituições: o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), através da Divisão de Processamento de Imagens (DPI); a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), através do Laboratório de Estatística Espacial (LESTE); a Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL); a Universidade Federal do Paraná (UFPR), através do Departamento de Estatística, e a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), através do Departamento de Epidemiologia e Métodos Quantitativos em Saúde da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) e dos Departamentos de Entomologia e Saúde Coletiva do Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães (CPqAM). Contou também com o apoio da Fiocruz-PDTSP/Rede Dengue, do CNPq-MS-DECIT, da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), da Secretaria Estadual de Saúde de PE e das Secretarias Municipais de Saúde de Recife e Santa Cruz do Capibaribe.

O experimento foi realizado em dois municípios do estado de Pernambuco que possuem características urbanas distintas e estruturas para o serviço diferenciadas: Recife e Santa Cruz do Capibaribe.

1.1 Relevância

O desafio do estudo, dentre outros, foi a utilização de geotecnologias adquiridas sem custos e que podem ser modificadas de acordo com as necessidades de utilização, agregando valor de uso às informações em saúde, seja para os gestores de saúde, gestores de informações e/ou representantes da população organizada.

Espera-se contribuir com o desenvolvimento de um novo instrumento de apoio à vigilância epidemiológica que, ao restabelecer a natureza geográfica do dado de saúde, habilite a capacidade de integração entre os sistemas de informação disponíveis e que amplie o potencial de análise e de produção de novas informações.

1.2 Objetivo

O objetivo desta tese é a estruturação de um modelo de uso integrado de geotecnologias abertas, em particular os bancos de dados geográficos e sistemas de informações geográficas com o uso auxiliar de imagens de sensoriamento remoto e dados de GPS.

Este modelo constitui um instrumento de tecnologia da informação auxiliar aos serviços de vigilância de endemias urbanas, em particular, na operacionalização de estratégias de monitoramento e controle (entomológico) em escala intra-urbana e com foco na dengue e no seu vetor, o *Aedes aegypti*.

2. PROPOSTA METODOLÓGICA

2 PROPOSTA METODOLÓGICA

2.1 Base conceitual

2.1.1 Aspectos relacionados ao vetor

Ao longo das últimas quatro décadas o sucesso do controle da dengue raramente foi alcançado e nunca se sustentou (REITER *et al.*, 1997). A alta eficiência do mecanismo de transmissão do vírus, combinada com aspectos peculiares da biologia do *Aedes aegypti*, seu principal vetor, contribuem para epidemias explosivas de dengue (REGIS *et al.*, 2008).

Características próprias, resultantes da sua adaptação evolutiva ao ambiente urbano, fazem do *Aedes aegypti* uma espécie mais difícil de monitorar e de controlar do que outros culicídeos urbanos, segundo Regis *et al.* (2008), que citam algumas destas particularidades biológicas: o comportamento de larvas e pupas que dificulta grandemente o monitoramento de formas aquáticas; a dispersão dos ovos, depositados em uma enorme variedade de tipos de recipientes com água, transformando em um real desafio a detecção e o controle desta espécie pelo uso de larvicidas; a resistência dos ovos à dessecação permitindo a permanência de estoques invisíveis no ambiente em períodos de estiagem. Estes aspectos tornam muito árduas as tarefas de localizar os numerosos criadouros e de visualizar larvas e pupas, o que parece ser a principal causa da baixa eficiência dos programas que se apóiam na pesquisa larvária e no uso de larvicidas para monitoramento e controle deste mosquito (REGIS *et al.*, 2009).

Soma-se a isto o fato de que os múltiplos e freqüentes repastos sanguíneos da fêmea *Aedes*, outra especificidade desta espécie, ampliam as oportunidades de inoculação viral.

O grande desafio que tem sido o controle da transmissão dos DENV tem estimulado muitos estudos da biologia do vetor, seu comportamento e sua relação com o espaço urbano. Resultados de pesquisas 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 exemplos (REITER, 2007). Estas novas observações apontam para a necessidade de leituras novas para o comportamento do vetor e de sua dinâmica populacional e ocupação de territórios em ambientes urbanos muito mais complexos hoje do que há 20 anos. Esta releitura parece ser fundamental para a definição de novas estratégias de monitoramento e controle vetorial.

A menos que novas e inovadoras abordagens possam ser desenvolvidas, o controle efetivo do *Aedes aegypti* pode nunca se tornar uma realidade (REITER, 2007). Portanto, precisamos reposicionar as estratégias de monitoramento para, junto com isso, entender e melhorar a eficiência das estratégias de controle. É em função dessa nova lógica que estamos propondo a utilização de tecnologias de base espacial como instrumento da vigilância.

2.1.2 O território como mediação no controle vetorial

Obviamente, os grandes problemas que afetam a saúde da população no mundo contemporâneo, sejam eles ambientais, econômicos, políticos e sociais, ocorrem no contexto geográfico. O espaço, objeto da geografia, vem cada vez mais se incorporando como uma categoria de estudo privilegiada para a investigação do processo saúde-doença nas populações (COSTA; TEIXEIRA, 1999).

A relação entre saúde da população e as condições ambientais dos lugares não é idéia nova. O paradigma hipocrático, geralmente considerado a matriz do pensamento médico do mundo ocidental, já considerava o ambiente das cidades um foco de agravos à saúde. Se as doenças eram compreendidas como o desequilíbrio de diferentes fluidos (sangue, água, bÍlis e fleuma), por sua vez a saúde era vista como o resultado do equilíbrio entre estes fluidos em função das condições ambientais dos lugares (GRMEK, 1999).

Atualmente, tanto a epidemiologia quanto a geografia da saúde aceitam como premissa geral que os padrões de morbi-mortalidade e saúde não ocorrem de forma aleatória em populações humanas, mas sim em padrões ordenados que refletem causas subjacentes (CURSON, 1986 apud SANTOS; BARCELLOS, 2006). A situação de saúde das pessoas é comumente influenciada por fatores ambientais ligados à forma de ocupação do espaço geográfico. Segundo Tauil (2002), a urbanização desordenada e o saneamento básico inadequado, particularmente quanto ao abastecimento de água e à coleta de lixo, têm levado a um aumento no número de criadouros potenciais de *Aedes aegypti*.

É no território, portanto, onde acontecem as relações entre os diferentes agentes que participam de sua formação. De acordo com Santos (2007) o território é o lugar em que desembocam todas as ações, todas as paixões, todos os poderes, todas as forças, todas as fraquezas, isto é, onde a história do homem plenamente se realiza a partir das manifestações da sua existência. O espaço (território) geográfico é caracterizado por um conjunto de fixos e fluxos (SANTOS, 1999). Os fixos representados pelo conjunto de elementos naturais ou artificiais detectáveis visualmente no espaço geográfico; e os fluxos, pelos movimentos, atividades e relações naturais (bio-geo-físicos) e sociais.

Na organização das práticas de vigilância da saúde, o reconhecimento do território é fundamental para identificar e interpretar a organização e dinâmica das populações que nele habitam, as condições de vida da população e as diferentes situações ambientais que os afetam (BARCELLOS; MONKEN, 2007). Na transmissão de arboviroses, os aspectos relacionados ao ambiente, à população humana, ao agente patógeno e, principalmente, ao inseto vetor compõem os indicadores que estruturam a vigilância entomológica, que tem a atribuição, portanto, de quantificá-los e estratificá-los, espacial e temporalmente, para o acompanhamento do padrão de transmissão (DONALISIO; GLASSER, 2002).

Existem muitas formas de se conhecer melhor o espaço em que vivemos e atuamos. Os mapas são instrumentos extremamente úteis que nos auxiliam nesta tarefa. Eles permitem que representemos alguns aspectos concretos do espaço geográfico (SANTOS; BARCELLOS, 2006). No entanto, é preciso deixar claro que o mapa é apenas uma representação de alguns aspectos do território e não do território em todas as suas dimensões.

No estudo da dengue, indicadores populacionais do vetor, obtidos por amostragem, podem ser utilizados para representar o estabelecimento ou a ocupação do território pela população do mosquito no território.

O *Aedes aegypti* apresenta ampla dispersão no mundo. Pode ser descrito como um mosquito tropical ou subtropical - dada sua incapacidade de suportar invernos muito rigorosos - que concentra sua distribuição geográfica entre as latitudes 35° Norte e 35° Sul, podendo ser encontrado, embora raramente, em regiões temperadas com temperaturas de até 20°C (CONSOLI; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, 1994; EDMAN *et al.*, 1998).

Encontrado principalmente onde existem atividades antrópicas intensas, que favorecem sua proliferação, é basicamente, um mosquito domiciliado que se relaciona muito estreitamente com os seres humanos. Os recipientes artificiais, tão abundantemente proporcionados pela moderna sociedade industrial, são seus mais importantes criadouros, tornando-se essenciais para a produção e manutenção de grandes populações.

O *Aedes albopictus* também se estabeleceu em várias partes do mundo, especializando-se em colonizar diferentes tipos de criadouros, tanto em habitats silvestres como ambientes urbanos (GOMES, 1998).

A escolha de um indicador de intensidade de infestação por estes mosquitos pode ser orientada pela amostragem de uma das fases de seu desenvolvimento - ovo, larva, pupa ou adulto – com o objetivo de estimar a população vetora em um determinado espaço geográfico (GOMES, 1998).

O parâmetro básico utilizado para a análise quantitativa e qualitativa do indicador entomológico é a frequência com que ele se manifesta no território.

Os indicadores entomológicos – que são formados por características biológicas e comportamentais, complementadas por aspectos sócio-espaciais e climáticos - se traduzem, operacionalmente, pela possibilidade de se organizar, dirigir e avaliar as atividades de controle e monitoramento. Assim sendo, quanto mais próximo o indicador expressar a intensidade de transferência de um patógeno e o risco de adoecimento humano, mais adequada terá sido sua escolha. Quanto maior for, também, o conhecimento sobre a biologia, o comportamento, a influência do ambiente sobre a distribuição da espécie vetora, maior será sua precisão. Cabe, portanto, à vigilância entomológica, a tarefa de construí-los (GOMES, 2002).

A armadilha de oviposição, ou ovitrampa - modelo simples de armadilha para coleta de ovos de *Aedes spp* (FAY; ELIASON, 1966) - tem se mostrado um método eficiente para o monitoramento de áreas infestadas por *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, sendo, para este fim, superior à pesquisa larvária (ACIOLY, 2006; MELO SANTOS, 2009; REGIS *et al.*, 2008). O primeiro registro da aplicação de tais armadilhas, como ferramenta complementar para controle de *Aedes aegypti* foi feito em Singapura (CHAN *et al.*, 1973).

Em países onde a dengue é endêmica, as ovitrampas são especialmente úteis para avaliar o impacto de medidas de controle visando impedir a dispersão da população do *Aedes aegypti* em uma determinada área. As ovitrampas podem também ser usadas para determinar a presença ou a ausência de populações do *Aedes aegypti* em áreas onde medidas de controle estão sendo aplicadas (REITER *et al.*, 1991).

2.1.3 Tecnologias de apoio à Vigilância Vetorial Integrada em Base Territorializada

As complexidades das novas realidades do Brasil urbano sugerem novas abordagens no enfrentamento das doenças transmissíveis no contexto da saúde pública. Para ampliar a capacidade do setor saúde no controle das doenças transmissíveis é necessário desenvolver novos instrumentos e modelos para a prática da vigilância epidemiológica, incorporando aspectos ambientais, detecção precoce de número de casos, identificadores de riscos e métodos automáticos e semi-automáticos que permitam a detecção de surtos e o seu acompanhamento no espaço e no tempo (MONTEIRO, 2003).

Nos últimos anos, a saúde pública também vem sendo favorecida pelo desenvolvimento da informática. O aporte de tecnologias que lidam com as questões territoriais e temporais, comumente chamadas de geotecnologias, tem sido fundamental no desenvolvimento dessas novas abordagens e pode auxiliar, sobremaneira, às práticas de vigilância à saúde e, em particular, de vigilância vetorial. Ao incorporar na vigilância as tecnologias de Bancos de Dados Geográficos,

Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), Sistema de Posicionamento Global (GPS), Sensoriamento Remoto e Métodos Estatísticos Espaciais, fornecemos melhores instrumentos para observação, no espaço e no tempo, do impacto da dengue e de outros agravos à saúde da população.

Atualmente, estas tecnologias estão presentes e são necessárias durante os processos de obtenção de dados espaciais, de construção da base de representação digital do território, de manipulação e análise dos dados espaço temporais, bem como na criação de mapas que podem ser constantemente atualizados e que, portanto, permitem compreender melhor os problemas de saúde no espaço geográfico. Além disso, essas tecnologias permitem a obtenção de informações espaciais de forma rápida, precisa e com baixo custo, quando comparadas aos métodos tradicionais.

O georreferenciamento de eventos de saúde e a identificação de áreas ou situações de risco pressupõem a utilização de Sistemas de Informações Geográficas com base na cartografia digital, que vêm sendo utilizados em análise espacial de dados de saúde (ASSUNÇÃO *et al.*, 1998; BARCELLOS *et al.*, 1998; CÂMARA, 2001; CARVALHO, 2000; FUKS, 2002; LAPA, 2003; MONTEIRO, 2005; PORTUGAL, 2003; SOUZA, 2003).

2.1.3.1 *Geoprocessamento, Sistema de Informações Geográfica (SIG) e Sistemas Gerenciadores de Bancos de Bados (SGBD)*

De acordo com Câmara e Davis (2001), geoprocessamento é a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica. Estas técnicas constituem-se em ferramentas importantes para a geração, manipulação, análise e integração de informações espaciais, sobretudo relativas ao meio ambiente, podendo subsidiar o processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas (GUIMARÃES, 1999).

As técnicas de geoprocessamento são normalmente disponibilizadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) que, de acordo com Câmara (1996), podem ser definidos como sistemas automatizados, usados para armazenar,

analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la.

Num SIG os dados geográficos são organizados em camadas (Figura 1) que facilitam a visualização, o questionamento, o entendimento e a interpretação de fenômenos espaço-temporais, e revelam relações, padrões e tendências na forma de mapas, relatórios e gráficos.

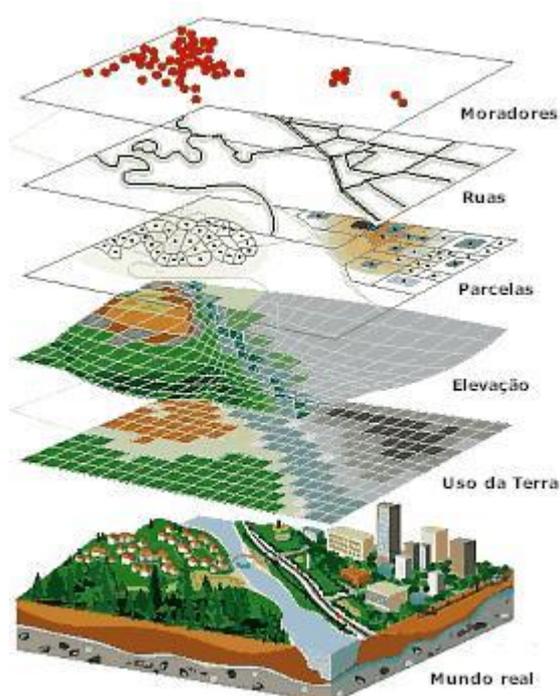


Figura 1 - Representação de dados num SIG.
Fonte: Adaptado de NOAA (2010).

As aplicações de geoprocessamento em SIGs envolvem dois grupos de dados espaciais: geo-campos e geo-objetos (GOODCHILD, 1992).

Os geo-campos são variações espaciais contínuas usadas para representar dados distribuídos espacialmente (CÂMARA, 1995), tais como mapas de solo e dados meteorológicos espacializados. Os geo-campos não possuem identificação e nem podem ser individualizados. Por conseguinte, sua representação gráfica, resultante de uma classificação com base em alguns atributos, é tratada apenas como pertencente a certa classe que a descreve. Os geo-campos correspondem na prática a dados temáticos, imagens de sensoriamento remoto, modelos numéricos de terreno etc.

Os geo-objetos são dados individualizáveis que descrevem objetos do mundo real em termos do seu posicionamento em relação a um sistema de coordenadas, de seus atributos e das relações topológicas existentes (CÂMARA, 1995). Topologia é a estrutura de relacionamentos espaciais (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre os objetos geográficos (CÂMARA; MEDEIROS, 1998). Os objetos geográficos podem estar associados a várias representações gráficas (polígonos, pontos etc.) e seus atributos são armazenados em um banco de dados convencional, que permite ao sistema analisá-los e exibi-los segundo os interesses do usuário. Municípios, bairros, setores censitários e pontos de instalação de armadilhas são exemplos de dados espaciais que podem ser tratados como geo-objetos.

Além de promoverem a integração entre os geo-objetos e os geo-campos, os SIGs possuem a capacidade de analisar, de forma espacial, uma grande variedade de dados em amplas regiões geográficas, para a extração de novas informações pertinentes à tomada de decisões, permitindo que a ação de cada fator isolado e, em conjunto, seja avaliada rapidamente (CÂMARA; MEDEIROS, 1998).

Os SIGs podem ser estruturados seguindo uma arquitetura dual ou integrada. Na arquitetura dual, um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) relacional é utilizado para armazenar os atributos convencionais, sendo as representações geográficas guardadas em arquivos separados. Quando a arquitetura integrada é empregada, não há essa divisão de fontes de dados e todos os dados são armazenados em um único SGBD (CASANOVA *et al.*, 2005).

Os SGBDs se propõem a gerenciar grandes volumes de informação, com eficiência performática, possuindo recursos para sua modelagem lógica, esquemas de segurança contra falhas e acesso indevido e a possibilidade de se fazer acessos simultâneos e de forma remota (PRESSMAN, 2002).

Exemplos de SGBDs são o Oracle, o MS SQL Server, o MySQL e o PostgreSQL. Alguns SGBDs, como o Oracle, em seu módulo Spatial, e o Postgres, em seu módulo PostGIS, já possuem a habilidade de lidar com informações espaciais (FERREIRA *et. al.*, 2002). Para outros, é possível complementá-los com uma camada adicional de software que, entre outras coisas, possa conferir esta capacidade ao sistema. Um exemplo desta camada de software é a TerraLib (<http://www.terralib.org>).

Como exemplo de software de SIG, temos o TerraView (www.dpi.inpe.br/terraview) que é um aplicativo geográfico gratuito e de código aberto, construído sobre a biblioteca de geoprocessamento Terralib, tendo como principal objetivo apresentar uma fácil visualização de dados geográficos com recursos de consulta e principalmente de análise dos dados. É um projeto da Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DPI-INPE) com a participação do Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica da PUC-Rio (Tecgraf - PUC Rio), do Laboratório de Estatística Espacial da UFMG (LESTE – UFMG) e da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (FUNCATE).

O TerraView manipula dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) e matriciais (grades e imagens), ambos armazenados em SGBD relacionais ou georrelacionais, incluindo ACCESS, PostGress, MySQL e Oracle. Ele permite a criação de mapas temáticos com os mais diferentes tipos de legendas, além de ser compatível com dados nos formatos MID/MIF, shapefile e Tab/Geo.

2.1.3.2 *Sistema de Posicionamento Global*

Quando se trata de obter dados georreferenciados com eficiência e praticidade, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) é atualmente o meio mais eficaz. O GPS (sigla em inglês “Global Positioning System”) ou NAVSTAR-GPS (Navigation Satellite with Time and Ranging) é um sistema de posicionamento baseado em satélites artificiais que foi desenvolvido nos anos 70 pelas forças armadas dos Estados Unidos da América. Apesar de possuir características de um sistema militar, atualmente pode ser utilizado em muitas situações para o uso civil.

O segmento espacial do sistema americano é constituído por 24 satélites que orbitam a Terra em um período aproximado de 12 horas siderais, a aproximadamente 28.000 Km de altitude (Figura 2). Existem seis planos orbitais, igualmente espaçados de 60 graus, cada plano orbital é ocupado por 4 satélites, permitindo na teoria que o receptor GPS reconheça entre 4 e 8 satélites em qualquer parte da superfície terrestre.

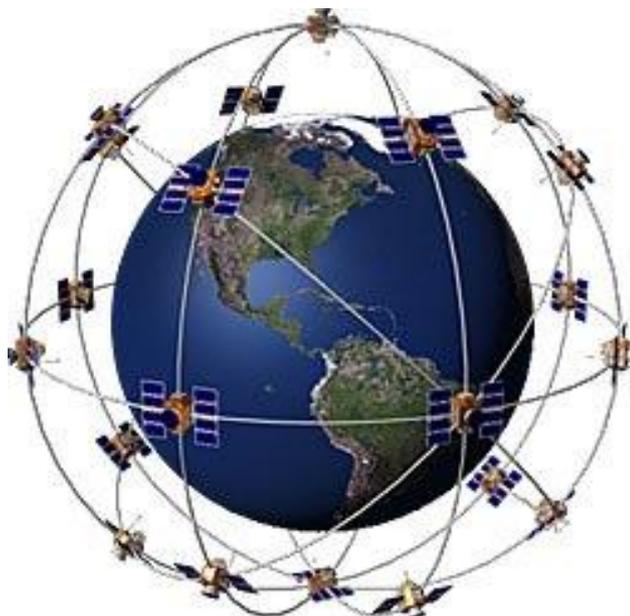


Figura 2 - Constelação de satélites do GPS.
Fonte: GPS Center Comércio de Eletrônicos (2010).

Todos os satélites são monitorados permanentemente e tem a sua posição no espaço conhecida. Essas posições são transmitidas da Terra aos satélites, que por sua vez as retransmitem seu sinal. A distância entre o receptor e o satélite é calculada pelo tempo que o sinal (códigos C/A e P) gerado no satélite leva para chegar até a antena receptora. O código P está reservado ao governo norte americano e usuários autorizados, portanto os usuários civis só podem determinar a distância através da sintonia do código C/A.

A partir de quatro satélites determina-se a posição de um ponto na superfície terrestre. O conhecimento da posição de cada um dos quatro (ou mais) satélites e das respectivas distâncias até a antena do receptor permite utilizá-los como pontos de referência para determinar posições na Terra (GOMES, 2001).

Preocupados com o uso inadequado, os militares americanos implantaram duas opções de precisão: para usuários autorizados (eles mesmos) e usuários não-autorizados (civis). Uma técnica que afetava o tempo e a posição dos satélites, conhecida por disponibilidade seletiva, era utilizada para degradar a acurácia da posição obtida pelos receptores de usuários não autorizados. Esta degradação fazia com que as posições 2D (X, Y) fossem determinadas com erro da ordem de 100 m (Figura 3A). Porém, em maio de 2000, após quase uma década da sua implementação, a disponibilidade seletiva foi desativada pelo presidente norte-

americano, fazendo com que o erro diminuísse e permanecesse em torno dos 15 m (Figura 3B), permitindo o uso extensivo do GPS no mundo. Nos últimos anos, o GPS tem sido utilizado com muita frequência também na área da saúde principalmente porque grande parte das aplicações dessa área não necessita de alta precisão.

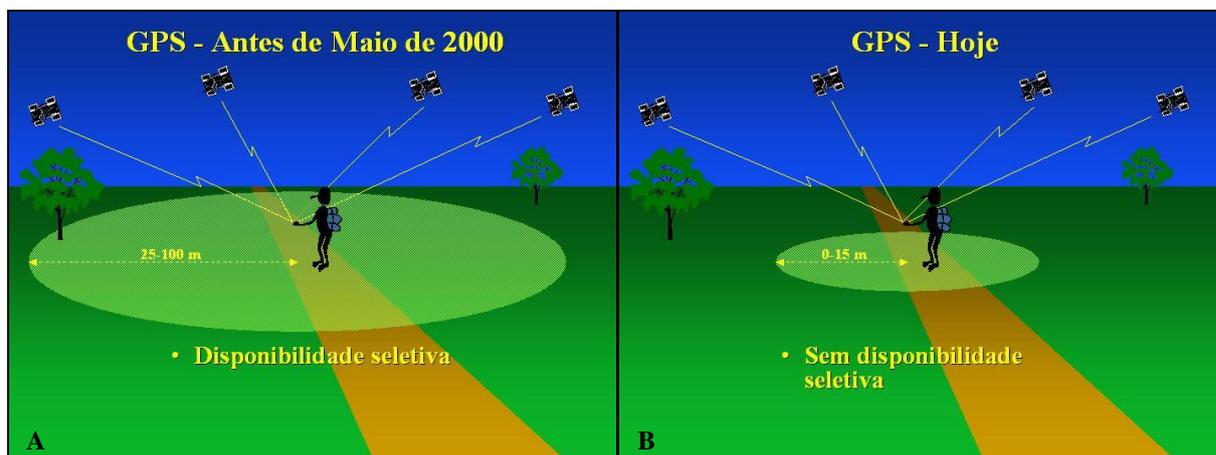


Figura 3 - Acurácia da posição obtida por receptores GPS antes (A) e depois (B) da disponibilidade seletiva.

Fonte: modificada pelo autor baseada em anotações de aulas.

2.1.3.3 Sensoriamento Remoto

Sensoriamento remoto pode ser definido como a arte e a ciência de se obter informações acerca de objetos presentes na superfície terrestre sem contato físico com os mesmos (JENSEN, 2000; MOREIRA, 2005; NOVO, 2008). Um sensor remoto é um sistema capaz de detectar, medir e registrar a Radiação Eletromagnética (REM) emitida ou refletida pela superfície terrestre. Um sensor remoto óptico é constituído, basicamente, de um coletor que intercepta a radiância vinda do alvo e a direciona para um conjunto de detectores. Estes transformam a radiância em sinal elétrico, cuja intensidade é transformada num valor numérico digital que, em se tratando de sensores orbitais, pode ser armazenado a bordo do satélite, ou transmitido para receptores em Terra (CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING, 2007).

