UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

IVAN CARLOS BONADIO

PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NAS
ATIVIDADES DE CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DO *Aedes aegypti*

São Paulo
2010

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

IVAN CARLOS BONADIO

**PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DO GEOPROCESSAMENTO NAS ATIVIDADES
DE CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DO *Aedes aegypti***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Geografia Física

Área de concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Jorge Gustavo da Graça Raffo

São Paulo

2010

Ficha catalográfica

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo

BONADIO, Ivan Carlos.

Proposta de utilização do geoprocessamento nas atividades de controle da proliferação do *Aedes aegypti* / Ivan Carlos Bonadio; orientador Jorge Gustavo da Graça Raffo – São Paulo, 2010.

181 f: fig.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração: Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

1. Dengue. 2. Geoprocessamento 3. *Aedes aegypti*. I. Título.

Ivan Carlos Bonadio

Proposta de utilização do geoprocessamento nas atividades de controle da proliferação do *Aedes aegypti*.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Geografia Física

Área de concentração: Geografia Física

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA: À minha mãe, ao meu noivo – eterno namorado – futuro marido, aos meus colegas da Prefeitura de Taboão da Serra, aos amigos Peter e Gabriel, à Dra. Camila Schmidek, pela compreensão, pelo estímulo e pelas interferências e dicas indispensáveis para a conclusão deste trabalho de pesquisa. Sem vocês, eu não teria conseguido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à:

Meu Orientador Professor Doutor Jorge Gustavo da Graça Raffo pela orientação prestada a realização deste trabalho.

A Luciana Dias do Nascimento, pelo companheirismo demonstrado durante esta caminhada.

Ao amigo Peter de Souza Teixeira pelo apoio incondicional.

Aos meus pais e à todas as pessoas que de uma maneira ou outra contribuíram para que fosse possível chegar até aqui.

EPÍGRAFE: LIBERTAS QUAE SERA TAMEN!

RESUMO

BONADIO, I. C. **Proposta de utilização do geoprocessamento nas atividades de controle da proliferação do *Aedes aegypti*.** 181f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Palavras-chave: Dengue, Geoprocessamento, Sistema de Informações Geográficas, *Aedes aegypti*.

ABSTRACT

BONADIO, I. C. **Proposta de utilização do geoprocessamento nas atividades de controle da proliferação do *Aedes aegypti*.** 181f. Master's degree dissertation. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Keywords: Dengue fever, Geomatics, Geographic Information System, *Aedes aegypti*

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	X
LISTA DE QUADROS.....	XI
APRESENTAÇÃO	1
1 INTRODUÇÃO.....	5
2 OBJETIVO.....	10
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	12
4.1 GEOPROCESSAMENTO.....	12
4.1.1 Sistema de Informações Geográficas e o serviço de saúde pública	17
4.2 Aedes Aegypti e sua ecologia.....	20
4.3 Ações governamentais de combate a dengue.....	25
5 ÁREA DE ESTUDO	30
6 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferença entre dado e informação. Extraído de TEIXEIRA e col. 1992.....	14
Figura 2 – Representação vetorial, extraído de Câmara & Davis et. al., 2008, p.19.....	15
Figura 3 - Estrutura matricial, extraído de Câmara & Casanova et.al. 2005, p.41.....	16
Figura 4 – Exemplo de um mapa representado por célula (pixels) de diferentes tamanhos (diferentes resoluções). Extraído de Câmara & Monteiro p. 2-17	16
Figura 5 – Exemplo de imagem de satélite (composição colorida TM/LANDSAT para Região de Manaus). Extraído de Câmara & Monteiro p. 2-11	17
Figura 6 - Ciclo de vida do mosquito da dengue (<i>Aedes aegypti</i>), extraída da cartilha da SUCEN - 2001	23
Figura 7 – Localização da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO – USP).....	30
Figura 8 – Temperaturas médias mensais obtidas entre 2003 e 2008 no município de São Paulo. Extraído do Atlas Ambiental do Município de São Paulo.....	31
Figura 9 – Médias mensais de precipitação pluviométrica obtidas entre 2003 e 2008 no município de São Paulo. Extraído do Atlas Ambiental do Município de São Paulo.....	32
Figura 10 - Isotermas sobre imagem – município de São Paulo e Região Metropolitana. Extraído do Atlas Ambiental do município de São Paulo..	33

Figura 11 – Mapa de temperatura de superfície extraído do Atlas Ambiental do município de São Paulo.....	34
--	----

Figura 12 – Armadilha domiciliar e peridomiciliar para captura de Aedes, adultrap.	39
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Atividades de controle da dengue conforme esferas de governo. Extraído de (http://www.sucen.sp.gov.br/downl/vetores_geral/den_ativid.pdf) Acesso em 27/07/2009.	28
--	----

Quadro 2 – Variáveis ambientais favoráveis à proliferação do <i>Aedes aegypti</i>	41
---	----

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é um dos requisitos fundamentais para a obtenção do título de mestre em Ciências no Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.