Os sensores remotos podem registrar a radiância em diferentes intervalos de comprimento de onda do espectro eletromagnético, denominados bandas ou canais

espectrais. Contudo, nem todo o espectro eletromagnético pode ser medido por um sensor remoto. Os constituintes atmosféricos (oxigênio, ozônio, vapor d'água, gás carbônico etc.) absorvem parte da radiação solar incidente, que, conseqüentemente, não alcança a superfície da Terra. Entretanto, em alguns intervalos de comprimento de onda, esta absorção é relativamente pequena, sendo denominadas janelas atmosféricas, ou seja, nesses intervalos a atmosfera é praticamente transparente à REM (CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING, 2007). Desta forma, o posicionamento das bandas espectrais dos sistemas sensores deve estar entre os limites desses intervalos.

Os sensores remotos operam em diferentes bandas espectrais simultaneamente, sendo que o número de bandas e a dimensão do intervalo de comprimentos de onda dessas bandas, comumente denominada de largura da banda, definem a resolução espectral. A resolução espectral será tanto maior, quanto maior o número e mais estreitas forem as bandas posicionadas numa faixa espectral em que opera o sistema sensor. O posicionamento e a resolução espectral das bandas são características muito importantes, pois determinarão, em conjunto com as resoluções espacial e radiométrica, a capacidade de um sensor em discriminar ou representar os alvos em uma área imageada (MATHER, 1999).

De uma forma geral, os sensores remotos são especificados para atender distintas aplicações, que requerem características próprias quanto ao número, posicionamento e largura espectral das bandas. Assim, os sensores ópticos orbitais geralmente possuem três bandas na porção do visível, uma banda na porção do infravermelho próximo e uma ou duas bandas na porção do infravermelho médio do espectro eletromagnético. Alguns sensores remotos possuem ainda uma banda centrada em comprimentos de onda maiores, correspondentes ao infravermelho termal, para medir a radiância emitida pelos alvos da superfície terrestre. Outros sensores possuem uma banda denominada pancromática, cuja faixa espectral é larga e se estende desde o visível ao infravermelho próximo.

A resolução espacial está relacionada à área da superfície terrestre imageada instantaneamente pelo sistema sensor (IFOV; *Instantaneous Field of View*), que, após ser reamostrada, é representada por um elemento na imagem digital denominado pixel. A radiância vinda dessa área e detectada pelo sensor em uma determinada banda espectral é posteriormente transformada em nível de cinza do

pixel da imagem digital. Assim, quanto menor for a área da superfície terrestre individualizada pelo sistema sensor, maior será sua resolução espacial e, conseqüentemente, menor será o objeto possível de ser individualizado. No entanto, é possível distinguir objetos que são consideravelmente menores que a resolução espacial, em função do contraste destes em relação aos adjacentes, embora, muitas vezes, tais objetos só possam ser reconhecidos em função do contexto geral da imagem (SCHOWENGERDT, 1997).

A resolução espacial está intimamente ligada à largura da superfície terrestre imageada (FOV; Field-of-View) em cada período orbital do satélite e, conseqüentemente, à resolução temporal. Em geral, a largura da faixa de imageamento é dada pelo número de células (detectores) da barra de detectores presente no sistema sensor versus a resolução espacial. Ou seja, quanto maior a resolução espacial, menor a área da superfície terrestre individualizada por cada detector, para um dado sensor. Conseqüentemente, menor será a largura da faixa imageada em cada passagem do satélite, que levará mais tempo para fazer o recobrimento total da Terra, implicando numa menor resolução temporal. Por outro lado, um sensor que possui uma baixa resolução espacial consegue imagear uma faixa maior da superfície terrestre em cada passagem, resultando em uma maior resolução temporal (MATHER, 1999).

A resolução temporal pode ser genericamente definida pelo intervalo de tempo decorrido entre duas passagens consecutivas do satélite sobre um mesmo ponto da superfície terrestre. Em sistemas sensores que fazem o imageamento sistemático da Terra, o conceito de resolução espacial está intimamente relacionado ao tempo necessário para a obtenção de duas imagens de um mesmo local. Entretanto, alguns sistemas sensores possuem a capacidade de adquirir imagens em visada lateral para imagear áreas localizadas à esquerda ou à direita em relação à órbita real do satélite. Isto permite aumentar a freqüência de observações em uma determinada área de interesse, além de possibilitar a visão estereoscópica. Porém, o imageamento de uma área localizada fora da visada vertical do sensor compromete o imageamento sistemático de uma área localizada na órbita original. Como conseqüência, tais sensores não fazem a cobertura sistemática do globo terrestre, pois adquirem imagens em locais pré-determinados por solicitações do usuário final. Outra forma de reduzir o período de obtenção de imagens de um mesmo local é a

utilização de um conjunto de satélites com sensores similares e com órbitas intercaladas.

A resolução radiométrica está relacionada à capacidade de um sistema sensor em discriminar pequenas variações na quantidade de radiância refletida ou emitida pelos alvos. Para representar essas variações no formato de uma imagem digital, os diferentes valores do sinal são quantizados em uma escala binária e representados através de uma escala monocromática, onde ao sinal com intensidade zero é atribuído o preto e ao sinal de máxima intensidade é atribuído o branco. Para se expressar a resolução radiométrica emprega-se a expressão 2^n , sendo “n” o nível de quantização da imagem, ou seja, o número de bits utilizado na geração da imagem digital. A maioria das imagens geradas a partir de sensores remotos utiliza uma quantização de 8 bits. Desta forma, a quantidade de níveis de cinza possível de ser representada na imagem é dada por 2^8 , ou seja, 256 (MATHER, 1999).

2.2 Um arcabouço conceitual com o uso de Tecnologias de Informação Espacial para Programas de Vigilância Vetorial Integrada em Base Territorializada¹

A Figura 4 mostra a arquitetura ou arcabouço conceitual que serviu como modelo base para o desenvolvimento do projeto.

¹ Este subitem está baseado nos artigos publicados pelo grupo de pesquisas da rede SAUDAVEL do qual faço parte e sou co-autor (REGIS *et al.*, 2008, 2009).

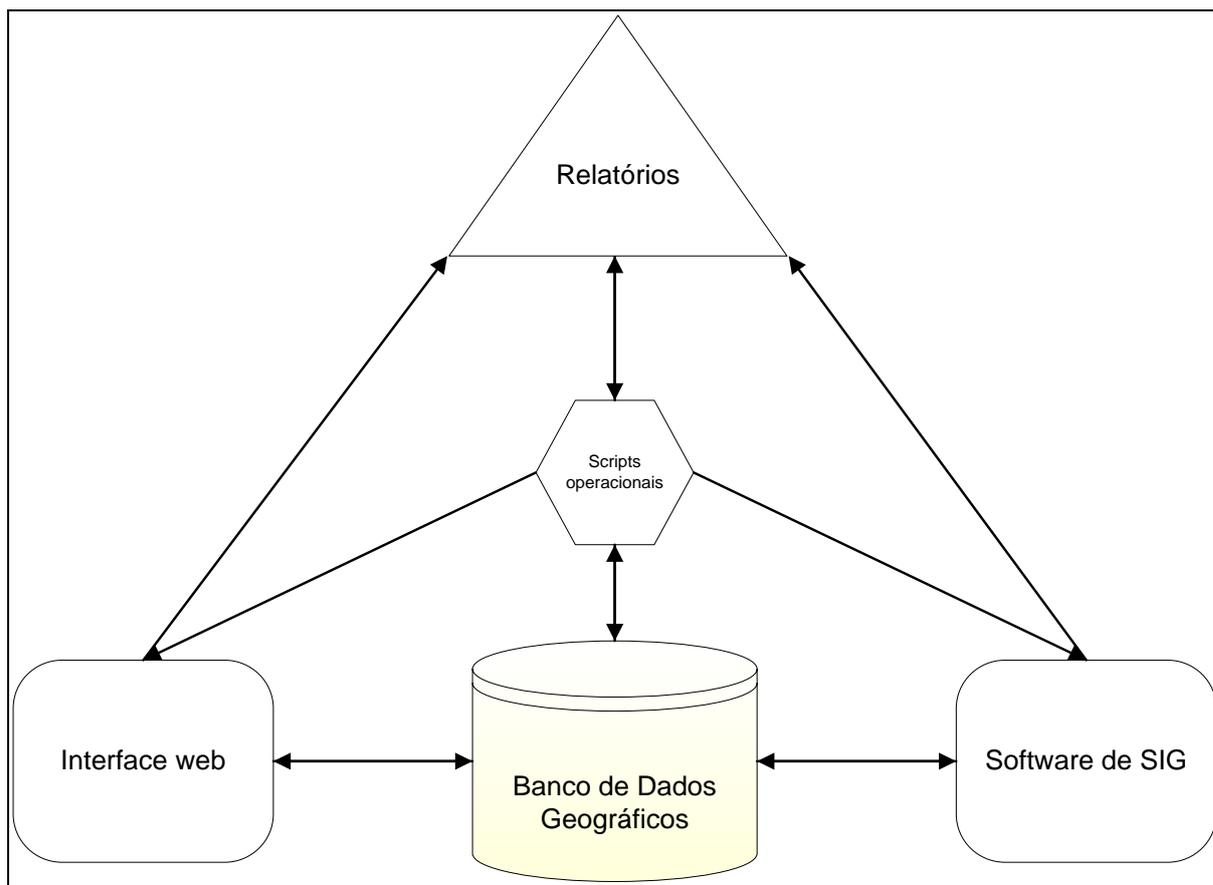


Figura 4 - Modelo operacional de uso das tecnologias de informação espacial.
Fonte: Elaborado pelo autor.

A arquitetura envolve um Banco de Dados Geográficos (BDG) onde é possível armazenar os diferentes tipos de dados digitais que compõem a representação do território de interesse para a vigilância. Este BDG estará localizado em uma servidora e poderá ser acessado, através da web, por plataformas remotas. O acesso ao BDG pode ser feito por usuários cadastrados no sistema, através de um aplicativo de SIG que permita conexão remota ou por navegadores web padrões com a utilização de uma interface especialmente desenvolvida para os propósitos da vigilância.

O aplicativo de SIG é utilizado no processo de criação e estruturação da base de dados. Este aplicativo é responsável pela inserção dos dados da base cartográfica e pela visualização, manipulação e análise dos dados espaciais.

Uma interface web é utilizada para inserção (povoamento) remota de dados cadastrais obtidos durante as atividades de campo.

Scripts operacionais de análise espacial também fazem parte do sistema. Estes scripts podem ser executados por um aplicativo específico de análise espacial ou em associação com o aplicativo de SIG ou com a interface web.

Relatórios estatísticos em diversos formatos e outros resultados da análise espacial serão emitidos por qualquer um dos componentes do sistema e estes resultados poderão retroalimentar o BDG.

2.3 Recife-SAUDAVEL e SMCP-*Aedes*: implementações para a Vigilância Vetorial em Dengue²

Os projetos Recife-SAUDAVEL e Sistema de Monitoramento e Controle Populacional (SMCP-*Aedes*) (www.dpi.inpe.br) são materializações de sistemas que utilizam a arquitetura anteriormente apresentada. Nestes sistemas os componentes tecnológicos foram implementados para dar suporte ao monitoramento e controle do vetor da dengue, porém em situações específicas quanto aos propósitos dos experimentos. O projeto Recife-SAUDAVEL, desenvolvido numa primeira etapa, tinha como componente principal a experimentação ou o desenvolvimento metodológico e, como componente secundária, a funcionalidade, ou seja, o controle vetorial propriamente dito. O SMCP-*Aedes*, desenvolvido posteriormente, utilizou grande parte das experiências desenvolvidas no projeto Recife-SAUDAVEL e, portanto, sua componente principal foi a funcionalidade enquanto que a experimentação estava em segundo plano. A Figura 5 apresenta uma visão geral esquemática dessa arquitetura após a implementação das tecnologias de informação espacial.

² Este subitem está baseado nos artigos publicados pelo grupo de pesquisas da rede SAUDAVEL do qual faço parte e sou coautor (REGIS *et al.*, 2008, 2009).

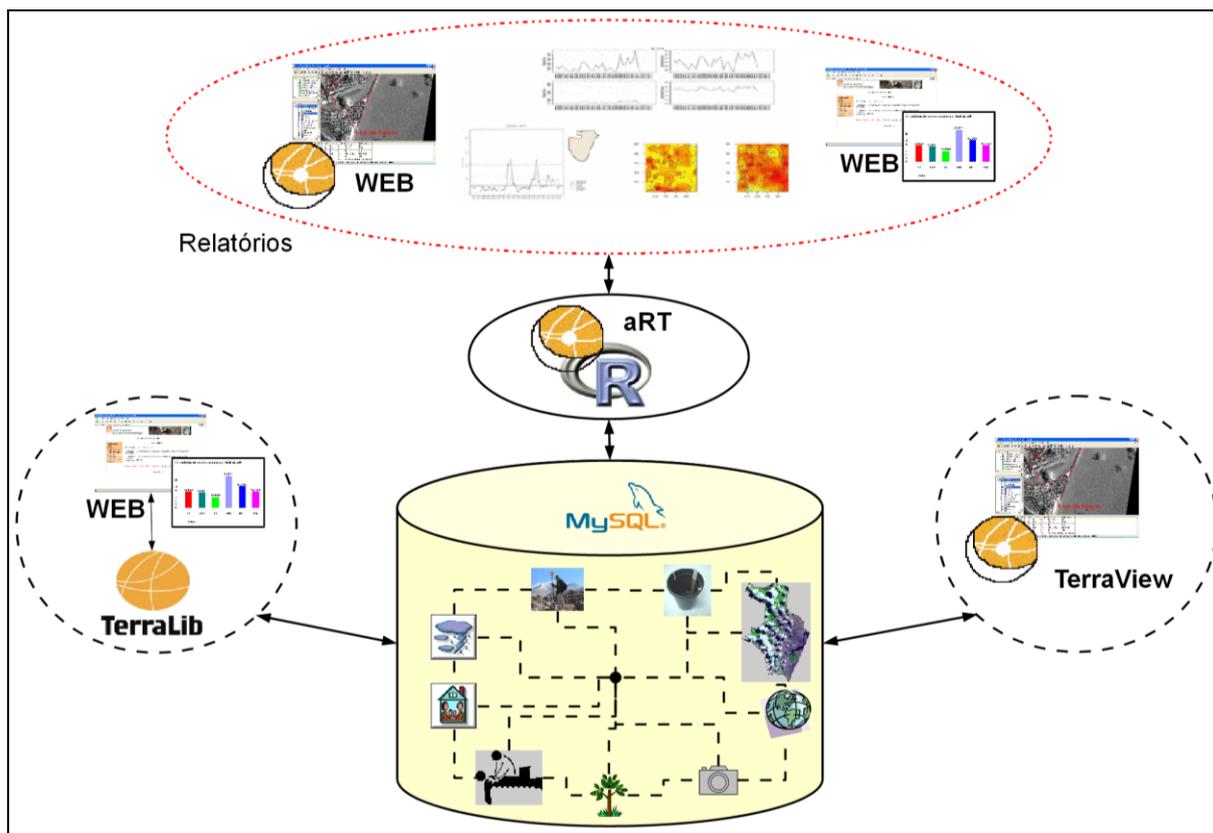


Figura 5 - Visão esquemática das tecnologias implementadas no SMCP-Aedes.

Fonte: elaborado pelo autor.

Nessa arquitetura, um Banco de Dados Geográficos (BDG) foi usado como repositório dos dados dos projetos (vetoriais, matriciais e atributos descritivos) e a gerência desses dados foi feita através do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL. A contagem dos ovos foi inserida no banco de dados usando uma interface baseada na web que foi desenvolvida pela rede SAUDEL (MONTEIRO *et al.*, 2002) no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE e na Fiocruz-PE. Além da contagem de ovos, o BDG contém dados demográficos na escala de setores censitários, imagens de satélite da região e todas as informações disponíveis para o mapeamento dos locais onde as ovitrampas foram instaladas.

Para a visualização dos dados geográficos bem como para a realização de algumas consultas e análises espaço-temporais dos dados armazenados, foi selecionado o TerraView (www.dpi.inpe.br/terraview), um aplicativo de SIG construído sobre a biblioteca de geoprocessamento TerraLib (www.dpi.inpe.br). Ele fornece uma maneira fácil de navegar na base de dados geográficos, como nas imagens de satélites de sensoriamento remoto, fotografias das armadilhas, dados censitários etc.

Para executar algumas análises estatísticas espaciais e produzir os relatórios necessários para tomada de decisão de modo automático, scripts operacionais foram desenvolvidos utilizando a linguagem de programação do pacote estatístico R. O Art foi utilizado para integrar a biblioteca TerraLib com o R (www.rproject.org) e, dessa forma, executar as análises específicas do sistema.

Para a modelagem dos dados do BDG foi definido um esquema conceitual (Figura 6) que representasse adequadamente as aplicações geográficas de monitoramento e controle do vetor da dengue dos projetos Recife-SAUDAVEL e SMCP-*Aedes*. Este esquema resultante da modelagem foi baseado na notação do modelo Geo-OMT proposto por Borges *et al.* (2001). Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI; NAVATHE, 2004). A característica básica de um modelo de dados, como o próprio termo explicita, é que ele é uma abstração da realidade. Um modelo conceitual de dados fornece uma base formal (notacional e semântica) para ferramentas e técnicas usadas para suportar a modelagem de dados. Modelagem de dados é o processo de abstração onde somente os elementos essenciais da realidade observada são enfatizados, descartando-se os elementos não essenciais (LISBOA; IOCHPE, 1999).

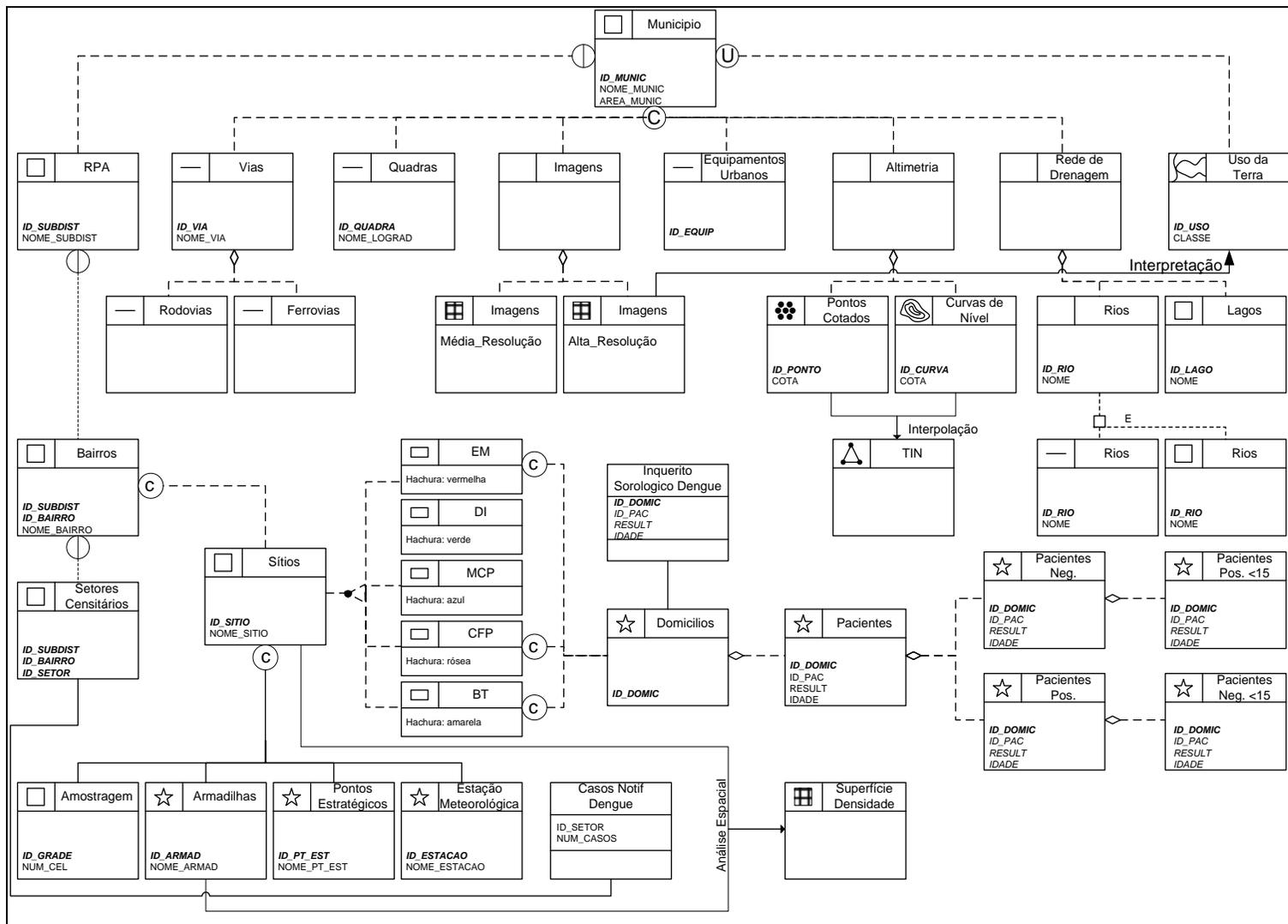


Figura 6 - Esquema conceitual da modelagem do BDG para o monitoramento e controle da dengue.

Fonte: elaborado pelo autor.

2.4 Duas experiências: Recife e Santa Cruz do Capibaribe

Nos dois capítulos seguintes serão apresentadas duas experiências relativas à implantação de uma estratégia de vigilância com aporte de novas tecnologias de observação do território. Estas experiências iniciaram em 2004, com a implantação do projeto SAUDAVEL, e se estendem até os dias atuais (2010), com o desenvolvimento do SMCP-*Aedes*. Refere-se aos estudos realizados em duas cidades pernambucanas: Recife e Santa Cruz do Capibaribe (Figura 7).



Figura 7 - Localização de Recife e de Santa Cruz do Capibaribe.
Fonte: elaborado pelo autor.

3.EXPERIÊNCIA EM RECIFE

3 EXPERIÊNCIA EM RECIFE

3.1 Principais aspectos do município³

Recife, capital do Estado de Pernambuco, está localizado às margens do Oceano Atlântico, a 8°03'14" S, 34°52'52" W, na mesorregião metropolitana do Recife, região Nordeste do Brasil. Por sua importância político-administrativa e cultural e tamanho da população, caracteriza-se como uma cidade-metrópole. De acordo com os resultados do Censo Demográfico de 2010, a população do município aumentou 3,5% entre os anos 2000 e 2010, passando de 1.422.905 para 1.472.202 (IBGE, 2010). O território municipal, com extensão de 209 Km² e altitude média de 5 m, é totalmente urbano, formado por praias, planícies, estuários, áreas de mangue, morros e diversos cursos d'água, como canais, canaletas e rios com destaque para o Beberibe e o Capibaribe (RECIFE, 2005). Por sua vasta coleção hídrica e por suas belas pontes⁴, consideradas símbolo da cidade, Recife é conhecida como a Veneza brasileira.

O município está dividido em 1212 setores censitários (Censo 2000). Estes setores se agrupam em 94 bairros (Figura 8, Decreto Municipal 14.452, de 26 de outubro de 1988) que se unem para formar as 18 microrregiões (MR, Figura 9). Estas, por sua vez, se agrupam em 6 regiões político-administrativas (RPAs, Figura 10, Lei Nº 16.293, de 22 de janeiro de 1997), cada uma correspondendo a um dos distritos sanitários que compõe a estrutura organizacional da Secretaria de Saúde.

Durante todo o ano as condições climáticas da cidade são caracterizadas por temperaturas que variam de 22°C a 32°C e umidade relativa variando entre 70% e 90%, apresentando uma estação quente com chuvas escassas de Janeiro a Abril, seguida por uma estação úmida com chuvas intensas e freqüentes de maio a agosto, e uma estação seca de setembro a dezembro. A precipitação acumulada é da ordem de 2.000 mm/ano.

³ Este subitem foi baseado em Acioli (2006).

⁴ O título desta tese foi inspirado nas pontes do Recife, nos retalhos de helanca de Santa Cruz do Capibaribe e nos pontos e linhas utilizados tanto nas confecções como na representação do território nos SIGs, GPS e outras tecnologias de captura e representação computacional de informação geográfica em meio digital.

Características ambientais e sócio-econômicas refletem-se na situação de saúde, constituindo perfis epidemiológicos definidos pela presença marcante de doenças infecciosas e parasitárias em simultaneidade com as doenças crônicas e degenerativas e causas externas de morbimortalidade (RECIFE, 2004).

No Recife, como em muitos centros urbanos, a saúde está fortemente associada à qualidade do ambiente, cuja precariedade, em extensas áreas do município, está relacionada com o difícil acesso à água e ao esgotamento sanitário, a inadequada destinação do lixo e as precárias condições de habitação. Esse perfil, aliado à baixa condição de vida de grande parte da população, contribui para a ocorrência de enfermidades que refletem as carências sociais (RECIFE, 2005).

Com relação ao saneamento, parte significativa da população recifense vive em condições ambientais insalubres, o que repercute sobre a qualidade de vida, especialmente daqueles que habitam áreas pobres da cidade. A classe média, através de soluções individuais, consegue manter-se a certa distância desses problemas, o que de certa forma mascara a histórica má gestão pública no setor (RECIFE, 2005).

Quanto ao abastecimento de água, segundo o IBGE, em 2000, 88,5% da população recifense estavam ligados à rede geral, enquanto 9,2% utilizavam fontes localizadas em suas propriedades – poços ou nascentes. Estar ligado à rede, por sua vez, não significa perenidade de abastecimento. Segundo o Plano Diretor do Recife, em virtude da ineficiência da oferta em relação à demanda, impera na rede de abastecimento de água do Recife um regime de rodízio de 20 horas com água para cada 52 horas sem água – dados referentes a 2003 (RECIFE, 2005). O trabalho intitulado “Mapeamento de Riscos e Agravos Relacionados com a Água no Recife: uma contribuição para a Vigilância à Saúde” (MELO, 2004), concluiu que metade dos 94 bairros do Recife apresentava um grande intervalo de tempo do ciclo de abastecimento (de 72 horas) sem fornecimento de água. A necessidade de armazenamento de água, aliada à ausência de instalações hidráulicas e sanitárias adequadas, agrava as condições de higiene, com rebatimento na saúde, principalmente na população de baixa renda.

Quanto ao esgotamento sanitário, menos da metade da população (41,1%) possui instalações sanitárias ligadas à rede geral de esgoto, ressaltando-se que o IBGE inclui nesta categoria os domicílios que despejam seus efluentes na tubulação

de drenagem pluvial (BRASIL, 2000). Atualmente, não se conhece exatamente o número de domicílios ligados à rede de esgotos, mesmo assim, pode-se afirmar que mais de um milhão de pessoas no Recife não são servidas pela rede de esgotamento sanitário (RECIFE, 2010).

A área coberta pela rede pública de coletas de esgotos é restrita ao centro da cidade e aos bairros de maior poder aquisitivo, sendo atendida pelos “sistemas convencionais de esgotamento sanitário” da Cabanga – que abrange também os bairros do Recife, São José, Santo Antônio, Boa Vista, Madalena, Torre, Afogados, Santo Amaro e Boa Viagem, e pelo sistema de Peixinhos, que inclui os bairros de Casa Forte, Parnamirim, Casa Amarela, Arruda, Encruzilhada, Hipódromo e Campo Grande. Além desses sistemas, o início dos programas habitacionais em áreas periféricas da cidade, na década de 1960, levou à construção de 30 “sistemas isolados”, que não são conectados a nenhuma das duas grandes estações de tratamento – da Cabanga ou de Peixinhos – e que tinham como meta o atendimento de uma população de cerca de 110 mil habitantes. A partir da década de 1980, com o surgimento do “modelo condominial”, foram construídos aproximadamente 72 desses sistemas. Com relação à parcela da população cujas instalações sanitárias não estão ligadas à rede coletora, apenas 15,3% dos moradores da cidade possuem fossas sépticas, enquanto que quase um terço dos habitantes do Recife (32,9%) utiliza fossas rudimentares. Mais de 10% dos recifenses sequer têm instalações sanitárias, destinando seus esgotos a valas ou outros escoadouros, o que inclui o despejo direto nos rios ou no mar (BRASIL, 2006).

No que diz respeito ao recolhimento de resíduos sólidos, quase a totalidade da população (96,1%) tem seu lixo coletado, sendo que 93,1% são servidos pela coleta domiciliar (BRASIL, 2006). Segundo a Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB), 3,3% da população (aproximadamente 50.000 pessoas) despejam seus resíduos sem qualquer cuidado, o que favorece a formação de pontos críticos de lixo na cidade (LYRA, 2003).

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2002), o lixo coletado na Região Metropolitana do Recife tem os seguintes destinos finais: 21% vão para lixões; 10% para aterros controlados; 65% para o aterro sanitário; 1% para usinas de compostagem; 1% para usina de triagem; 0,04% para incineração e 1,6% para destinos não identificados.

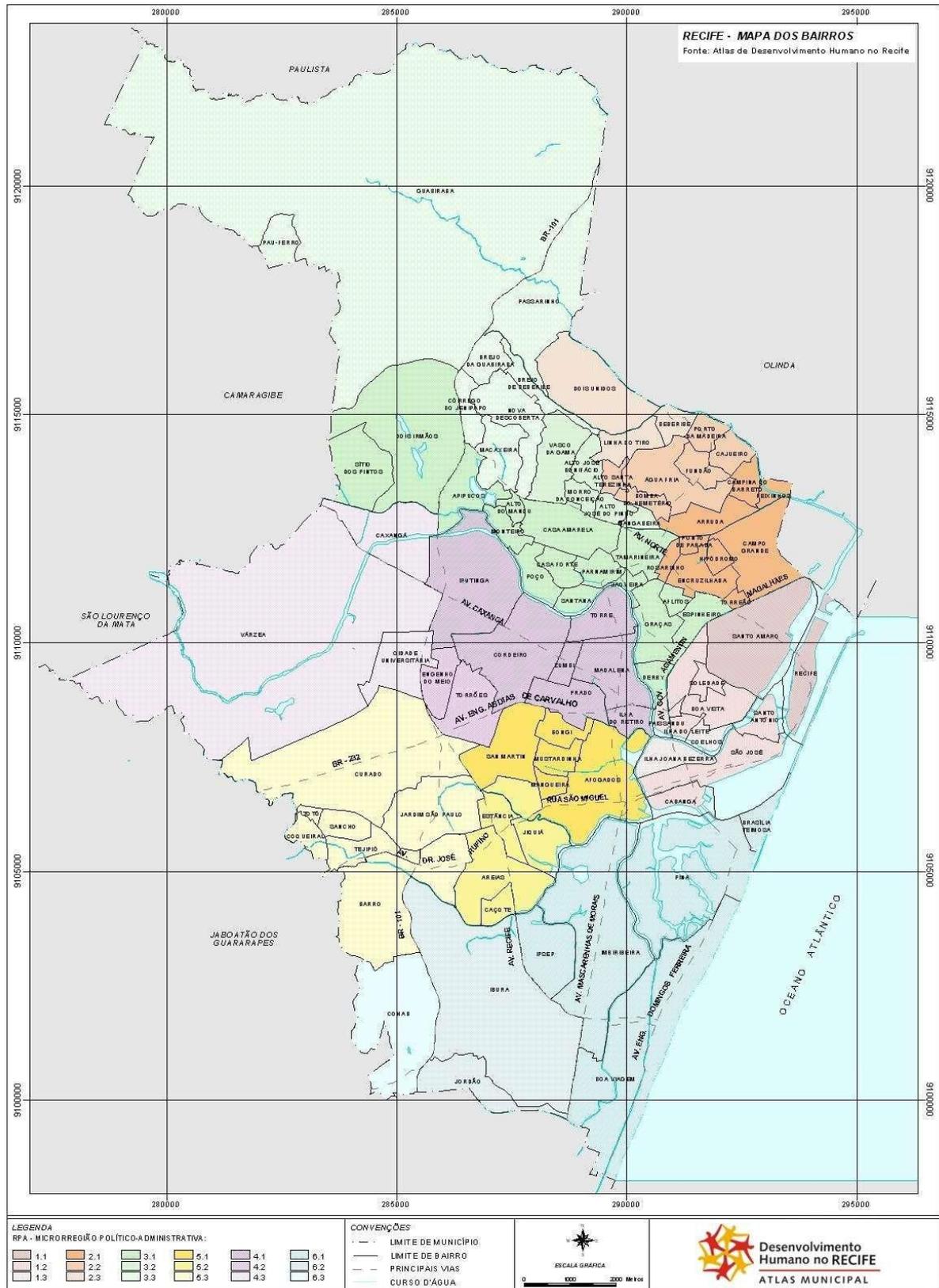


Figura 8 - Mapa dos bairros do Recife.

Fonte: Recife (2005).

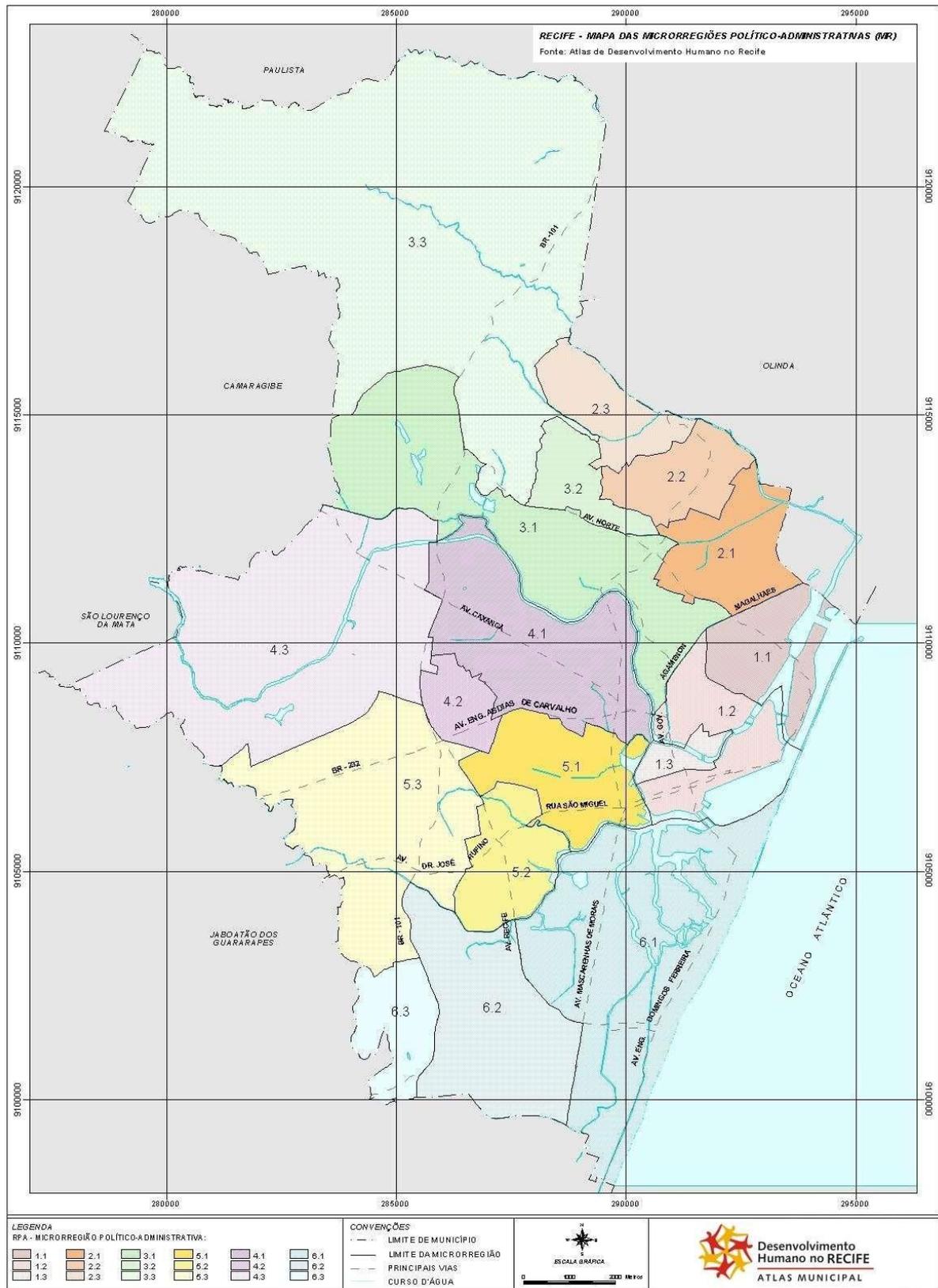


Figura 9 - Mapa das microrregiões político-administrativas (MR) do Recife.
Fonte: Recife (2005).

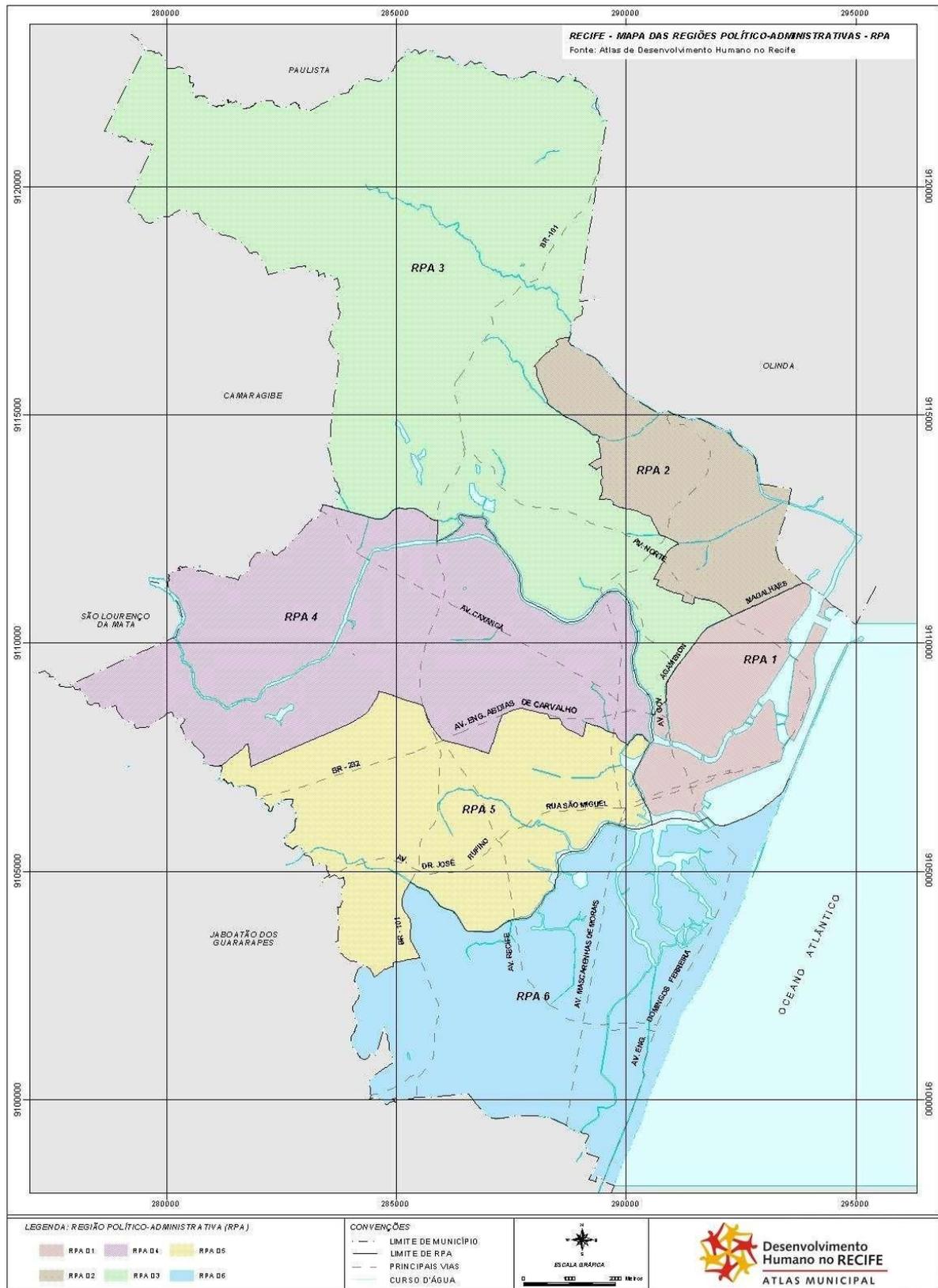


Figura 10 - Mapa das regiões político-administrativas (RPA) do Recife.
Fonte: Recife (2005).

3.2 Descrição do experimento

3.2.1 Definição das áreas de estudo

Cinco áreas foram selecionadas através de critérios que buscavam contemplar a representatividade dos diferentes aspectos urbanos encontrados no Recife. Aspectos demográficos, sócio-econômicos e territoriais relativos à cobertura vegetal, estruturas das edificações urbanas (planas ou verticalizadas), altitude e proximidade com o mar, foram considerados na caracterização das áreas. Além destes, foi considerado também o Risco Ambiental para a Saúde. As áreas escolhidas foram:

- Área 1 - bairro Brasília Teimosa (BT).
- Área 2 - bairros Morro da Conceição e Alto José do Pinho (MCP)
- Área 3 – bairros Casa Forte e Parnamirim (CFP)
- Área 4 – bairro Engenho do Meio (EM);
- Área 5 – bairro Sítio dos Pintos (DI)

A Figura 11 apresenta a localização das áreas de estudo no município de Recife e o Quadro 1 mostra os aspectos considerados na seleção das áreas.

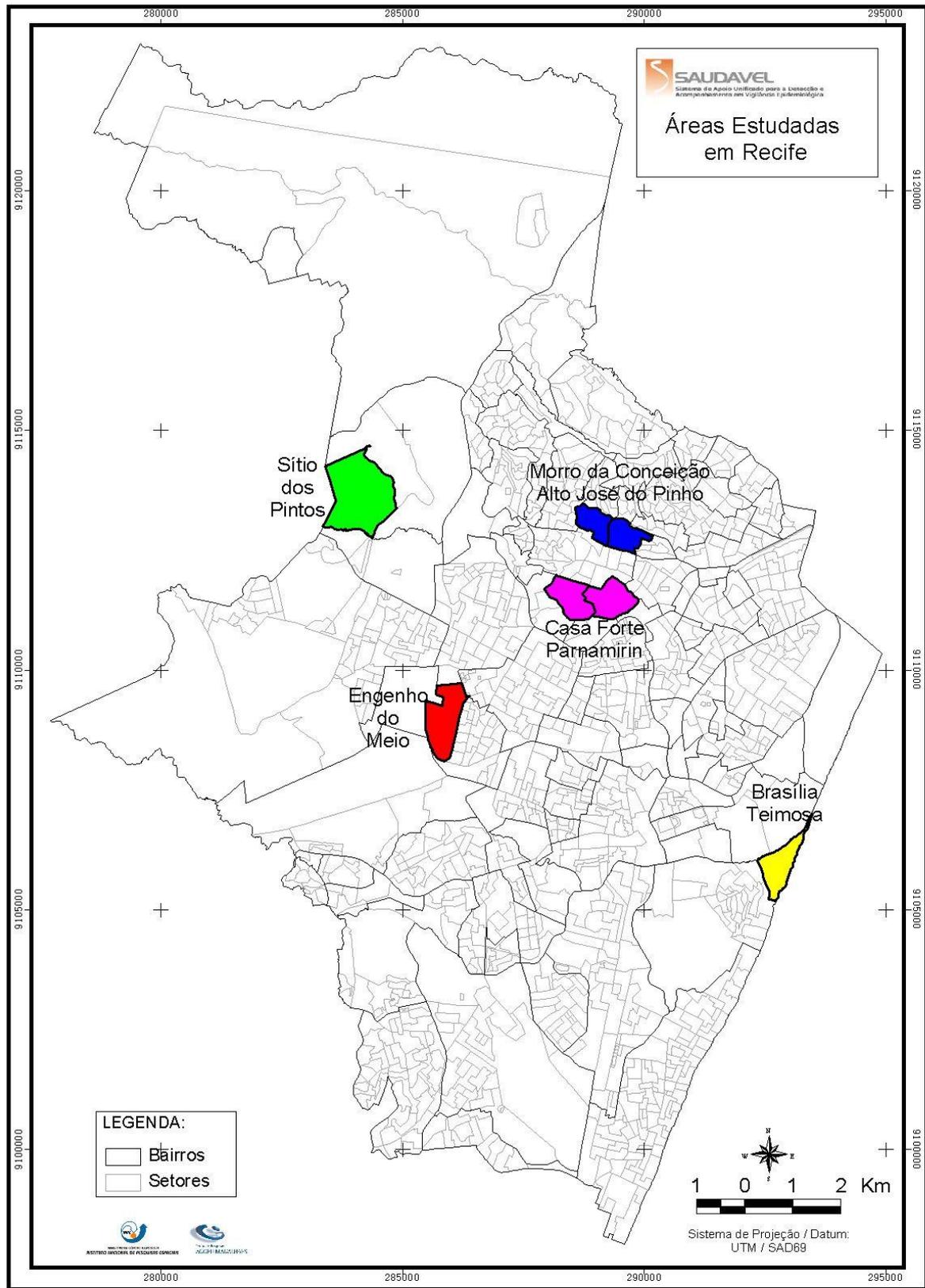


Figura 11 - Localização das áreas de estudo no município de Recife.
Fonte: elaborado pelo autor.

Área	Bairro (Código)	Risco ⁵	Aspectos de Paisagem Urbana	Área Territorial (Km ²)	População	Densidade Demográfica (hab/ Km ²)	Nº de Domicílios	Densidade Domiciliar (Hab/Domicílio)	Renda Média do Responsável pela Família (R\$)
1	Brasília Teimosa (BT)	Alto	Praia (mar)	0,62	19.155	30.895.16	4.837	3,93	358,11
2	Morro da Conceição-Alto José do Pinho (MCP)	Médio	Área de maior altitude	0,79	22.650	28.670.89	5.650	3,99	323,80
3	Casa Forte-Parnamirim (CFP)	Baixo	Área urbana predominantemente com edifício de 20 a 40 andares	1,17	9.838	8.408.55	2.828	3,47	3.834,52
4	Engenho do Meio (EM)	Médio	Área com estrutura urbana plana	0,89	10.560	11.865.17	2.773	3,81	864,04
5	Sítio dos Pintos (DI)	Alto	Área com alta cobertura vegetal (fragmento residual de Mata Atlântica)	1,16	3.046	2.625.86	703	4,33	484,31

Quadro 1 - Caracterização das áreas seleccionadas: aspectos sociais e territoriais.
Fonte: Recife (2005) e IBGE (2010).

⁵ Estratificação de Risco Ambiental para a Saúde (PSA – Prefeitura do Recife)

Os níveis de risco usados na caracterização das áreas são provenientes do Mapa Municipal de Risco Ambiental para a Saúde (Figura 12) usado para norteamento do Programa de Saúde Ambiental – PSA. Foi elaborado segundo critérios de produtividade, vulnerabilidade e receptividade referentes a zoonoses, doenças de veiculação hídrica e doenças transmitidas por vetores, de cada bairro, aliando-se estes critérios à condição de vida de suas populações.

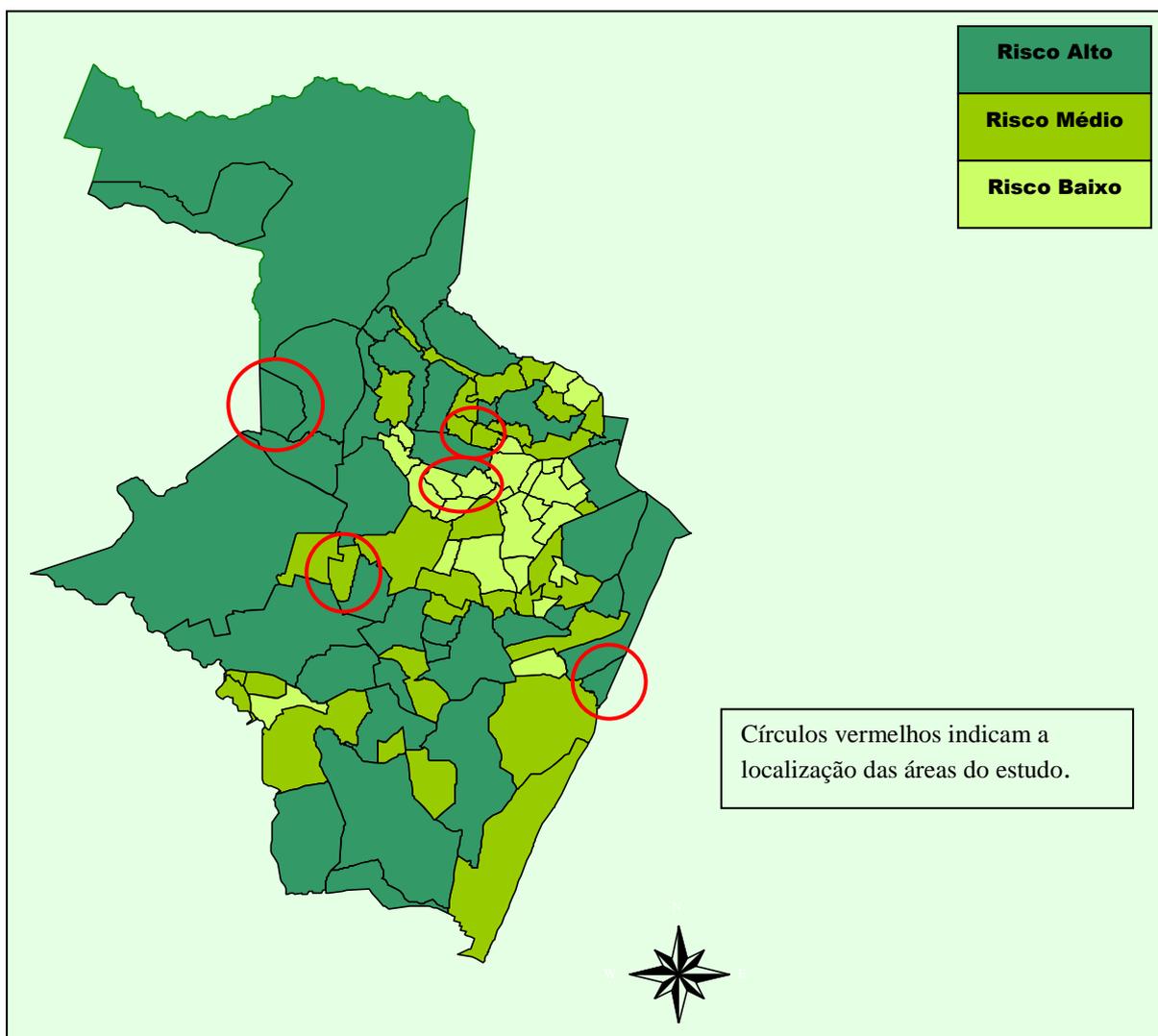


Figura 12 - Mapa Municipal de Risco Ambiental para a Saúde.
Fonte: Modificado de Recife (2001).