Este trabalho pretende fornecer apoio à iniciativas como o projeto “Meu Ambiente”, para monitoramento de focos de infestação por *Aedes aegypti* e prevenção da dengue na Cidade Universitária USP campus da capital e outros campi, ou até mesmo municípios, que possuam interesse na aplicação dos procedimentos propostos a seguir.

Aqui estão expostos os resultados da pesquisa realizada até a data de depósito deste relatório, que aborda o uso do Sistema de Informações Geográficas no apoio à tomada de decisões das atividades de controle da proliferação do *Aedes aegypti*, vetor da dengue no Brasil.

Na estruturação desta dissertação foram inseridas informações sobre a ocorrência de dengue no Brasil e sobre a ecologia do *Aedes aegypti*. Também foi realizado o delineamento dos procedimentos técnicos realizados em campo e em gabinete.

Também foi considerada a experiência prática do autor, que nos anos de 2001 e 2002, atuou em programas de controle da proliferação do *Aedes aegypti*, por meio de uma organização não governamental conveniada com alguns municípios do ABCD paulista.

A Dengue é uma doença febril aguda, cujos agentes etiológicos¹ são arbovírus² pertencentes à família *Flaviviridae*. São conhecidos quatro sorotipos da doença: DEN1, DEN2, DEN3 e DEN4.

As manifestações clínicas são variáveis, podendo se agravar evoluindo para um quadro de hemorragia e choque, ocasionando óbito.

Quando ocorrem os sintomas, estes normalmente evoluem respeitando três formas clínicas: dengue clássica, forma benigna, similar à gripe; dengue hemorrágica

Quando surgem, os sintomas costumam evoluir em obediência a três formas clínicas: **dengue clássica**, forma benigna, similar à gripe; **dengue hemorrágica**, mais grave, caracterizada por alterações da coagulação sanguínea; e a chamada **síndrome do choque associado à dengue**, forma raríssima, mas que pode levar à morte se não houver atendimento especializado.

Acrescentar esclarecimentos sobre sorotipos.

Segundo GUBLER (1998), originalmente o vírus circulava e era mantido em ciclos de transmissão silvestres, envolvendo primatas inferiores e mosquitos na Ásia e na África. Contudo, nos três últimos séculos a doença se estabeleceu em centros urbanos das regiões tropicais, em um ciclo envolvendo homem - *Aedes aegypti* - homem. Durante o século XX, a transmissão urbana do vírus da dengue, tornou-se um grave problema de saúde pública.

O mosquito *Aedes aegypti* é o principal transmissor de dengue e febre amarela urbana. Foi introduzido no continente americano durante o período

¹ Relativo ao estudo das causas das doenças.

² Vírus transmitido por inseto.

de colonização. A espécie está amplamente distribuída pelo mundo num limite compreendido entre 45° de latitude norte e 35° de latitude sul, correspondente às regiões de clima tropical e subtropical.

A partir da década de 1960, diferentes epidemias de dengue foram registradas em vários países americanos. (TEIXEIRA e col. 1999).

No Brasil, embora haja referências sobre a doença desde o início do século XX, as primeiras grandes epidemias ocorreram entre 1981 e 1987. Hoje a doença esta presente em 27 estados brasileiros, atingindo mais de 3.700 municípios.

Por constituir um grave problema de saúde pública, demanda atenção de todas as esferas de governo e da população. Em função desta demanda, vários programas foram elaborados e postos em prática na tentativa de resolver o problema da disseminação da doença. Estes programas eram focados na erradicação do vetor. Contudo, a maioria dos programas não atingiu o êxito esperado, por conta de dificuldades gerenciais e políticas.

O Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD) representa o mais recente pacote de ações governamentais para combater a dengue, tendo como principal aprimoramento, o desenvolvimento de instrumentos que ampliam a eficácia do acompanhamento e supervisão das ações do Ministério da Saúde, estados e municípios. Neste sentido, o Sistema de Informações Geográficas (SIG), vem sendo apontado como instrumento para subsidiar todas as atividades envolvidas no processo de controle do vetor.

Os procedimentos técnicos do presente trabalho poderão ser aplicados posteriormente em outros campi desta universidade e difundidos para prefeituras municipais, caso haja o interesse.

1 INTRODUÇÃO

Na atualidade, a dengue é considerada, pelo Ministério da Saúde como um dos problemas de saúde pública mais graves do país, sendo por este motivo, objeto de grandes campanhas de saúde em todo Brasil.

O mosquito transmissor do vírus da dengue está presente em praticamente todos os estados brasileiros, principalmente nas regiões metropolitanas, onde há maior concentração de pessoas.

O controle da proliferação do vetor é tido como uma das medidas mais importantes para reduzir o risco de contaminação por dengue.