3.2.2 Levantamento, obtenção e padronização de dados cartográficos digitais

Considerando o esquema conceitual apresentado na Figura 6 (item 2.3), foi feito um levantamento que permitiu identificar algumas instituições que pudessem disponibilizar, sem custo, informações cartográficas digitais do Recife. Os dados foram obtidos em formatos diferentes e alguns deles precisaram ser manipulados e convertidos antes de serem importados para o BDG.

Para compor a base cartográfica⁶, mapas elaborados pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE–FIDEN) foram obtidos através da Coordenadoria de Defesa Civil do Recife (CODECIR). Referem-se ao levantamento planimétrico contendo o limite das quadras, logradouros, equipamentos urbanos, além das malhas hidrográfica (drenagem) e viária. Estes dados estavam no formato *.dxf e foram convertidos para *.shp.

Através do Agregado de Setores Censitários dos Resultados do Universo do Censo Demográfico 2000, elaborado e disponibilizado pelo IBGE, foi obtida também a malha de setores censitários do Recife com as suas respectivas informações descritivas. Através de operações geográficas sobre os dados anteriormente descritos, foi possível compor as malhas de bairros e de Regiões Político-Administrativas do Recife (RPAs).

Dados de altimetria (curvas de nível e pontos cotados) foram obtidos no através do projeto “A incorporação da terceira dimensão aos Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Vigilância em Saúde” aprovado pelo Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Saúde Pública: Sistema Único de Saúde (PDTSP-SUS).

Também foram obtidas imagens de satélites, com diferentes resoluções espaciais, fornecidas por sensores a bordo dos satélites CBERS, Landsat7 e QuickBird. Os dois primeiros foram adquiridos sem custo no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o último, com recursos do projeto “A incorporação da terceira dimensão aos Sistemas de Informações Geográficas aplicados à Vigilância em Saúde” aprovado pelo Programa de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica

⁶ Conjunto de cartas que apresentam as informações territoriais básicas necessárias ao desenvolvimento do projeto.

em Saúde Pública: Sistema Único de Saúde (PDTSP-SUS), através de uma empresa especializada na produção e comercialização de imagens de satélites. Estas imagens auxiliaram no reconhecimento das áreas estudadas, na identificação dos locais de instalação das armadilhas e na análise territorial através da confecção de novos mapas, incluindo os de visualização tridimensional.

3.2.3 Georreferenciamento

Foram detectadas incompatibilidades geométricas e de posicionamento entre as malhas digitais do IBGE e da FIDEM e entre estas com as imagens de satélites. Devido a estas incompatibilidades foi necessário corrigir os dados vetoriais e matriciais através de técnicas de georreferenciamento. Ao corrigir e unificar a posição dos dados vetoriais, este procedimento permitiu a comparabilidade entre as feições da base cartográfica para que as análises espaciais pudessem ser realizadas corretamente. O registro das imagens de satélites também foi realizado para diminuir os erros de posicionamento, permitindo combinar as três imagens do Recife com as malhas digitais. O registro também foi importante porque deixou a base cartográfica pronta para realizar futuros estudos multi-temporais em que sejam usadas imagens de satélites tomadas em épocas distintas. Estes procedimentos foram realizados no SPRING (www.dpi.inpe.br/spring).

3.2.4 Adequação do modelo de dados do BDG

Foram feitos pequenos ajustes no modelo de dados do BDG do Recife devido, principalmente, à disponibilidade dos dados obtidos e aos propósitos mais urgentes do projeto. O esquema final da modelagem é mostrado na Figura 13.

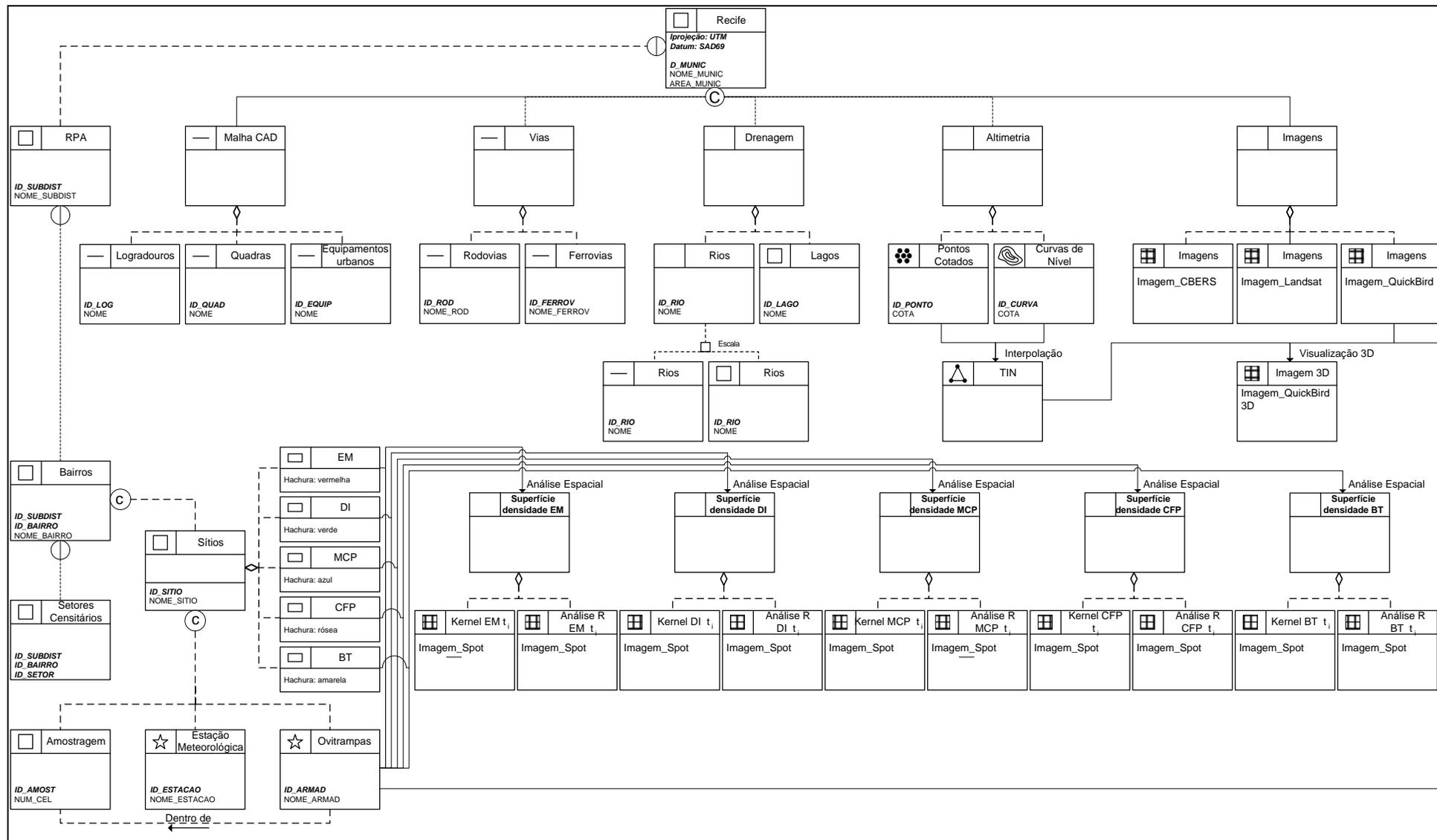


Figura 13 - Esquema da modelagem do BDG para o monitoramento e controle da dengue em Recife.
 Fonte: elaborado pelo autor.

3.2.5 Criação do banco de dados geográficos

Com auxílio do aplicativo TerraView (www.dpi.inpe.br/terraview), foi criado um banco de dados geográficos (SGBD MySQL), permitindo a importação dos mapas da base cartográfica digital, das imagens de satélites, dos dados do Censo Demográfico do IBGE, além de outras informações espaço-temporais que foram adquiridas posteriormente.

3.2.6 Definição dos tamanhos das amostras e identificação dos locais de instalação das ovitrampas

Nas cinco áreas de estudo do Recife foram instaladas 465 armadilhas de oviposição (ovitrampas) para o monitoramento da população de culicídeos vetores da dengue, distribuídas da seguinte forma:

- EM: 100
- DI: 85
- MCP: 100
- CFP: 100
- BT: 80

Os tamanhos dessas amostras foram calculados por critérios experimentais baseados no tamanho da área e na densidade de domicílios.

A distribuição espacial dessas armadilhas nas áreas de estudo foi baseada em uma metodologia de amostragem desenvolvida para pré-definir, de forma aleatória, os possíveis locais para instalação das ovitrampas. Essa metodologia utilizou um esquema amostral, representado cartograficamente por um reticulado de células de 40 x 40 m integralmente inseridas nos limites das áreas de estudo.

Nesta metodologia, a disposição das armadilhas no campo deveria representar adequadamente a distribuição do vetor no espaço geográfico. Para isto, células do reticulado foram selecionadas aleatoriamente, de acordo com um padrão sistemático de repetitividade. Este procedimento foi realizado da seguinte forma: as

células do reticulado foram numeradas em ordem crescente da esquerda para a direita e do norte para o sul; intervalos com o mesmo número de células numeradas seqüencialmente foram definidos de acordo com o número de células do reticulado e com o tamanho da amostra (número de armadilhas que deveriam ser instaladas); finalmente, um único sorteio entre os valores dos intervalos definiu a posição da célula que deveria ser selecionada em cada intervalo. Se o número de células sorteadas extrapolasse o tamanho da amostra, células excedentes seriam eliminadas por critérios de proximidade com outras células ou pela detecção de alguma impossibilidade de instalação. Por questões operacionais, foi feita a divisão das células sorteadas em quatro lotes com distribuição espacial uniforme. A identificação das células foi feita de acordo com a codificação das armadilhas. O esquema a seguir (Figura 14 A, B, C e D) mostra graficamente os resultados dessa metodologia, apresentada para o bairro de Engenho do Meio.

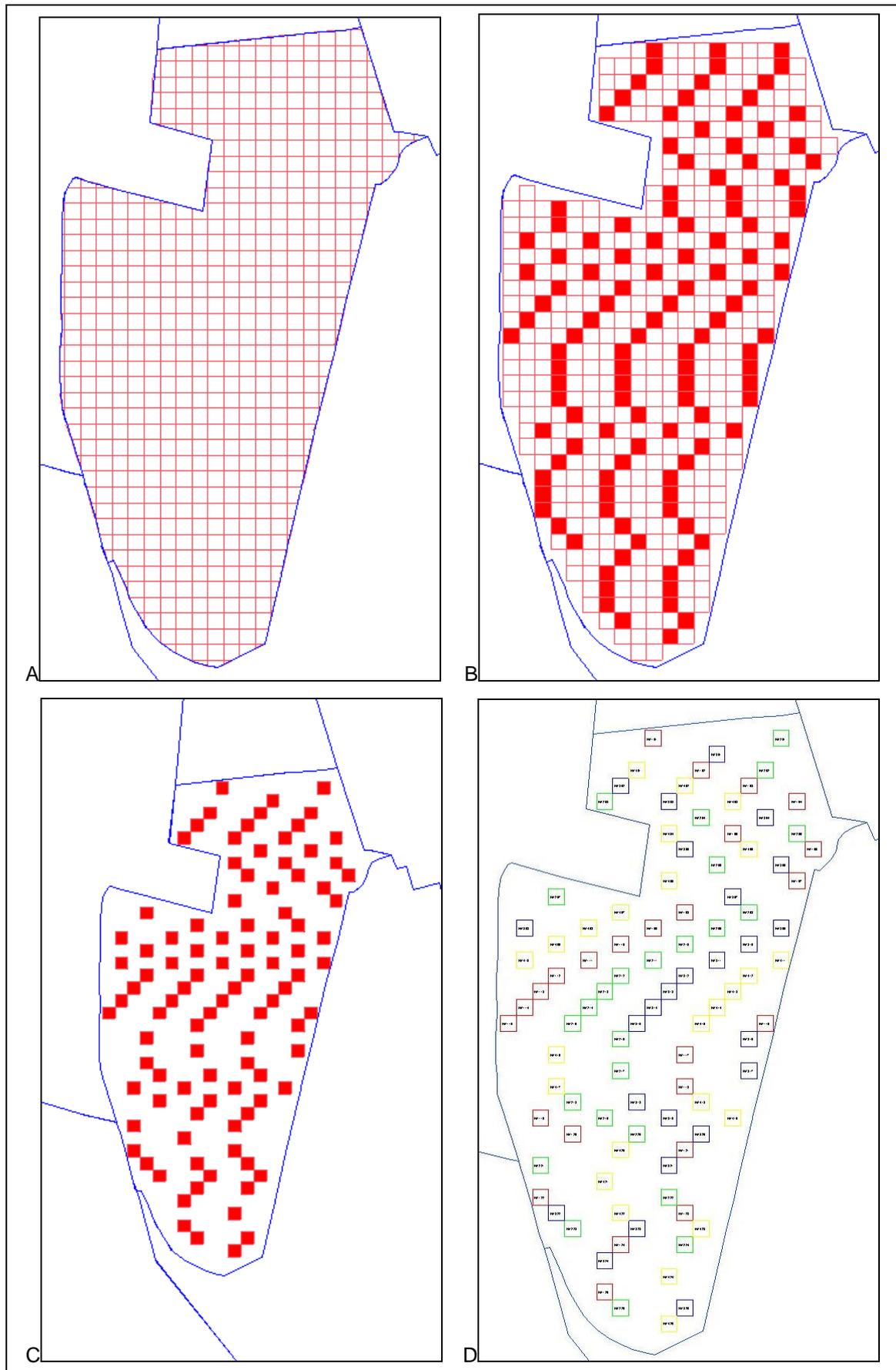


Figura 14 - Esquema sequencial (de A a D) da metodologia de amostragem.
Fonte: elaborado pelo autor.

A figura 14A mostra a grade (com células de 40 x 40 m) para a seleção aleatória das células de Engenho do Meio. Em seguida, a figura 14B mostra o resultado da amostragem, onde foram selecionadas 123 células. Nota-se também a exclusão das células (da borda) com menos de 1600 m². Na Figura 14C, são identificadas as 100 células selecionadas aleatoriamente pelo processo de amostragem. Nesse caso, 23 células foram excluídas com o objetivo de obter 100 possíveis locais para instalação das armadilhas. A exclusão utilizou critérios de contigüidade e impossibilidade visível de instalação das armadilhas. A Figura 14D mostra o resultado final da amostragem, com a separação em quatro lotes de 25 células, distribuídas uniformemente pela área de Engenho do Meio.

No final desta etapa, mapas de cada área de estudo com suas respectivas células de amostragem foram produzidos para direcionar o agente de saúde na identificação do local (residência, escola etc) de instalação das armadilhas bem como para auxiliar na logística dos trabalhos de campo.

As figuras 15, 16, 17, 18 e 19 mostram os resultados das amostragens de todas as áreas de estudo.

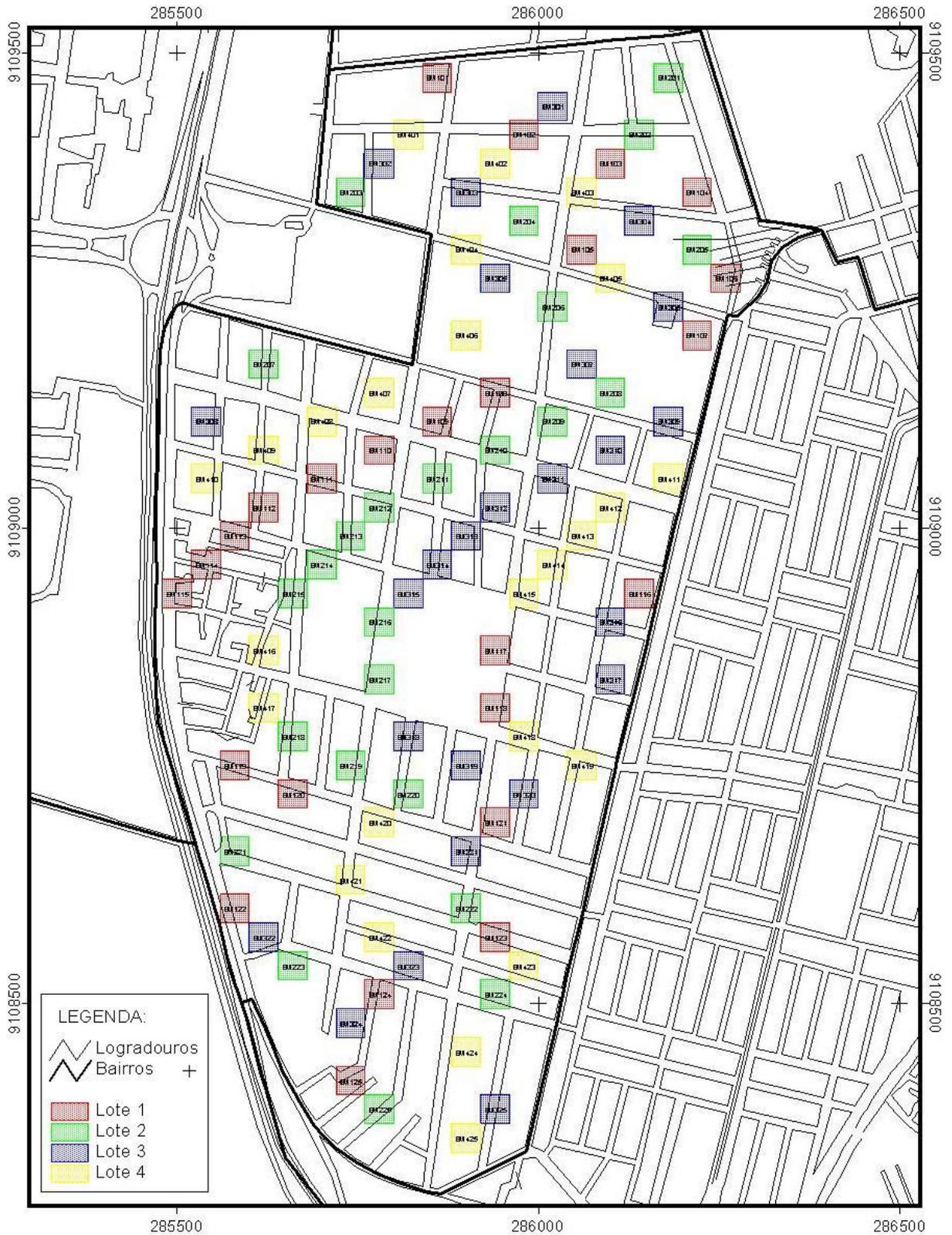


Figura 15 - Amostragem em Engenho do Meio.
Fonte: elaborado pelo autor.

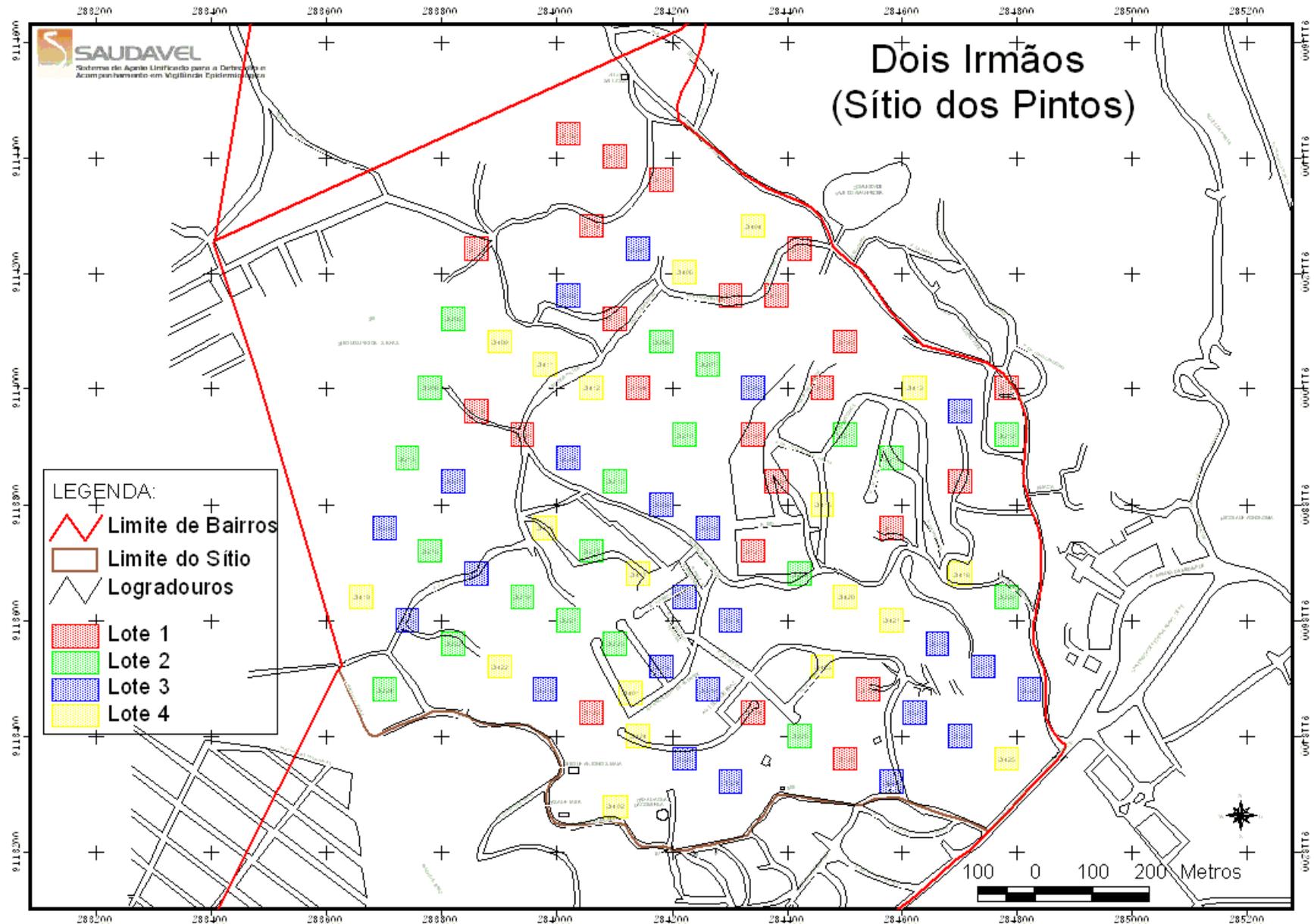


Figura 16 - Amostragem em Dois Irmãos.

Fonte: elaborada pelo autor.



Figura 17 - Amostragem em Morro da Conceição / Alto José do Pinho.
Fonte: elaborada pelo autor.

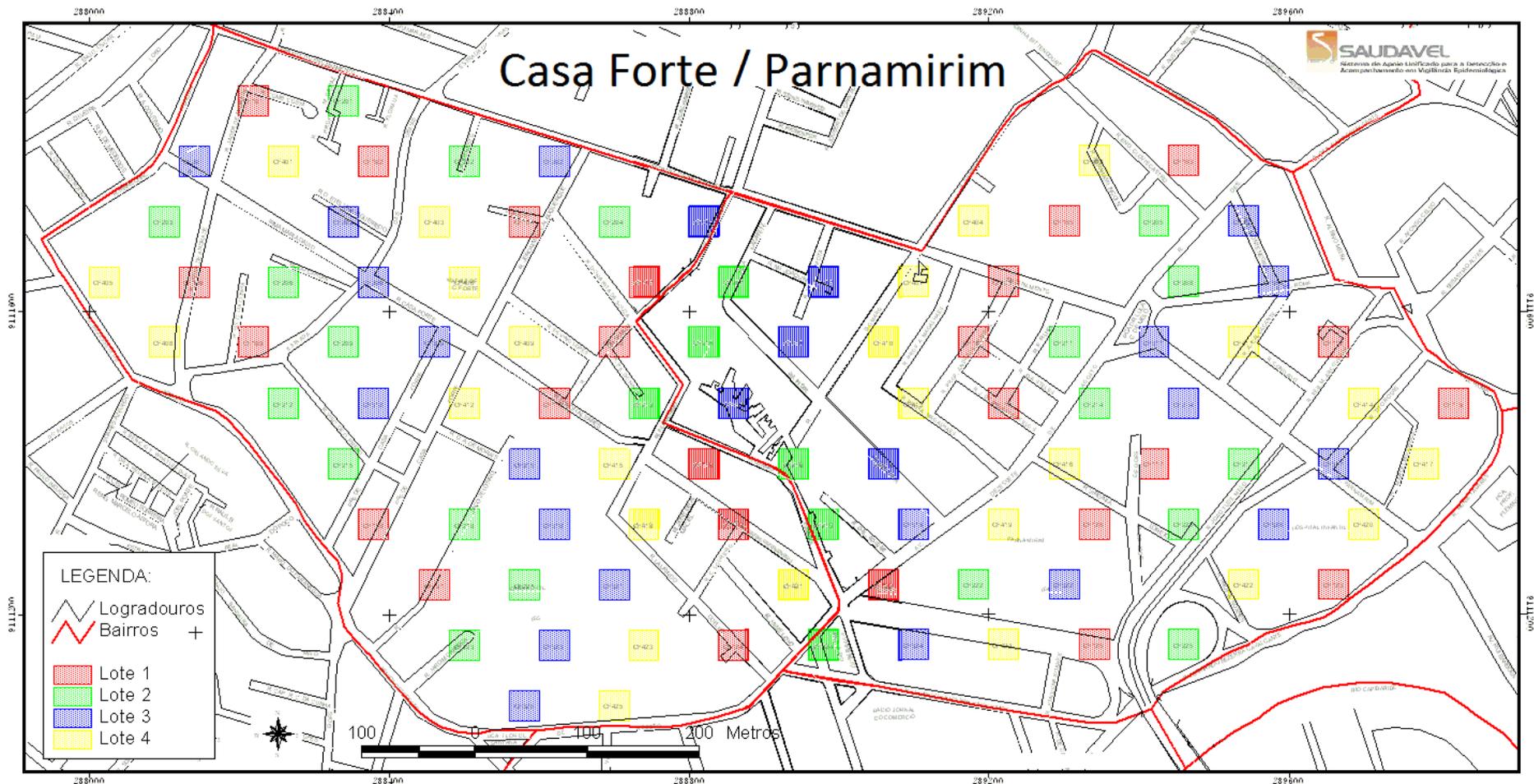


Figura 18 - Amostragem em Casa Forte / Parnamirim.
Fonte: elaborada pelo autor.

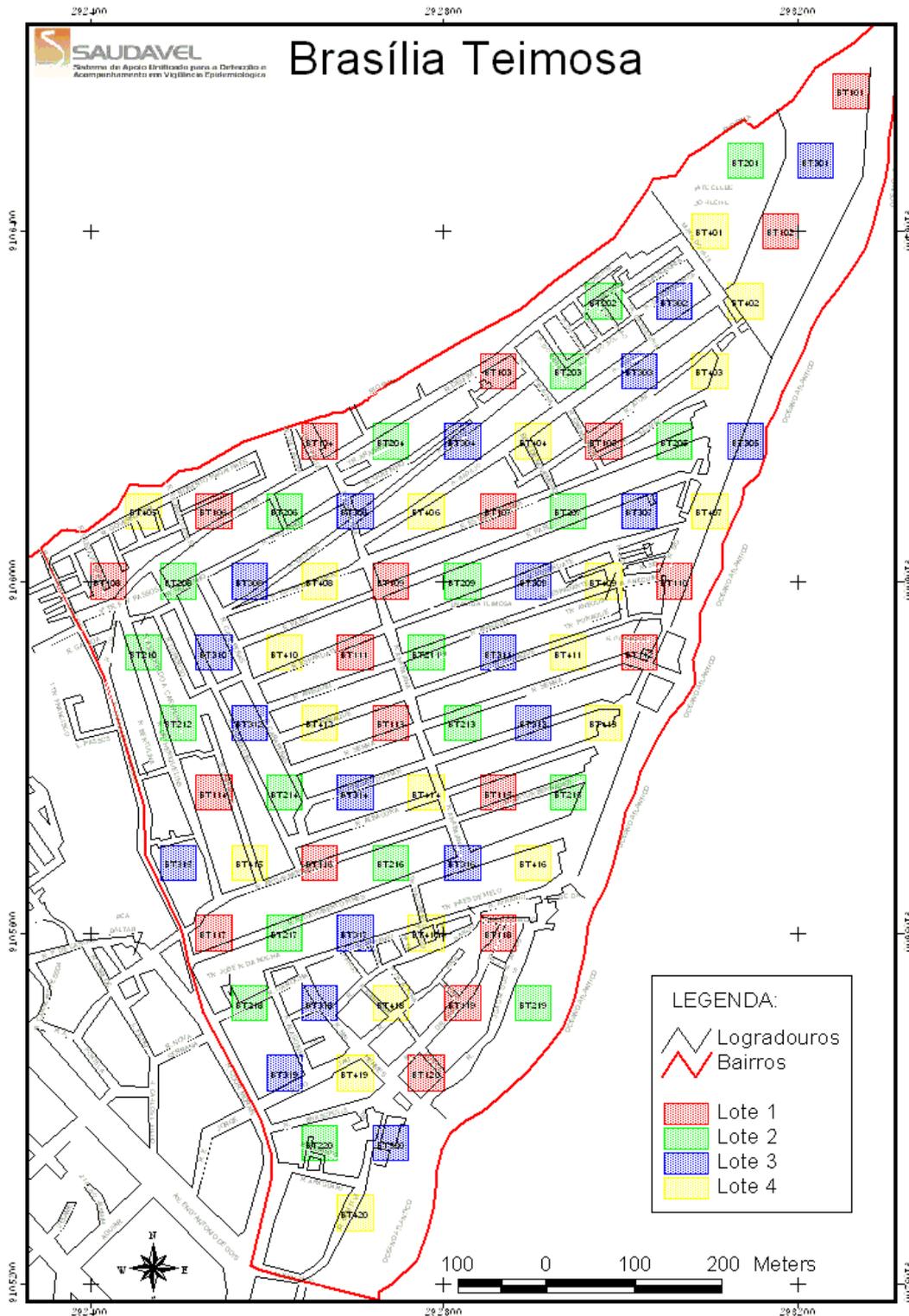


Figura 19 - Amostragem em Brasília Teimosa.
Fonte: elaborada pelo autor.

Os mapas dos sítios com suas respectivas amostragens foram entregues às equipes de campo para auxiliarem na identificação do local adequado para instalação das ovitrampas.

3.2.7 *Desenvolvimento dos boletins de pesquisa de campo*

Variáveis referentes ao local de instalação das armadilhas, do seu entorno, dos pontos estratégicos e das contagens dos ovos foram organizadas em boletins para registro de dados durante o trabalho de campo. Os boletins e suas variáveis podem ser visualizados nos apêndices A, B, C e D deste documento.

3.2.8 *Treinamento das equipes de campo*

Foi realizado um treinamento para apresentação das normas e procedimentos de instalação das ovitrampas, leitura de mapas com identificação dos locais selecionados na amostragem e uso de receptores GPS para o registro das coordenadas do local de instalação da armadilha. Participaram desse treinamento os técnicos (agentes de saúde) responsáveis pela instalação das ovitrampas.

3.2.9 *Instalação das armadilhas e registro de dados*⁷

Nas áreas escolhidas foram distribuídas 465 ovitrampas-sentinelas (OVT-S) nos lugares pré-definidos pela amostragem. Mapas com a distribuição das amostras foram utilizados para ajudar na operação de reconhecimento, em campo, do ponto de instalação (residência, escola etc.). A instalação das armadilhas foi precedida por

⁷ Este subitem foi baseado em Acioli (2006).

visitas domiciliares com o objetivo de esclarecer o morador sobre o trabalho e obter a permissão para realização da pesquisa em seu domicílio. Obtida a permissão do morador, foi feita uma segunda visita, para escolha do local mais adequado para instalação da armadilha. Nessa ocasião, foram preenchidos os boletins de campo com informações sobre aspectos ambientais que poderiam favorecer a criação de mosquitos no domicílio (Apêndice), e registradas as coordenadas geográficas, com auxílio de receptor GPS, após instalação da ovitrampa. Os parâmetros cartográficos dos dados obtidos pelo GPS foram definidos de acordo com os da base cartográfica digital. As coordenadas de cada armadilha ficaram registradas no GPS e também nos formulários de campo, juntamente com as demais informações do local de instalação, inclusive fotografia. Essas informações serviram para caracterizar o território no estudo da associação dos fatores ambientais com a presença do vetor.

Encontram-se relacionados abaixo alguns pontos que foram observados para a instalação correta das armadilhas:

A armadilha deve ser instalada:

- no peridomicílio;
- em local sombreado e não exposto às chuvas;
- em local livre de movimentação constante de pessoas e animais;
- a uma altura de 70 a 100 cm do solo, evitando a colocação no chão, o que aumentaria as chances de acidente;
- próximo a criadouros potenciais existentes no peridomicílio;
- distante de objetos domésticos, tais como: geladeiras, máquinas de lavar, televisores, caixas de ar condicionado, etc;
- distante de bombas d' água, botijões de gás, varal de roupas e outros objetos domésticos de uso constante (ferramentas, brinquedos e etc).

3.2.10 Desenvolvimento da interface para o “povoamento” do banco de dados

Uma interface web foi desenvolvida pela equipe técnica do INPE e da Fiocruz – PE. Através dessa interface foi possível inserir remotamente no banco de dados todas as informações geocodificadas que tinham sido registradas nos boletins

durante a instalação das armadilhas. Os dados de contagem de ovos foram digitados e inseridos, periodicamente, no banco de dados, através dessa interface, permitindo a atualização periódica do banco de dados.

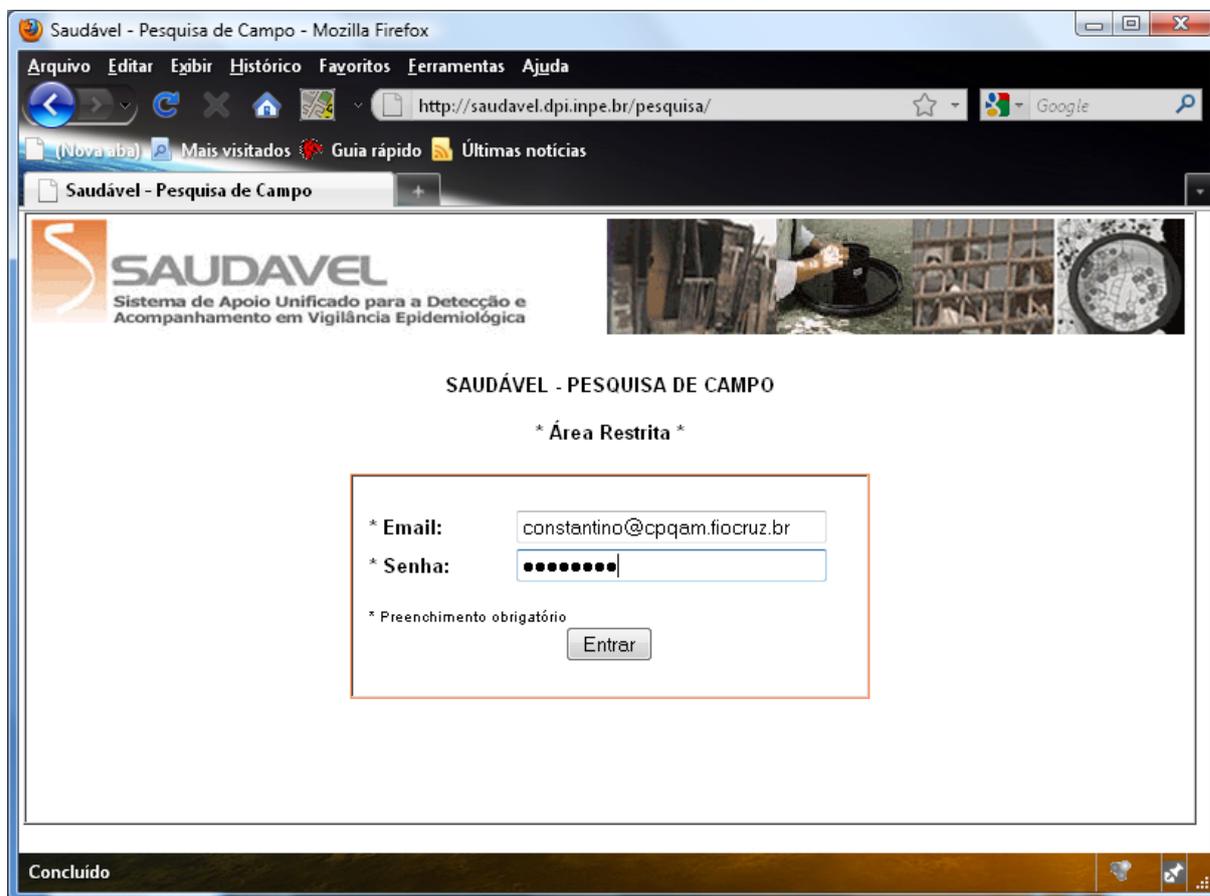


Figura 20 - Página de acesso ao banco de dados.
Fonte: elaborado pelo autor.

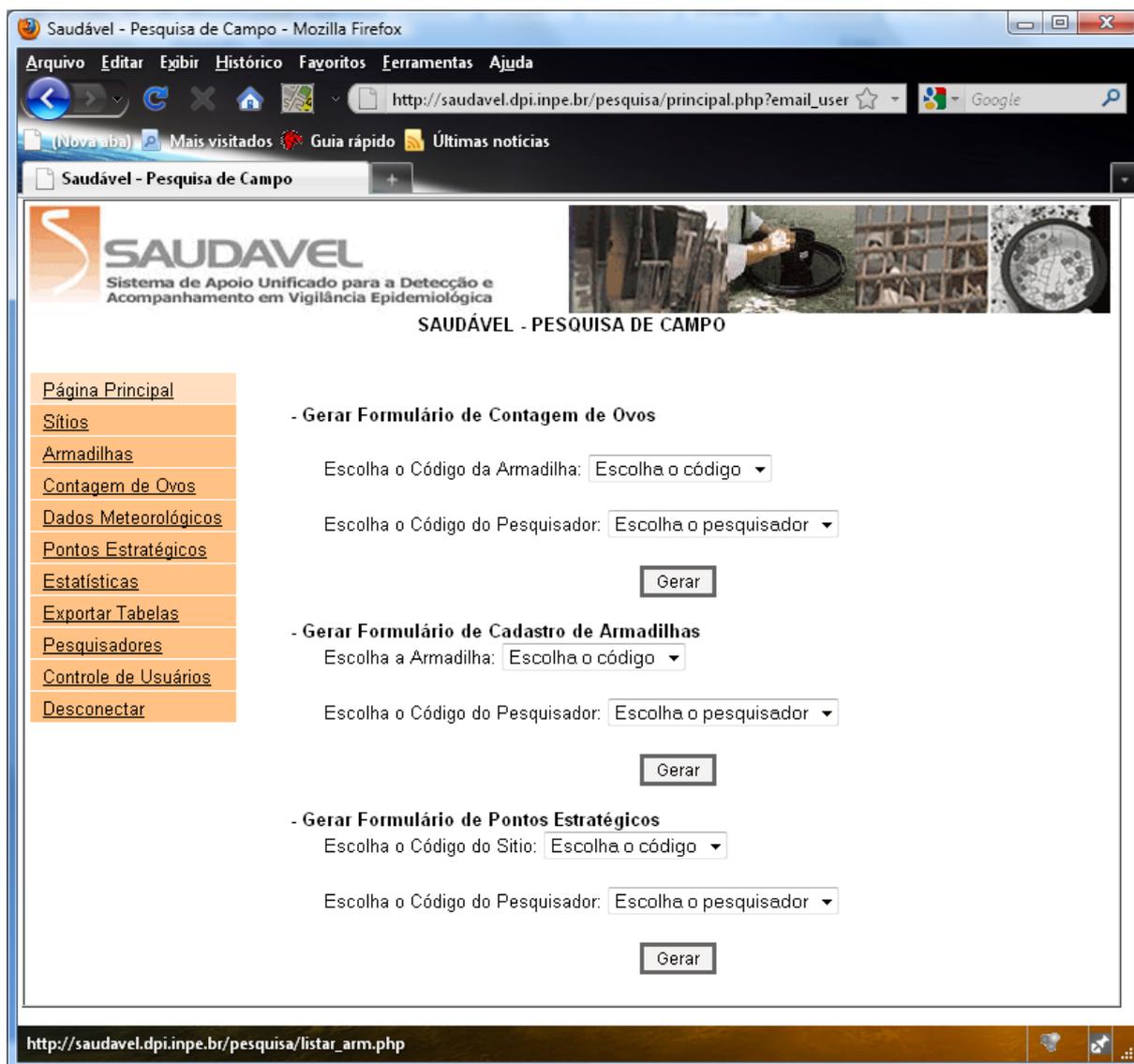
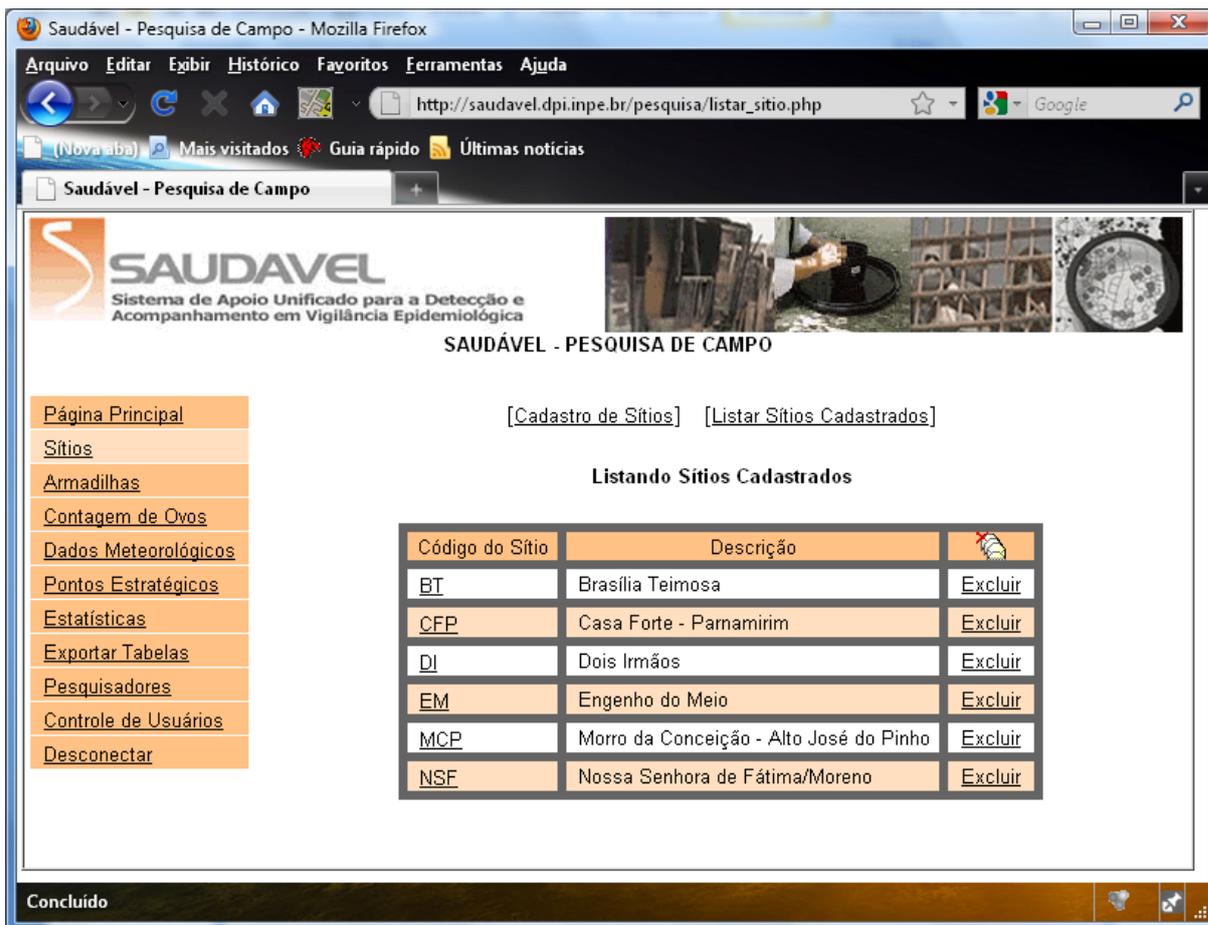


Figura 21 - Página principal da interface.
Fonte: elaborado pelo autor.



The screenshot shows a web browser window titled "Saudável - Pesquisa de Campo - Mozilla Firefox". The address bar displays the URL "http://saudavel.dpi.inpe.br/pesquisa/listar_sitio.php". The page header includes the "SAUDÁVEL" logo and the text "Sistema de Apoio Unificado para a Detecção e Acompanhamento em Vigilância Epidemiológica". Below the header, there are navigation links: "Página Principal", "Sítios", "Armadilhas", "Contagem de Ovos", "Dados Meteorológicos", "Pontos Estratégicos", "Estatísticas", "Exportar Tabelas", "Pesquisadores", "Controle de Usuários", and "Desconectar". The main content area is titled "SAUDÁVEL - PESQUISA DE CAMPO" and contains two links: "[Cadastro de Sítios]" and "[Listar Sítios Cadastrados]". The "Listar Sítios Cadastrados" link is active, displaying a table with the following data:

Código do Sítio	Descrição	
BT	Brasília Teimosa	Excluir
CFP	Casa Forte - Pamamirim	Excluir
DI	Dois Irmãos	Excluir
EM	Engenho do Meio	Excluir
MCP	Morro da Conceição - Alto José do Pinho	Excluir
NSF	Nossa Senhora de Fátima/Moreno	Excluir

The browser's status bar at the bottom shows "Concluído".

Figura 22 - Página de informações sobre os sítios.
Fonte: elaborado pelo autor.

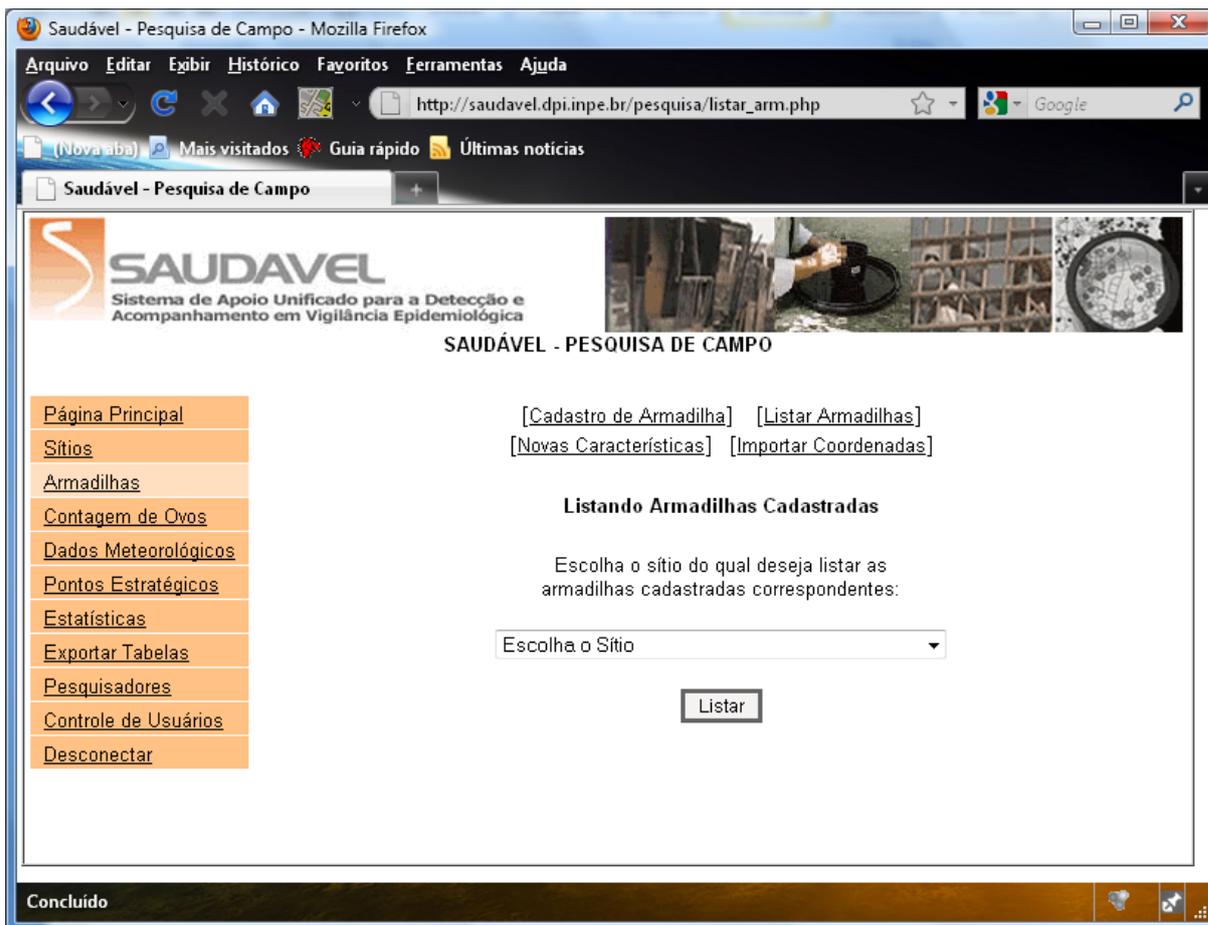


Figura 23 - Página de informações sobre as armadilhas.

Fonte: elaborado pelo autor.

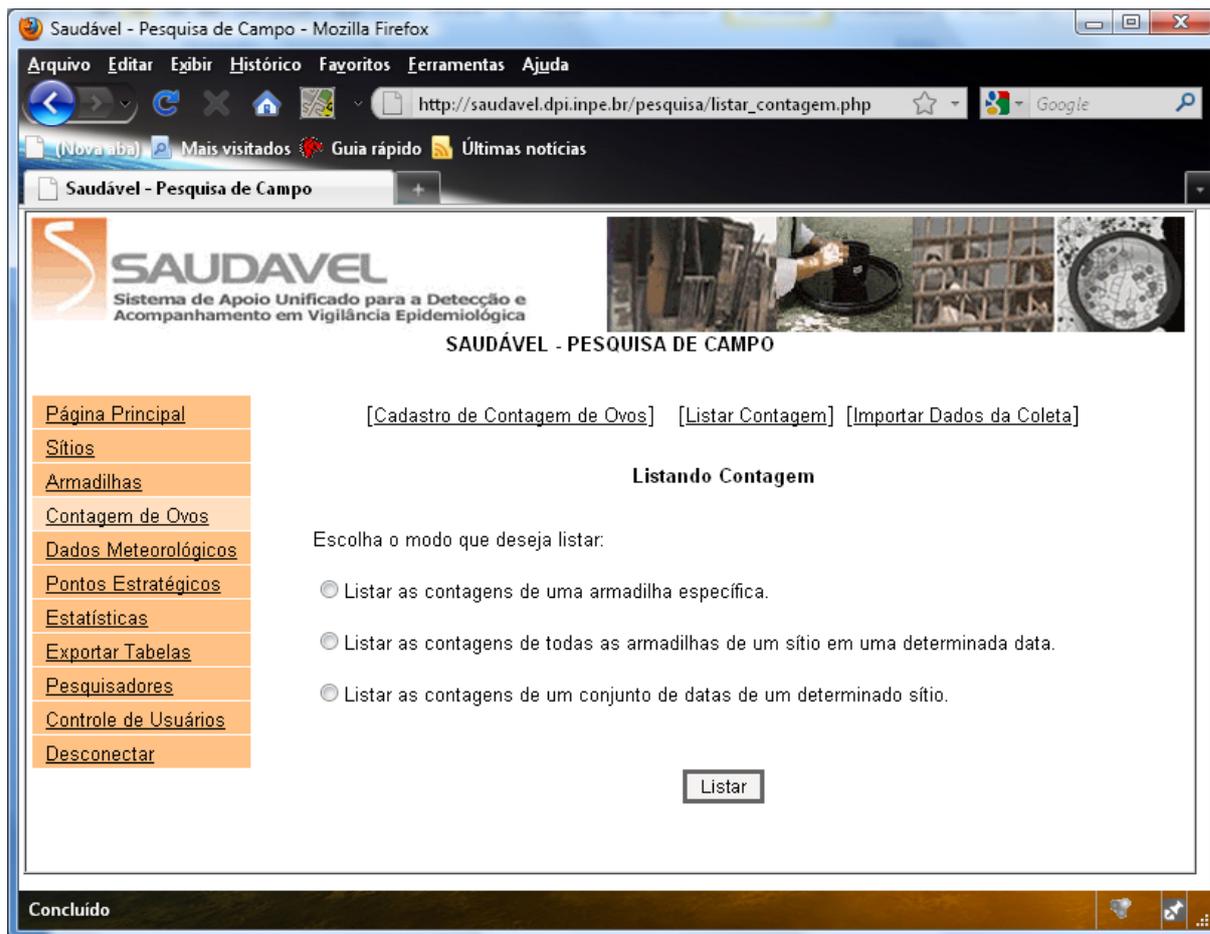


Figura 24 - Página de informações sobre a contagem de ovos.
Fonte: elaborado pelo autor.

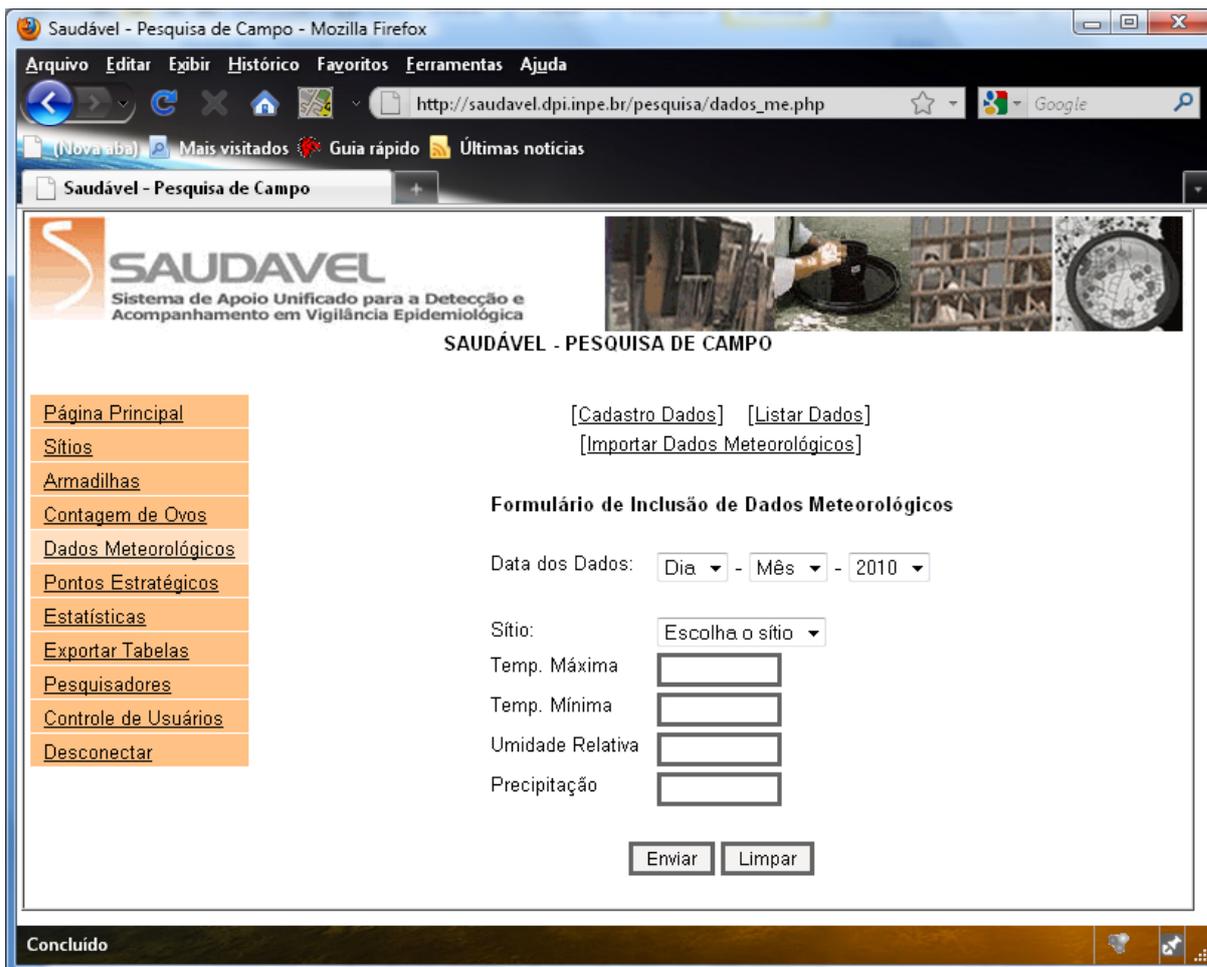


Figura 25 - Página de informações sobre os dados meteorológicos.
Fonte: elaborado pelo autor.

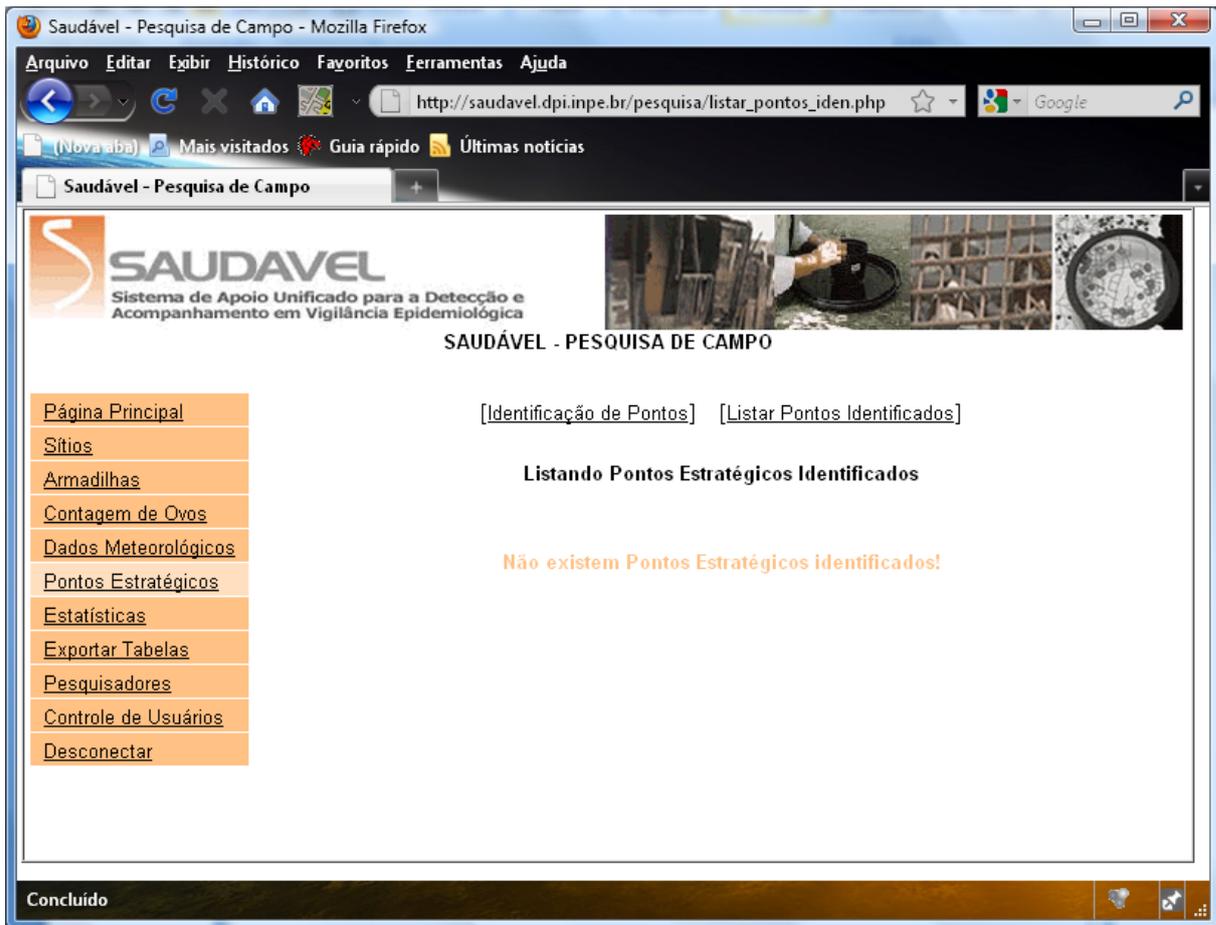
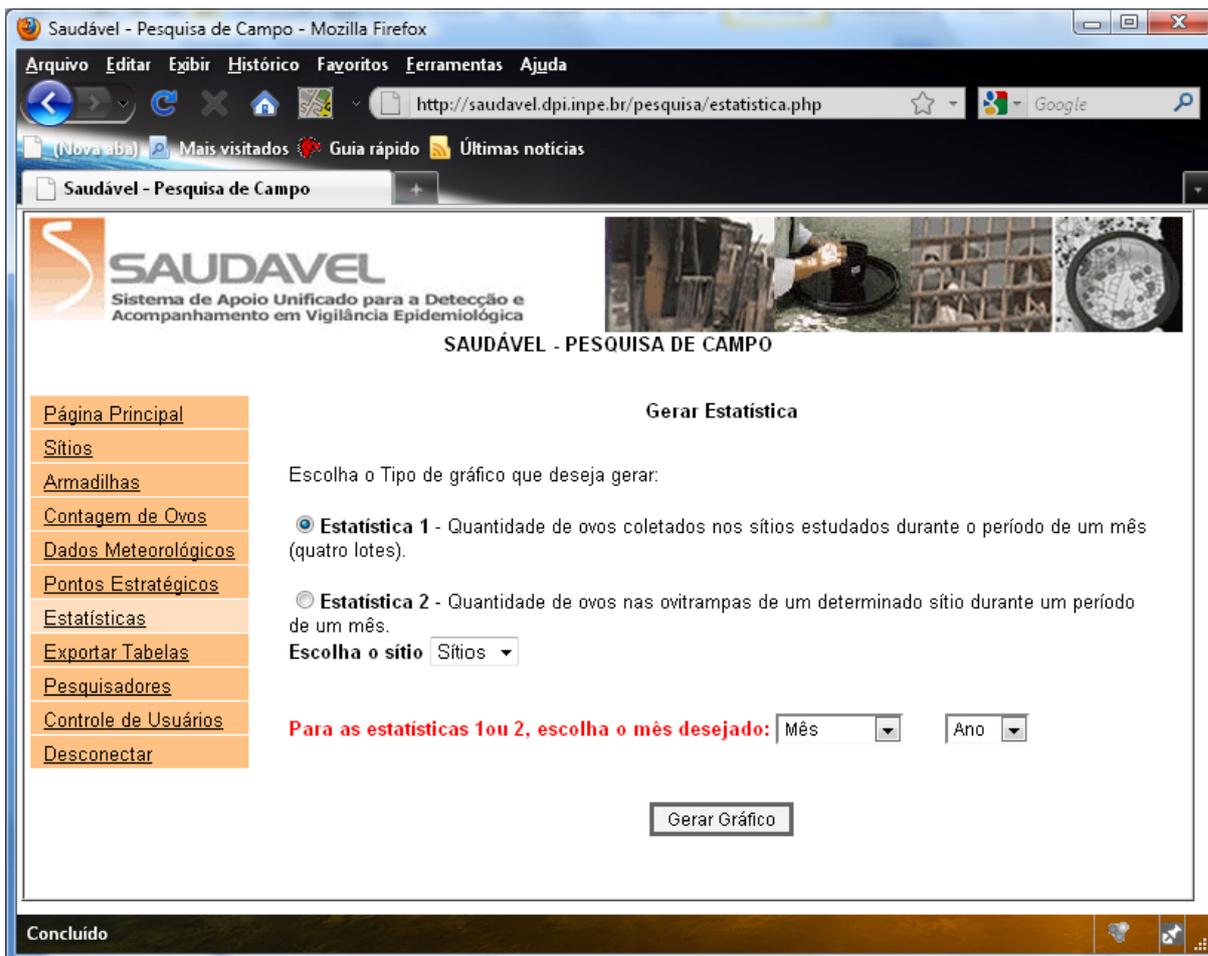


Figura 26 - Página de informações sobre os pontos estratégicos.
Fonte: elaborado pelo autor.



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying the 'Saudável - Pesquisa de Campo' website. The address bar shows the URL 'http://saudavel.dpi.inpe.br/pesquisa/estatistica.php'. The page features a navigation menu on the left with items like 'Página Principal', 'Sítios', 'Armadilhas', 'Contagem de Ovos', 'Dados Meteorológicos', 'Pontos Estratégicos', 'Estatísticas', 'Exportar Tabelas', 'Pesquisadores', 'Controle de Usuários', and 'Desconectar'. The main content area is titled 'SAUDÁVEL - PESQUISA DE CAMPO' and includes a 'Gerar Estatística' section. This section prompts the user to 'Escolha o Tipo de gráfico que deseja gerar:' and offers two options: 'Estatística 1 - Quantidade de ovos coletados nos sítios estudados durante o período de um mês (quatro lotes)' (selected) and 'Estatística 2 - Quantidade de ovos nas ovitrampas de um determinado sítio durante um período de um mês.' Below these options, there is a dropdown menu for 'Escolha o sítio' set to 'Sítios'. A red instruction states 'Para as estatísticas 1 ou 2, escolha o mês desejado:' followed by 'Mês' and 'Ano' dropdown menus. A 'Gerar Gráfico' button is positioned at the bottom of the form. The browser's status bar at the bottom indicates 'Concluído'.

Figura 27 - Página para visualização de gráficos estatísticos sobre a contagem de ovos.
Fonte: elaborado pelo autor.

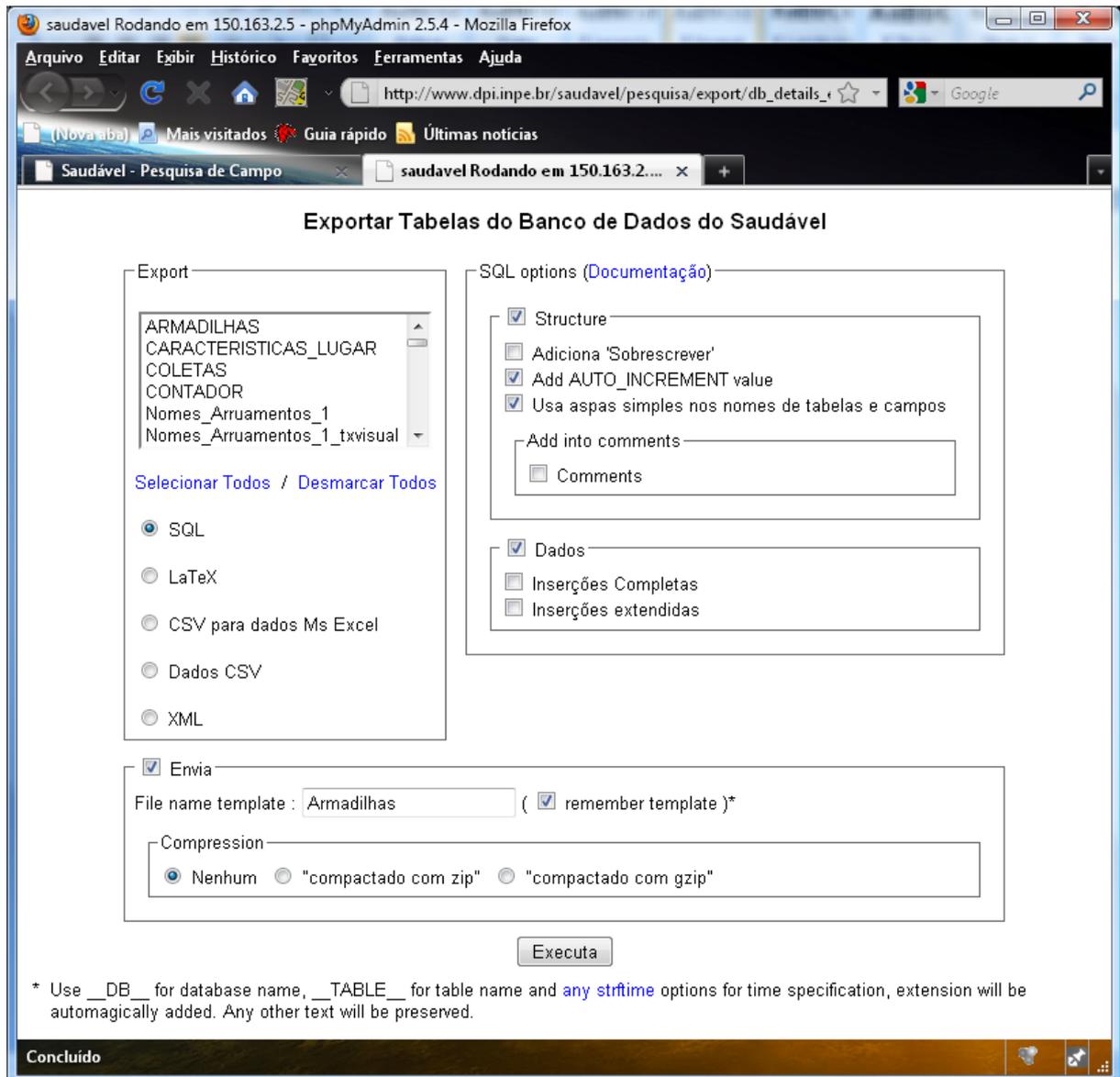


Figura 28 - Página para exportação de tabelas do banco de dados.
Fonte: elaborado pelo autor.



The screenshot shows a web browser window titled "Saudável - Pesquisa de Campo - Mozilla Firefox". The address bar displays the URL "http://saudavel.dpi.inpe.br/pesquisa/listar_pesq.php". The page header includes the "SAUDÁVEL" logo and the text "Sistema de Apoio Unificado para a Detecção e Acompanhamento em Vigilância Epidemiológica". Below the header, there are navigation links: "[Cadastro de Pesquisadores]" and "[Listar Pesquisadores Cadastrados]". The main content area is titled "Listando Pesquisadores Cadastrados" and contains a table with the following data:

Código do Pesquisador	Nome	
111-4	Givan Leite dos Santos	Excluir
111-7	Joel Pereira do Nascimento	Excluir
44910-5	Alberto Carlos Freire da Fonseca	Excluir
4493100	Claudiane Socorro Teixeira	Excluir
44944000	Eli Maria Ramos da Silva	Excluir
449454	Eliane Maria F. da Silva	Excluir
44951-1	Enéas J. de Santana	Excluir
449640	Gustavo Lyra de Melo	Excluir
449689	Jacqueline Santos P. da Silva	Excluir
449860	Manuella Silva	Excluir
450029	Raphael de França Bezerra	Excluir
450048	Renata Celli P. da Silva	Excluir
450234	Wagner Bastos	Excluir
45151-8	Wilson Salin C. Júnior	Excluir

On the left side of the page, there is a vertical menu with the following items: [Página Principal](#), [Sítios](#), [Armadilhas](#), [Contagem de Ovos](#), [Dados Meteorológicos](#), [Pontos Estratégicos](#), [Estatísticas](#), [Exportar Tabelas](#), [Pesquisadores](#), [Controle de Usuários](#), and [Desconectar](#). The browser's status bar at the bottom shows "Concluído".

Figura 29 - Página de informações sobre pesquisadores envolvidos com a contagem de ovos.
Fonte: elaborado pelo autor.

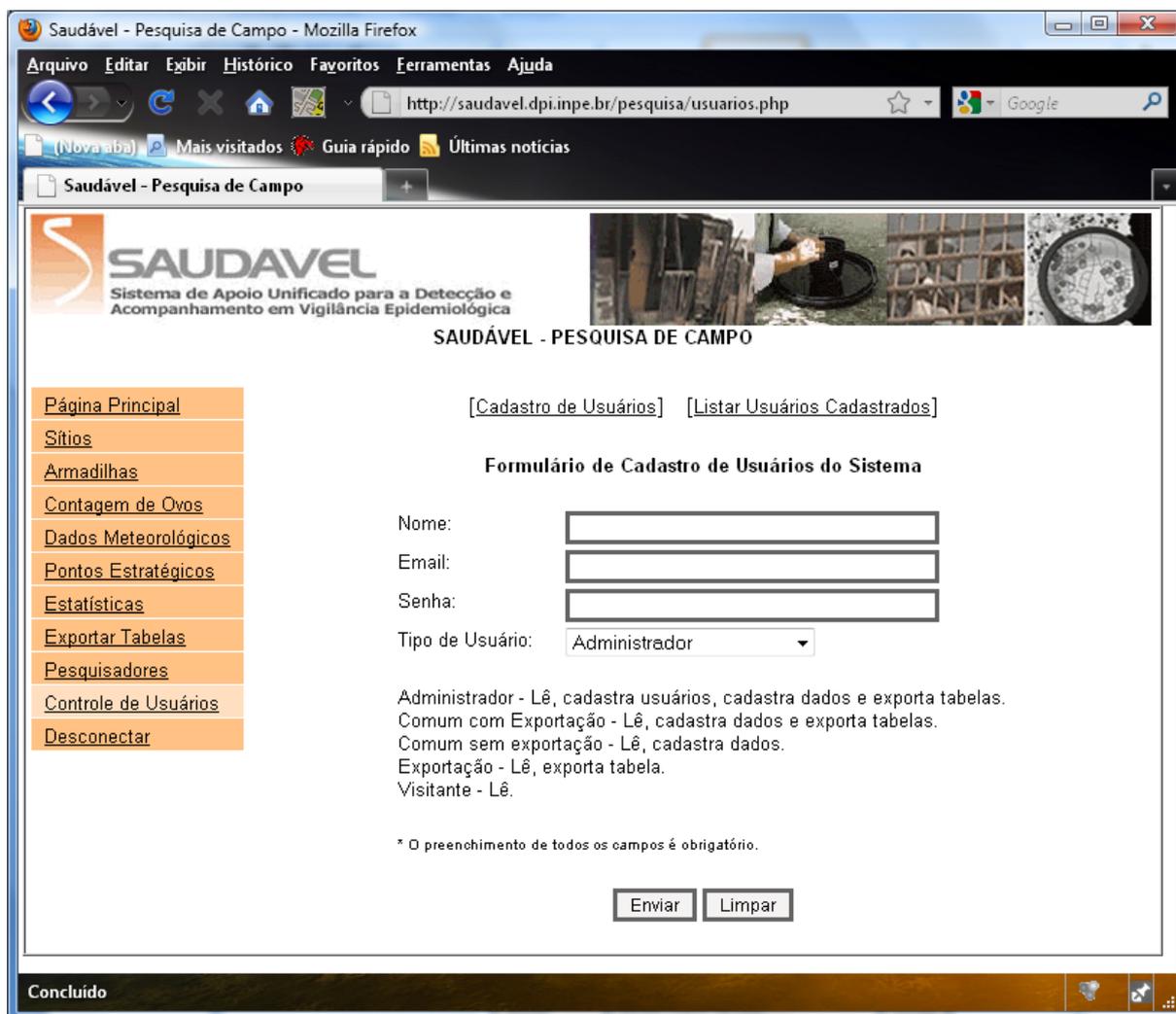


Figura 30 - Página de controle de usuários que acessam o banco de dados.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.3 Análises

Em todos os sítios, análises sistemáticas do número de ovos coletados pelas ovitrampas sentinela foram feitas para verificar a distribuição espacial e temporal do vetor nos espaços urbanos. As análises foram executadas pelo aplicativo geográfico gratuito TerraView, através do estimador de intensidade Kernel.

A análise apresentada a seguir, como exemplo, refere-se a um estudo realizado em Brasília Teimosa sobre 13 recuperações de ovos, sendo a primeira, entre os dias 27/04 e 18/05/2004, e a última, entre 29/03 e 19/04/2005. Os

resultados desta análise (mapas de densidades de ovos) são apresentados na Figura 31.

Observando os resultados foi possível identificar que o período de menor coleta de ovos foi registrado entre os dias 07 e 28/12/2004. Dois picos de maior densidade foram detectados no intervalo de 22/06 a 13/07/2004 e de 01/02 a 22/03/2005. As áreas de maior intensidade de infestação vetorial foram identificadas nos mapas tanto no período de menor coleta quanto nos períodos de pico, não demonstrando diferenças importantes. Esse resultado aponta regiões dentro do bairro que devem ser prioritárias para a intensificação das atividades de controle. Esse fato também é confirmado pelo mapa representativo da intensidade total de ovos coletados no bairro, ao longo de um ano.

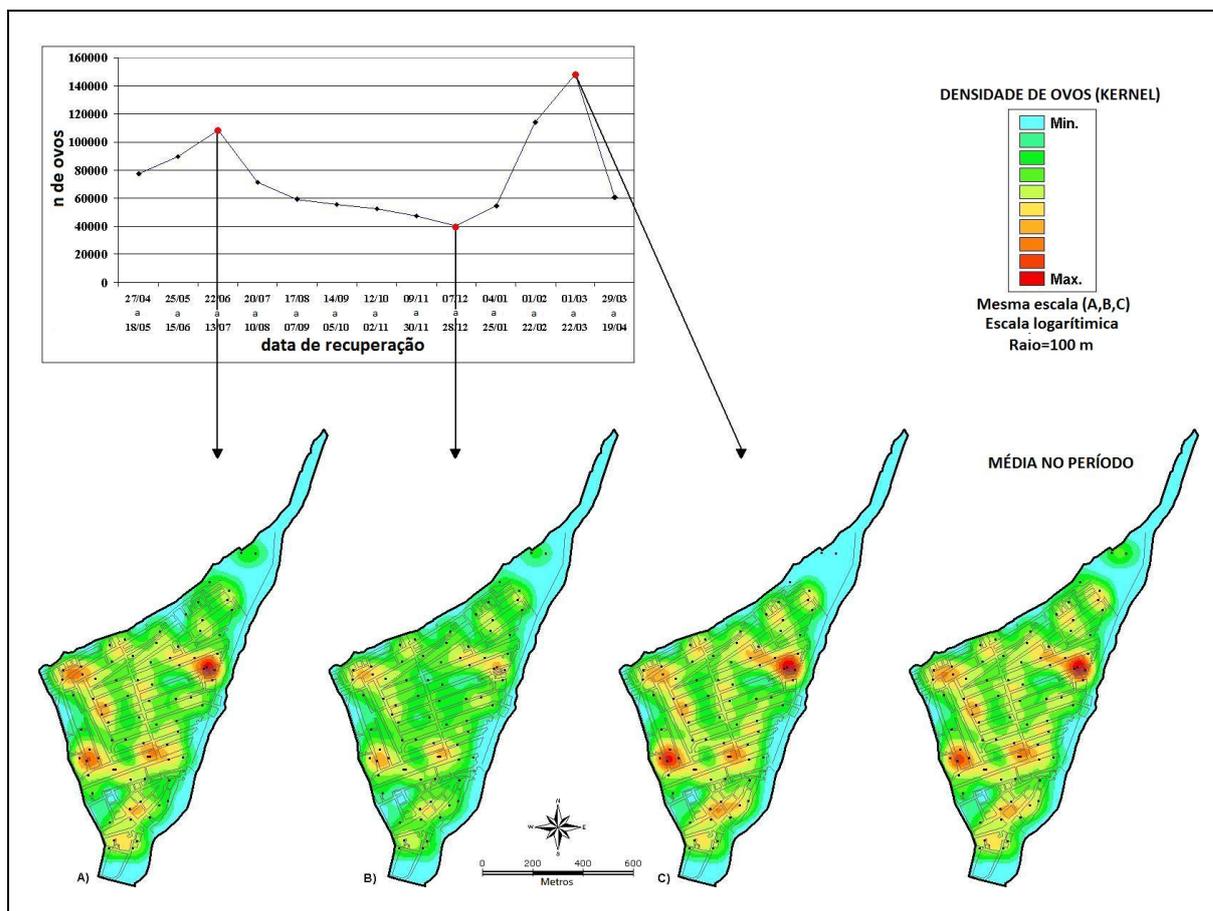


Figura 31 – Densidades de ovos coletados em Brasília Teimosa nos períodos de maior (A e C) e de menor (B) coleta, através do estimador de intensidade de Kernel.

Fonte: elaborado pelo autor.

3.4 Intervenções apoiadas pelas análises

Um conjunto de intervenções integradas para controle populacional do vetor foi planejado com base nos resultados das análises espaciais (REGIS *et al.*, 2009). As ações de controle se basearam na remoção e incineração em massa de ovos nos momentos priorizados segundo os dados de vigilância, experimentalmente em duas áreas de estudo (EM e CFP) (REGIS *et al.*, 2009).

4. EXPERIÊNCIA EM SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE

4 EXPERIÊNCIA EM SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE

4.1 Principais aspectos do município⁸

Santa Cruz do Capibaribe está localizada na mesorregião do Agreste Pernambucano, microrregião do Alto Capibaribe. A sede do município localiza-se a 7° 57' 25" S e 36° 12' 18" W, a 175 Km do Recife. De acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010, o município possui 82.649 habitantes e se destaca por apresentar um crescimento populacional de 40% entre os anos 2000 e 2010 (IBGE, 2010). De acordo com os mesmos dados, o município pode ser classificado como o terceiro com maior crescimento populacional de Pernambuco e como o terceiro mais populoso do Agreste Pernambucano. Com uma área territorial de 335,5 km² e uma altitude 438 metros, possui um relevo ondulado, predominante do Planalto da Borborema, onde se localiza. A zona urbana abriga 97% da população total residente, estando em meio a um pequeno vale neste planalto, dificultando assim, a passagem das massas de ar úmidas, vindas do Oceano Atlântico. A vegetação nativa consiste em caatinga hiperxerófila e o clima é o tropical seco. Tem como municípios limítrofes Norte: Barra de São Miguel-PB, Sul: Brejo da Madre de Deus e Jataúba-PE; Leste: Taquaritinga do Norte-PE; Oeste: Jataúba-PE e São João do Cariri-PB.

Santa Cruz do Capibaribe tem como principais atividades econômicas a Indústria e o Comércio, sendo conhecida como a Capital da Sulanca⁹ ou Capital das Confecções. A cidade abriga milhares de pequenas microempresas têxteis, que fabricam e exportam roupas para todo o país. Ocorre nela, toda semana, a feira da "Sulanca", cujo intenso comércio proporciona empregos para milhares de pessoas. Nesse cenário, os sulanqueiros como são chamados os comerciantes da Sulanca, vendem os produtos das suas confecções tanto para pequenos compradores quanto para grandes lojistas.

⁸ Este subitem foi baseado em Ribeiro, 2010.

⁹ Sulanca é um neologismo criado na cidade de Santa Cruz do Capibaribe na década de 60 do século passado para designar a confecção, geralmente feita de retalhos de helanca (tecido da moda nessa época) vinda do Sul do país.

Apesar de possuir o quarto menor índice de pobreza entre os 184 municípios de Pernambuco (IBGE, 2000), a cidade possui sérios problemas estruturais devidos, principalmente, ao seu crescimento populacional desordenado: abastecimento irregular de água - o que ocasiona a necessidade do seu armazenamento nos mais variados tipos de depósitos; rede de esgoto deficiente e coleta insuficiente dos resíduos sólidos. Estas Situações geram condições favoráveis à proliferação do mosquito *Aedes aegypti*.

Grande parte das residências é transformada em unidades de produção, com costureiros e costureiras que confeccionam suas peças e as vendem para todos os estados do país (SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE, 2008).

O Programa Municipal do Controle da Dengue (PMCD) é composto por 33 Agentes de Campo, 1 Laboratorista, 2 Educadoras, 3 Supervisores, e 1 Coordenador. Atualmente 35.087 imóveis estão cadastrados no Sistema de Informações do PNCD/PMCD (SISFAD), destes, cerca de 16.000 são residenciais.

4.2 Descrição do experimento

4.2.1 Levantamento, obtenção e padronização de dados cartográficos digitais

Considerando o esquema conceitual apresentado na Figura 6 (item 2.3), foi feito um levantamento que permitiu identificar algumas instituições que pudessem disponibilizar, sem custo, informações cartográficas digitais de Santa Cruz do Capibaribe. Os dados foram obtidos em formatos diferentes e alguns deles precisaram ser manipulados e convertidos antes de serem importados para o BDG.

O município de Santa Cruz do Capibaribe possui e disponibilizou sem burocracias um conjunto amplo de informações cartográficas. Para compor a base cartográfica, selecionamos mapas contendo o limite das quadras, equipamentos urbanos, além das malhas hidrográfica (drenagem) e viária. Estes dados estavam no formato dxf/dwg (AutoCAD) e foram convertidas para shapefile (ArcView).

Através do Agregado de Setores Censitários dos Resultados do Universo do Censo Demográfico 2000, elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE), foram adquiridas também as informações descritivas dos setores censitários e a base cartográfica digital da sede do município disponibilizada pelo IBGE, contendo a respectiva malha dos setores censitários. Estes dados, no entanto, não foram utilizados para compor a nossa base cartográfica devido a incompatibilidades de posição, forma ou escala.

Imagens HRC-CBERS da região foram obtidas gratuitamente no catálogo de imagens do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). Parte dessas imagens tinha nuvens que prejudicavam a visualização total da área e, por isso, foi necessário procurar outras imagens com menor cobertura de nuvens e com alta resolução espacial. Uma alternativa encontrada foi a captura, georreferenciamento e registro do mosaico de imagens do Google maps (maps.google.com.br). Esse procedimento é um tanto complexo porque não existem ferramentas no Google maps que permitam exportar imagens com seus respectivos parâmetros cartográficos. Essas imagens auxiliaram no reconhecimento e delimitação da área de estudo, na identificação dos locais de instalação das armadilhas e na análise do território através da confecção de novos mapas.

4.2.2 Georreferenciamento

Foi preciso fazer o georreferenciamento das imagens de satélites obtidas para Santa Cruz do Capibaribe. Este procedimento foi realizado para diminuir os erros de posicionamento, permitindo combinar as duas imagens de Santa Cruz do Capibaribe sobre as malhas digitais. Foi importante também porque deixou a base cartográfica pronta para realizar futuros estudos multi-temporais em que sejam usadas imagens de satélites tomadas em épocas distintas. Estes procedimentos foram realizados no SPRING (www.dpi.inpe.br/spring).

4.2.3 Definição da área de estudo

Em Santa Cruz do Capibaribe, parte da zona urbana do município foi delimitada e selecionada como área de estudo (Figura 32). Este procedimento foi feito no SPRING através da interpretação visual de imagens de satélites.

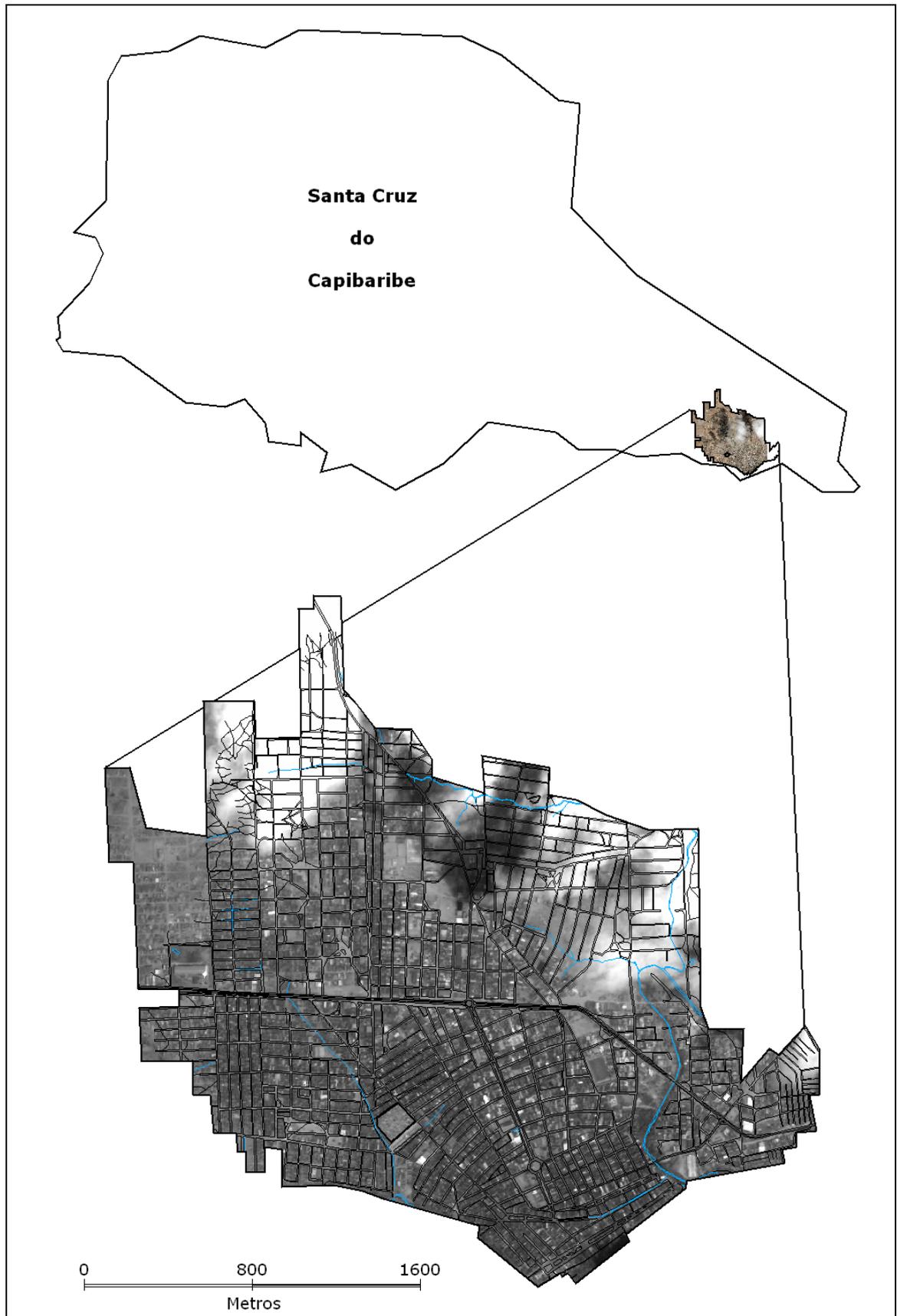


Figura 32 - Área de estudo em Santa Cruz do Capibaribe, correspondendo a área urbana do município. Imagem pancromática do sensor HRC - CBERS 2B.
Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.4 Adequação do modelo de dados do BDG

Foram feitos pequenos ajustes no modelo de dados do BDG de Santa Cruz do Capibaribe devido, principalmente, à disponibilidade dos dados obtidos e aos propósitos do projeto. O esquema final da modelagem é mostrado na Figura 33.

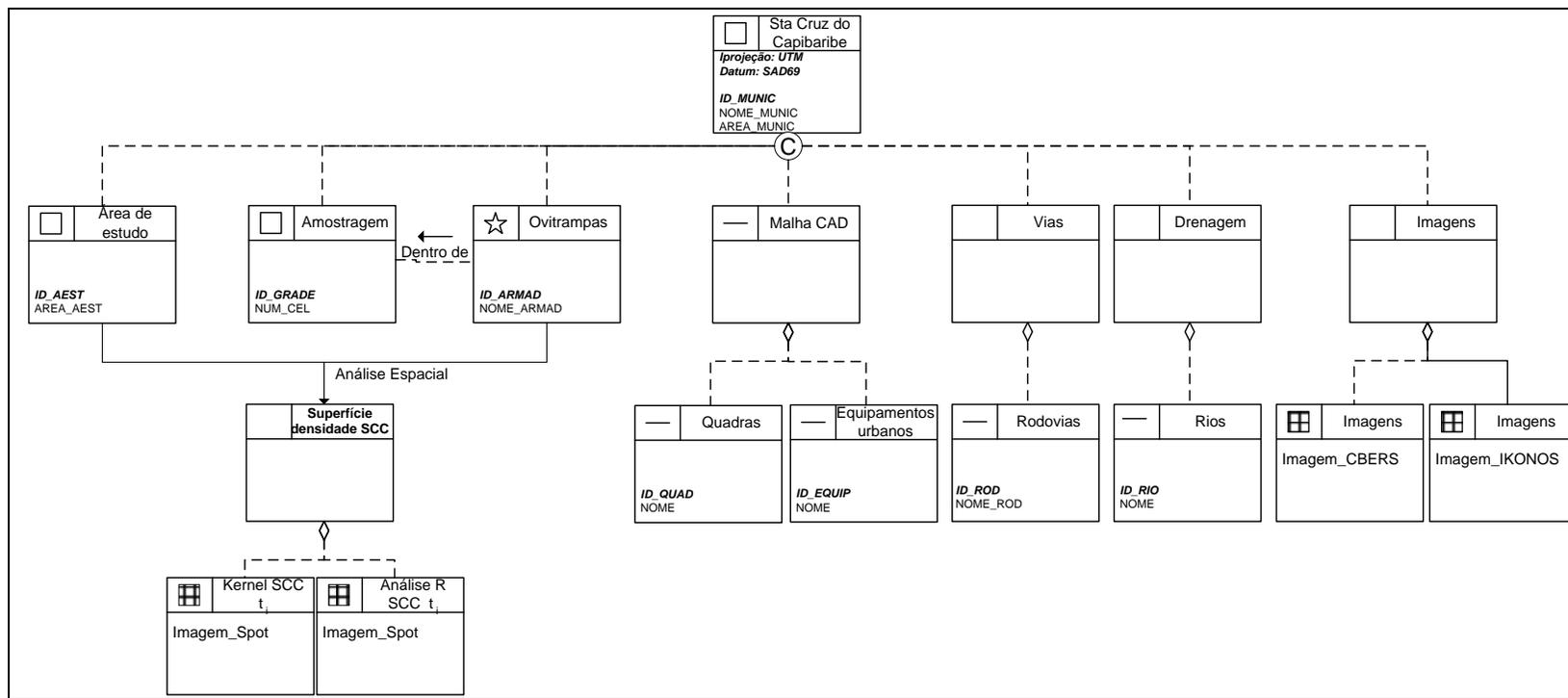


Figura 33 - Esquema da modelagem do BDG para o monitoramento e controle do vetor da dengue em Santa Cruz do Capibaribe.
 Fonte: elaborado pelo autor.

4.2.5 Criação do banco de dados geográficos

Com auxílio do aplicativo TerraView, foi criado um banco de dados geográficos (SGBD MySQL), permitindo a importação dos mapas da base cartográfica digital, das imagens de satélites e das demais informações espaço-temporais que foram adquiridas nas etapas posteriores.

4.2.6 Definição do tamanho da amostra e identificação dos locais de instalação das ovitrampas

Na área de estudo de Santa Cruz do Capibaribe foram instaladas 524 armadilhas de oviposição (ovitrampas) para o monitoramento da população de culicídeos vetores da dengue.

O tamanho dessa amostra foi calculado pelo ajuste de uma função logística (Figura 34) que levou em consideração os seguintes parâmetros: 10 armadilhas para lugares com densidades muito baixas (100 ou menos domicílios por Km²), 100 armadilhas para lugares com densidade intermediária (aproximadamente 3.000 domicílios por Km²), e um limite superior de 200 armadilhas para áreas com densidade de domicílios muito alta (REGIS *et al.*, 2009). A equação que descreve esta função é dada por:

$$Y = \frac{1}{\frac{1}{u} + b_0 \times b_1^X}$$

onde Y é o número de armadilhas da amostra, u é o limite superior, X é o número médio de domicílios por km², e b_0 e b_1 são os parâmetros estimados pelo modelo.

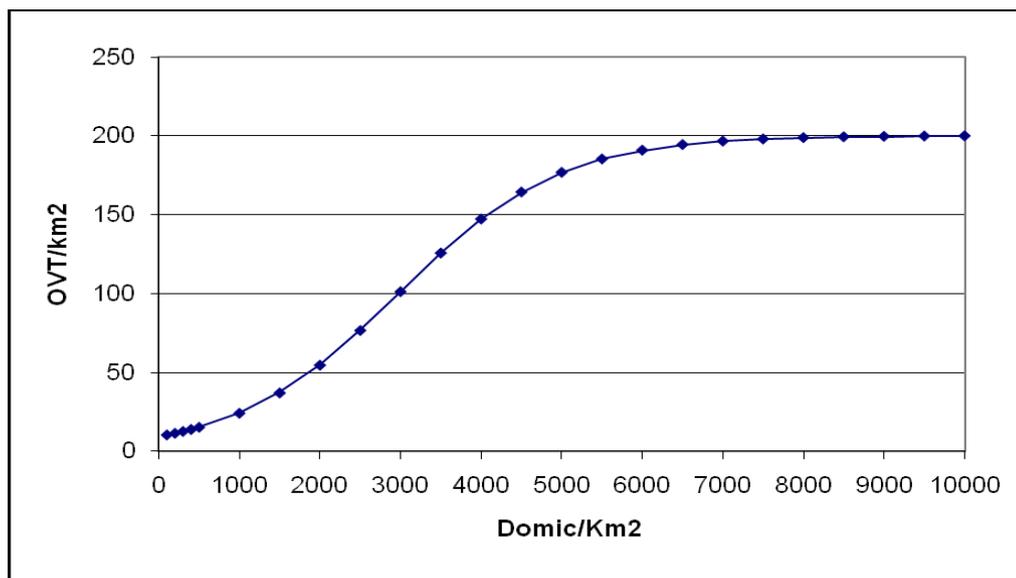


Figura 34 - Função logística que descreve o número de ovitrampas que devem ser instaladas em uma área.

Fonte: Regis *et al.* (2009).

A distribuição espacial dessas armadilhas nas áreas de estudo foi baseada em uma metodologia de amostragem desenvolvida para pré-definir, de forma aleatória, os possíveis locais para instalação das ovitrampas. Essa metodologia utilizou um esquema amostral, representado cartograficamente por um reticulado de células de 40 x 40 m. Diferente do procedimento executado no Recife, aqui foram consideradas tanto as células integralmente inseridas no limite da área de estudo como aquelas de borda com mais de 800 m² (mais da metade da área de uma célula inteira).

Nesta metodologia, a disposição das armadilhas no campo deveria representar adequadamente a distribuição do vetor no espaço geográfico. Para isto, células do reticulado foram selecionadas aleatoriamente, de acordo com um padrão sistemático de repetitividade. Este procedimento foi realizado da seguinte forma: as células do reticulado foram numeradas em ordem crescente da esquerda para a direita e do norte para o sul; intervalos com o mesmo número de células numeradas seqüencialmente foram definidos de acordo com o número de células do reticulado e com o tamanho da amostra (número de armadilhas que deveriam ser instaladas); finalmente, um único sorteio entre os valores dos intervalos definiu a posição da célula que deveria ser selecionada em cada intervalo. Se o número de células sorteadas extrapolasse o tamanho da amostra, células excedentes seriam eliminadas por critérios de proximidade com outras células ou pela detecção de

alguma impossibilidade de instalação. Por questões operacionais, foi feita a divisão das células sorteadas em dois lotes com distribuição espacial uniforme. A identificação das células foi feita de acordo com a codificação das armadilhas.

No final desta etapa, mapas do município com suas respectivas células de amostragem foram produzidos para direcionar o agente de saúde na identificação do local (residência, escola etc) de instalação das armadilhas bem como para auxiliar na logística dos trabalhos de campo.

4.2.7 *Treinamento das equipes de campo*

Foi realizado um treinamento para definição das normas e procedimentos de instalação das ovitrampas, leitura de mapas com identificação dos locais selecionados na amostragem e uso de receptores GPS para o registro das coordenadas do local de instalação da armadilha. Participaram desse treinamento os técnicos (agentes de saúde) responsáveis pela instalação das ovitrampas.

4.2.8 *Instalação das armadilhas e registro de dados*

Mapas do município com suas respectivas células de amostragem foram entregues às equipes de campo para auxiliar na identificação do local adequado para instalação das ovitrampas. De acordo com o esquema amostral, foram instaladas no município 524 armadilhas. Porém, devido a questões operacionais, somente as 262 armadilhas do lote 1 foram monitoradas. Durante a instalação, informações sobre a localização (endereço) da armadilha foram registradas em boletins. Com auxílio de receptores GPS, os agentes de saúde treinados registraram as coordenadas do local de instalação das armadilhas. Os parâmetros cartográficos dos dados obtidos pelo GPS foram definidos de acordo com os da base cartográfica digital. As coordenadas de cada armadilha ficaram registradas no GPS e também no boletim de campo, juntamente com as demais informações do local de instalação.

Essas informações serviram para caracterizar o território no estudo da densidade do vetor.

4.2.9 “Povoamento” do banco de dados

Os dados de contagem de ovos foram digitados e inseridos, periodicamente, no BDG, através do aplicativo geográfico TerraView.

4.3 Análises

Análises sistemáticas do número de ovos coletados pelas ovitrampas sentinela foram feitas para verificar a distribuição espacial e temporal do vetor nos espaços urbanos. Estas análises foram executadas pelo aplicativo geográfico TerraView, através do estimador de intensidade Kernel. Os resultados são apresentados na figura 35.

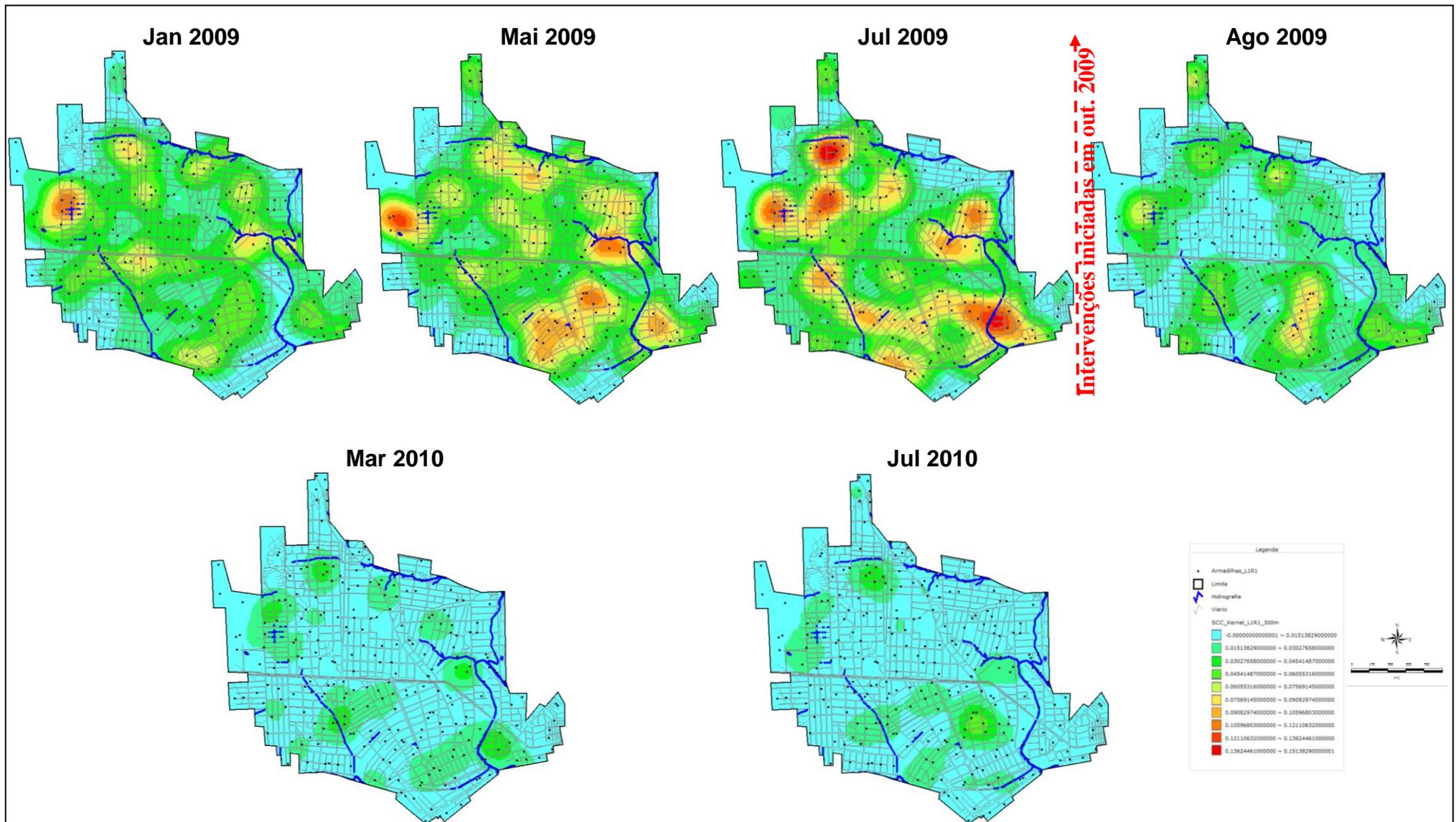


Figura 35 - Distribuição espacial e temporal da abundância do vetor em Santa Cruz do Capibaribe.
Fonte: elaborado pelo autor.

4.4 Intervenções apoiadas pelas análises

Um conjunto de intervenções integradas para controle populacional do vetor foi planejado com base nos resultados das análises espaciais (REGIS *et al.*, 2009). As ações de controle se baseiam na remoção e incineração em massa de ovos nos momentos e locais priorizados segundo os dados de vigilância, e são reforçadas pela remoção mecânica de mosquitos adultos com aspiradores portáteis (REGIS *et al.*, 2009).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS PARA DISCUSSÃO

Foi apresentada nesta Tese uma proposta metodológica para os serviços de monitoramento e controle vetorial para a dengue e demonstrado sua efetividade para experimentos conduzidos em duas cidades reais, em associação com os serviços de saúde do Recife e de Santa Cruz do Capibaribe.

O uso de novas tecnologias, como GPS, Sistemas de Informação Geográfica, internet, geotecnologias usadas para representação dos territórios urbanos em apoio à vigilância, utilizadas no contexto real de cidades reais de diferentes portes, mostrou seu potencial efetivo como mais um instrumento auxiliar importante para a luta contra a dengue. Mostrou também que é possível inserir novas tecnologias na rotina dos serviços sem grandes custos operacionais e com facilidade de absorção das novas técnicas e tecnologias pelos agentes de saúde e pelos gestores. No entanto, é necessário salientar a importância da disponibilidade e do acesso aos dados cartográficos digitais para a representação adequada do território e para a análise dos dados em Sistemas de Informações Geográficas. Em Santa Cruz do Capibaribe, apesar do acesso ter sido facilitado, não foi possível identificar um repositório de dados digitais confiáveis. Por outro lado, no Recife, apesar de existirem dados digitais confiáveis, o acesso aos mesmos foi dificultado por entraves financeiros ou burocráticos. Portanto, uma política de disponibilização de dados cartográficos com acesso livre deveria ser incentivada tanto nas cidades de grande como nas de pequeno porte.

Esta Tese reforça, com evidências, que a proposta de modernização do monitoramento e controle do vetor, o *Aedes aegypti*, como parte fundamental para a vigilância e controle da dengue é possível de ser feita considerando a mesma abordagem básica apresentada no capítulo 2, com pequenas modificações para a adequação em diferentes tecidos urbanos das cidades brasileiras.

Os resultados demonstram que o monitoramento utilizando ovitrampas é muito mais sensível para detectar a infestação do vetor que os métodos tradicionais de vigilância e, a sua territorialização, pode efetivar a intervenção e ajudar no controle do *Aedes aegypti*.

Ao demonstrar a operacionalização da proposta apresentada em duas cidades com tamanho de suas populações muito distintas e complexidades de seus

arranjos institucionais para os serviços de saúde também diferenciados, a metodologia proposta e sua operacionalização apontam um novo caminho para ser avaliado pelo PNCD para uso em escala nacional.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ACYOLI, R. V. **O uso de armadilhas de oviposição (ovitrampas) como ferramenta para o controle da dengue**. 2006. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2006.
- ASSUNÇÃO, R. M. et al. Mapas de taxas epidemiológicas. Uma abordagem Bayesiana. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 14, n.4, p. 713-723, 1998.
- AI-LEEN, T. G.; SONG, R. J. The use of GIS in ovitrap monitoring for dengue control in Singapore. **Dengue Bulletin**, Singapura, v. 24, p. 110-116, 2000.
- ARIAS, J. El dengue en Cuba. **Revista panamericana de salud pública**, Washington, v. 11, p. 221-222, 2002.
- BARCELLOS, C. *et al.* Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Brasília, DF, v. 38, n. 3, p. 246-250, 2005.
- BARCELLOS, C.; MONKEN, M. Instrumentos para o Diagnóstico Sócio-Sanitário no Programa Saúde da Família. In: FONSECA, A. F.; CORBO, A. M. A. **O território e o processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: EPSJV: Fiocruz, 2007. p. 225-265.
- BORGES, K. A. V.; DAVIS Jr., C. A.; LEANDER, A. H. F. OMT-G: An Object-Oriented Data Model for Geographic Applications. **Geoinformática**, Dordrecht, v. 5, n.3, p. 221-260, 2001.
- BRAGA, C. *et al.* Comparação entre pesquisa larvária e armadilha de oviposição para detecção de *Aedes aegypti*. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Brasília, v. 33, p. 347-353, 2000.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil**. Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de Dengue Vigilância Epidemiológica e Atenção ao Doente**. 1. ed. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD)**. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Informação e Informática em Saúde**. Proposta Versão 2.0. Brasília, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Indicadores Municipais de Saúde**. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/tabfusion/tabfusion.cfm>> . Acesso em: 11 mai. 2006.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Diretrizes nacionais para prevenção e controle de epidemias de dengue**. Brasília, DF, 2009. 160p.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Brasília, DF, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm>. Acesso em: 11 nov. 2010.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para bancos de dados geográficos**. 1995. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1995. Disponível na biblioteca digital URib: <www.dpi.inpe.br/teses/gilberto/>1995.

CÂMARA, G. *et al.* **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica.**, Campinas: UNICAMP, 1996.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução ao geoprocessamento In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: <www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2010.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J.S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E.D.; SANO, E.E. **Sistema de Informações Geográficas - Aplicações na Agricultura**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA Cerrados, 1998. p. 3-11.

CANADA CENTRE FOR REMOTE SENSING. **Remote sensing tutorial**. 2007. Disponível em: <www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/eduref/educate.html>. Acesso em: 20 out. 2007.

CASANOVA, M. et al. **Bancos de Dados Geográficos**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>>. Acesso em: 20 maio 2010.

CHAN, K. L.; CHAN, Y. C.; HO, B. C. *Aedes aegypti* (L) and *Aedes albopictus* (Skuse) in Singapore City 4. Competition between species. **Bull World Health Organizacion**, Geneve, v. 44, p. 643-649, 1973.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil**. Rio de Janeiro: Fiocruz. 1994.

COSTA, M. C. N.; TEIXEIRA, M. G. L. C. A concepção de “espaço” na investigação epidemiológica. **Cadernos de saúde pública**, Rio de Janeiro, v. 15, p. 271-279, abr./jun. 1999.

DESROSIÈRES, A. **Du Singulier au general**: L'Information Statistique et la Construcion de L'Etat. Conferência proferida na Confest e Confège. Rio de Janeiro, 1996.

DONALISIO; M. R.; GLASSER, C. M.. Vigilância Entomológica e Controle de Vetores da Dengue. **Revista Brasileira Epidemiológica**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 259-272, 2002.

EDMAN, J. D. *et al.* *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. **Journal of Medical Entomology**, Honolulu, v. 35, p. 578-583, 1998.

ELMASRI, R.; NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. Pearson Education, 2004.

FAY, R. W.; ELIASON, D. A. A preferred oviposition site as surveillance method for *Aedes aegypti*. **Mosquito news**, New York, v. 26, n. 4, p. 531-535, 1966.

FERREIRA, K. R. *et al.* Arquitetura de software para construção de bancos de dados geográficos com SGBD objetorelacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BANCO DE DADOS (SBBDD), 17., 2002, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: SBC, 2002.

GOODCHILD, M.F. Geographical data modeling. **Computers & Geosciences**. London, v. 4, n. 18, p. 401-408, 1992.

GOMES, A. C. Medidas dos níveis de infestação urbana para *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Aedes (Stegomyia) albopictus* em Programa de Vigilância Entomológica. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, DF, v. 7, p.49-57, 1998.

GOMES, A. C. Vigilância entomológica. **Informe Epidemiológico do SUS**, Brasília, DF, v. 11, n. 2, p. 79-90, 2002.

GOMES, E. *et al.* **Medindo Imóveis Rurais com GPS**. Brasília, DF: KL Editora e Comunicação, 2001.

GPS CENTER COMÉRCIO DE ELETRÔNICOS. **Conceito de GPS**. Disponível em: <<http://www.gpscenter.com.br/index64.html>> Acesso em: 10 out. 2010

GRMEK, M. **Western Medical Thought from Antiquity to the Middle Ages**. Portland: Harvard University, 1999.

GUIMARÃES, M. **Cartografia Ambiental da Região de Vitória da Conquista – BA**. 1999. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB**. Rio de Janeiro, 2002.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/população/censo2000/default.shtm>>. Acesso: 12 out. 2007.

IBGE. **Dados do Censo 2010 publicados no Diário Oficial da União do dia 04/11/2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=26> Acesso em 20 nov. 2010.

JENSEN, J. R. Remote sensing of vegetation. In. _____. **Remote sensing of the environment, an earth resource perspective**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2000. p. 333-377.

KITTYAPONG, P. *et al.* Suppression of dengue transmission by application of integrated vector control strategies at sero-positive GIS-based foci. **American journal of tropical medicine and hygiene**. Baltimore, v. 78, p. 70–76, 2008.

LISBOA F, J.; IOCHPE, C. Modelos Conceituais de Dados para Projeto de Bancos de Dados Geográficos. **Revista Informática Pública**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 67-90, 1999.

LYRA, T. M. **O Programa de Saúde Ambiental do Recife**. Palestra proferida no Núcleo de Estudos em Saúde Pública e Desenvolvimento Social da Universidade Federal de Pernambuco – NUSP/UFPE. Recife, 2003.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction**. 2. ed. London: John Wiley & Sons, 1999.

MELO, N. G. D. O. **Mapeamento de Riscos e Agravos Relacionados a Água no Recife**: Uma contribuição para a vigilância a saúde. 2004. Monografia (I Curso de Especialização em Gestão da Informação Aplicada a Epidemiologia) - Departamento de Estudos em saúde Coletiva, Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2004.

MELO-SANTOS, M. A. V. **Aedes aegypti**: Estratégias Integradas de Controle Vetorial em Municípios da Região Metropolitana do Recife. 2008. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2009.

MONTEIRO, A. M. V. *et al.* **SAUDAVEL**: Bridging the Gap between Research and Services in Public Health Operational Programs by Multi-Institutional Networking Development and Use of Spatial Information Technology Innovative Tools. São José dos Campos: INPE, 2002.

MONTEIRO, A. M. V. **Relatório Técnico Parcial do Projeto SAUDAVEL**: Sistema de Apoio Unificado para Detecção e Acompanhamento em Vigilância Epidemiológica. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003.

MORAES, I. H. S. Informações em Saúde: para Andarilhos e Argonautas de uma Tecnodemocracia Emancipadora. 1998. Tese (Doutorado) - Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz, Rio de Janeiro, 1998.

MORATO, V. C. G. *et al.* Infestation of *Aedes aegypti* estimated by oviposition traps in Brazil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 39, p. 553-558, 2005.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2005.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. **Geographic Information System**. Disponível em: <<http://www.ncddc.noaa.gov/activities/gis/>>. Acesso em: 10 out. 2010.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: princípios e aplicações. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Vector control for malaria and other mosquito-borne diseases**: Report of a WHO. Geneve, 2002.

PERNAMBUCO. Secretaria de Saúde. Comissão Estadual de Controle do Dengue. **Dengue**: Manual de Orientações. Recife, 1994. Documento de circulação interna.

PERNAMBUCO. Secretaria de Saúde. Diretoria de Epidemiologia e Vigilância Sanitária. **Boletim Epidemiológico 1995-1998**: Dengue. Recife, 1999. Documento de circulação interna.

PESSANHA, J. E. M. *et al.* Avaliação do Plano Nacional de Controle da Dengue. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n.7, p. 1637-1641, 2009.

POLSON, K. A. *et al.* The use of ovitraps baited with hay infusion as a surveillance tool for *Aedes aegypti* mosquitoes in Cambodia. **Dengue Bulletin**, Singapura, v. 26, p. 178-184, 2002.

PRESSMAN, R. **Engenharia de Software**. 5. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002.

RAWLINS, S. C. *et al.* A comparison of surveillance systems for the dengue vector *Aedes aegypti* in Port of Spain, Trinidad. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno CA, v. 14, p. 131-136, 1998.

RECIFE. Secretaria de Saúde. **Programa de Saúde Ambiental-PSA**. Recife, 2001.

RECIFE. Secretaria de Saúde. **Plano de Vigilância em Saúde – PLANVIGI**. Recife, 2004.

RECIFE. Prefeitura da Cidade. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Recife**. Versão 1.0.2. Recife, 2005.

RECIFE. Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. Diagnóstico Urbano. **Plano Diretor do Recife**. Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/planodiretor/>>. Acesso em: 7 out. 2010.

RÉGIS, L. N. *et al.* Developing new approaches for detecting and preventing *Aedes aegypti* population outbreaks: basis for surveillance, alert and control system. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 103, p. 50-59, 2008.

REGIS, L. N. *et al.* An Entomological surveillance system based on open spatial Information for participative Dengue control. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 81, p. 655-662, 2009.

REITER, P. *et al.* Enhancement of the CDC ovitrap with hay infusions for daily monitoring of *Aedes aegypti* populations. **Journal of the American Mosquito Control Association**, Fresno CA, v. 7, n. 1, p. 52-55, 1991.

REITER, P.; GUBLER, D. J. Surveillance and control of urban dengue vectors. In: GUBLER, D. J.; KUNO, G. (Ed.). **Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever**. New York: CAB International, 1997. p. 425-462.

REITER, P. Oviposition, dispersal, and survival in *Aedes aegypti*: implications for the efficacy of control strategies. **Vector borne and zoonotic diseases**, Larchmont, v. 7, p. 261-274, 2007.

RHODAIN, F. The situation of dengue in the world. **Bulletin de la Société de Pathologie Exotique et de ses Filiales**, Paris, v. 89, n. 2, p. 87-90, 1996.

RIBEIRO, C. M. N. **Facilidades e limitações observadas durante a implantação de novas metodologias para o controle da dengue no município de Santa Cruz do Capibaribe - PE**. 2010. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2010.

SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE. Secretaria Municipal de Indústria e Comércio. **Relatório de Atividades**. Santa Cruz do Capibaribe, 2008.

SANTOS, M. O dinheiro e o território. In: _____. **Território, Territórios**: ensaios sobre o ordenamento territorial. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007. (Coleção espaço território e paisagem).

SANTOS, M. **A Natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1999.

SANTOS, S.; BARCELLOS, C. **Abordagens Espaciais em Saúde Pública**. Brasília, DF: Ministério da Saúde: Fiocruz, 2006.

SCHOWENGERDT, R.A. **Models and methods for image processing**. 2. ed. 1997.

SILVEIRA JR., J. C. *et al.* Recife em “pedaços”: geotecnologias para a detecção e acompanhamento em vigilância epidemiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EPIDEMIOLOGIA, 6., 2004, Recife. **Anais...** Rio de Janeiro: Abrasco, 2004. 1 CD ROM.

TAUIL, P. L. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. **Cadernos Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.18, n. 3, p. 867-871, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Boletim de pesquisa de campo nº 1: identificação da armadilha e características do lugar



IDENTIFICAÇÃO DA ARMADILHA																															
Código:	Local de Instalação:	Coord. GPS: X: Y:																													
ENDEREÇO E CONTATO																															
Tipo: <input type="checkbox"/> Avenida <input type="checkbox"/> Quadra <input type="checkbox"/> Bloco <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Praça <input type="checkbox"/> Outros		Título: (Ex.: Pe., Pres., Gov., Mons., Cons. etc.)																													
		Nome do Logradouro:																													
		Ponto de Referência:																													
		Quadra:																													
Nº:	Complemento:	Bairro:	CEP:																												
Contato:			Telefone:																												
CARACTERÍSTICAS DO LUGAR																															
Data da Pesquisa:	Tipo de Imóvel: <input type="checkbox"/> RCS - Residencial/casa <input type="checkbox"/> ESC - Escola <input type="checkbox"/> RAP - Residencial/Ap. <input type="checkbox"/> IGR - Igreja <input type="checkbox"/> RCM - Residencial c/ comércio <input type="checkbox"/> OUTR - Outros <input type="checkbox"/> QRT - Quartel		Nº de Residentes:																												
Tem quintal ou jardim? <input type="checkbox"/> S - Sim <input type="checkbox"/> N - Não	O quintal ou jardim é sombreado? <input type="checkbox"/> S - Sim <input type="checkbox"/> N - Não <input type="checkbox"/> NA - N/A	*Outras características importantes: <input type="checkbox"/> PLTV - planta em vasos <input type="checkbox"/> PISC - piscina <input type="checkbox"/> CHPC - charco/poça <input type="checkbox"/> PCEL - poço elevador <input type="checkbox"/> GRF - garrafas <input type="checkbox"/> LJUST - laje sem telhado <input type="checkbox"/> FOSS - fossa externa <input type="checkbox"/> CALH - calha																													
Tem água da rede geral? <input type="checkbox"/> S - sim <input type="checkbox"/> N - não	Qual a freq. do abastecimento? <input type="checkbox"/> D - diária <input type="checkbox"/> DD - dois em dois dias <input type="checkbox"/> DDD - três em três dias <input type="checkbox"/> DDDD - quatro em quatro dias ou mais <input type="checkbox"/> NA - N/A		É canalizada p/ cômodos do domicílio? <input type="checkbox"/> S - Sim <input type="checkbox"/> N - Não																												
Reservatórios para armazenamento de água: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Tipo:</th> <th style="text-align: left; border-bottom: 1px solid black;">Quant.:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>PCCB- poço/cacimba.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>CIST- cisterna.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>TQST- tanque s/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>TQCT- tanque c/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>CXST- caixa d'água s/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>CXCT- caixa d'água c/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>TNST- tonel s/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>TNCT- tonel c/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>JRST- jarra de barro s/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>JRCT- jarra de barro c/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>BDST- balde s/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>BDCT- balde c/ tampa.....</td><td>_____</td></tr> <tr><td>OUTR- outros.....</td><td>_____</td></tr> </tbody> </table>		Tipo:	Quant.:	PCCB- poço/cacimba.....	_____	CIST- cisterna.....	_____	TQST- tanque s/ tampa.....	_____	TQCT- tanque c/ tampa.....	_____	CXST- caixa d'água s/ tampa.....	_____	CXCT- caixa d'água c/ tampa.....	_____	TNST- tonel s/ tampa.....	_____	TNCT- tonel c/ tampa.....	_____	JRST- jarra de barro s/ tampa.....	_____	JRCT- jarra de barro c/ tampa.....	_____	BDST- balde s/ tampa.....	_____	BDCT- balde c/ tampa.....	_____	OUTR- outros.....	_____	Tipo de coleta de lixo: <input type="checkbox"/> D - diária <input type="checkbox"/> ENT - enterrado <input type="checkbox"/> DD - dois em dois dias <input type="checkbox"/> QMD - queimado <input type="checkbox"/> DDD - três em três dias <input type="checkbox"/> OUTR - depositado em outros lugares <input type="checkbox"/> DDDD - quatro em quatro dias ou mais	
Tipo:	Quant.:																														
PCCB- poço/cacimba.....	_____																														
CIST- cisterna.....	_____																														
TQST- tanque s/ tampa.....	_____																														
TQCT- tanque c/ tampa.....	_____																														
CXST- caixa d'água s/ tampa.....	_____																														
CXCT- caixa d'água c/ tampa.....	_____																														
TNST- tonel s/ tampa.....	_____																														
TNCT- tonel c/ tampa.....	_____																														
JRST- jarra de barro s/ tampa.....	_____																														
JRCT- jarra de barro c/ tampa.....	_____																														
BDST- balde s/ tampa.....	_____																														
BDCT- balde c/ tampa.....	_____																														
OUTR- outros.....	_____																														
PESQUISADOR RESPONSÁVEL																															
Código:	Nome:																														

* Neste campo pode ser assinalada uma ou mais alternativas, ou nenhuma delas.

APÊNDICE B - Boletim de pesquisa de campo nº 2: pontos estratégicos



IDENTIFICAÇÃO DO SÍTIO

Código: _____ Descrição: _____

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS ESTRATÉGICOS

Código	Descrição	Endereço	Coord. GPS
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____
		Tipo: _____ Título: _____ Logradouro: _____ N°: _____ Complemento: _____ Bairro: _____ CEP: _____	X: _____ Y: _____

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Código: _____ Nome: _____

Data da pesquisa: _____

Descrição dos códigos:

CMT- cemitério

BRC- borracharia

OFC- oficina mecânica

FRV- ferro velho

JPSR- jardim / praça pública s/ recipientes naturais

JPCR- jardim / praça pública c/ recipientes naturais

OUTR- outros (especificar)

APÊNDICE C - Boletim de pesquisa de campo nº 3: observações meteorológicas



INMET INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA

IDENTIFICAÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA			
Código:	Local de Instalação:	Coord. GPS:	
		X:	Y:
ENDEREÇO E CONTATO			
Tipo:		Título:	Nome do Logradouro:
<input type="checkbox"/> Avenida	<input type="checkbox"/> Quadra	(Ex.: Pe., Pres., Gov., Mons., Cons. etc.)	Ponto de Referência:
<input type="checkbox"/> Bloco	<input type="checkbox"/> Rua		
<input type="checkbox"/> Praça	<input type="checkbox"/> Outros		
Nº:	Complemento:	Bairro:	CEP:
Contato:			Telefone:

OBSERVAÇÕES METEOROLÓGICAS		Mês:	Ano:
Dias	Temperatura (°C)		Umidade Relat. (%) (Média)
	Máxima	Mínima	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Código: Nome:

APÊNDICE D - Boletim de pesquisa de campo nº 4: contagem de ovos

IDENTIFICAÇÃO DA ARMADILHA			
Código:	Ponto de referência:	Coord. GPS: X: Y:	
ENDEREÇO E CONTATO			
Tipo: <input type="checkbox"/> Avenida <input type="checkbox"/> Quadra <input type="checkbox"/> Bloco <input type="checkbox"/> Rua <input type="checkbox"/> Praça <input type="checkbox"/> Outros		Título: (Ex.: Pe., Pres., Gov., Mons., Cons. etc.)	Nome do Logradouro:
Nº:	Complemento:	Bairro:	CEP:
Contato:			Telefone:
CONTAGEM DE OVOS			
Data da coleta:	Nº de ovos coletados:	Nº de indivíduos: <i>Ae. aegypti</i> _____ <i>Ae. albopictus</i> _____	
PESQUISADOR RESPONSÁVEL			
Código:	Nome:		

ANEXO

ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética do CPqAM/Fiocruz

Centro de Pesquisas
AGGEU MAGALHÃES



Ministério da Saúde

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO CPqAM/FIOCRUZ

Título do Projeto: “Metodologias para monitoramento e controle do vetor de Dengue”

Pesquisador responsável : Lêda Regis

Instituição onde se realizará o projeto : CPqAM – FIOCRUZ

Data de apresentação ao CEP: 03.03.04

Registro no CEP/CPqAM/FIOCRUZ: 14/04

PARECER

A Comissão avaliou as modificações introduzidas considera que os procedimentos metodológicos do Projeto em questão estão condizentes com a conduta ética que deve nortear pesquisas envolvendo seres humanos, de acordo com o Código de Ética, resolução CNS 196/96, e complementares.

Recife, 05 de maio de 2004

Ana Maria Aguiar dos Santos

Dr^a Ana Maria Aguiar dos Santos
Médica
Coordenação
CEP/CPqAM/FIOCRUZ