São atividades de controle: campanhas educativas, busca por focos de proliferação do mosquito – localização de ovos, larvas e mosquito adulto, controle mecânico, controle químico³ e outros. A busca é feita, corriqueiramente, de duas formas: visita domiciliar (incluindo instituições públicas e privadas, comércio, serviços e residências) e instalação de armadilhas para confirmação da existência do mosquito.

Para que todas essas ações tenham sucesso são necessárias medidas de planejamento, gerenciamento das atividades e avaliação de resultados. Para tanto, a disponibilidade de séries históricas de dados pode contribuir em todas as etapas das atividades de controle, impactando desde o planejamento até a revisitação de domicílios em regiões anteriormente infestadas pelo mosquito transmissor da dengue.

³ Controle mecânico é a eliminação de criadouros por meio do esvaziamento e destruição dos reservatórios de água. Controle químico é feito com o espargimento de inseticidas e adição de sal ou cloro em reservatórios de água que representem potenciais criadouros do mosquito.

Para execução das atividades de controle da proliferação do mosquito é necessário investir, ou seja, existe o dispêndio de recursos financeiros em material de comunicação, transportes, equipamentos de proteção individual, inseticidas e solventes entre outros, o que pode implicar em grandes custos.

Outro fator muito importante em todo o processo é o agente de controle de vetores (recursos humanos). Para que as ações tenham eficácia é necessário ter pessoal capacitado para lidar com os materiais empregados na localização e eliminação do mosquito, o que demanda investimentos constantes em treinamento.

Geralmente a esfera governamental que está diretamente envolvida com as atividades de controle do vetor da dengue, é a municipal, que conta com recursos limitados para realização das atividades.

Como a distribuição da doença está generalizada no país, este é um problema de saúde pública nacional e o governo federal acaba se tornando o maior provedor de recursos financeiros e materiais. Em 2002 foram contabilizados mais de um bilhão de reais para investimento no PNCD – Plano Nacional de Controle da Dengue. (BRAGA & VALLE, 2007).

Contudo, tem-se observado que os municípios enfrentam dificuldades na aplicação e gerenciamento dos recursos necessários as atividades de controle do *Aedes aegypti*, pois, são compostas de inúmeras etapas, o que acaba gerando problemas administrativos e operacionais tais como a descontinuidade do monitoramento, insuficiência de materiais para coleta de amostras, inadequação dos equipamentos de proteção individual, falta de inseticidas, etc.

Equívocos podem ser cometidos, por exemplo, quando não estão disponíveis informações atualizadas e adequadas sobre os locais de infestação pelo mosquito, bem como, informações sobre a distribuição espacial dos fatores que possam contribuir com a sua proliferação.

Diante dessas dificuldades gerenciais, é importante encontrar uma forma eficiente de fazer com que os resultados das atividades de controle do vetor da dengue, constituam bases de informação para a continuidade do processo.

Ter à disposição informações sobre o espaço geográfico, principalmente na forma de mapas temáticos, ressaltando, entre outras coisas, as características ambientais, que possam facilitar a infestação por *Aedes aegypti*, pode fazer grande diferença quando se busca eficácia e precisão nas ações de controle do vetor. Além disso, dados sobre casos de dengue no entorno das áreas consideradas como de risco de ocorrência do mosquito, podem ajudar a determinar os locais e as ações prioritários para prevenção da doença.

Assim, o Sistema de Informações Geográficas (SIG), dadas as suas funcionalidades, é apresentado como importante instrumento, para auxiliar no controle da proliferação do mosquito e, no gerenciamento das atividades relacionadas a esse controle.

Deve-se considerar também a importante característica do sistema, que é a de permitir o armazenamento de dados históricos relativos ao *Aedes aegypti* e a dengue.

A importância de oferecer informações, históricas e espacializadas sobre a ocorrência da dengue, fica evidente quando se observam

estatísticas sobre infestações do vetor dessa doença como as que foram publicadas entre as décadas de 1950 e 1970. Naquele período, o *Aedes aegypti*, foi erroneamente considerado erradicado no Brasil.

Caso informações sobre a localização e características dos focos de infestação, tivessem sido utilizadas para monitoramento na época, talvez a reinfestação pudesse ter sido prevenida, evitando três grandes ondas epidêmicas de dengue na década de 1980.

Como as epidemias geralmente acontecem em áreas de grande densidade populacional, atingindo um grande número de pessoas, é necessário ter a disposição um instrumental que possa oferecer respostas rápidas como: aonde foi identificado o primeiro caso; quem foi o primeiro infectado; qual a área de espalhamento da doença; quais domicílios estão no raio de autonomia de vôo dos mosquitos de um foco encontrado; em quais locais, no passado, foram encontrados focos do mosquito; na análise do raio de abrangência do foco do mosquito existe algum morador que já tenha sido infectado pela dengue antes e que possa ser um caso potencial de dengue hemorrágica.

A agilidade na obtenção das respostas pode impactar diretamente na tomada de decisões, aumentando as chances do rápido controle e/ou extinção do mosquito.

Na atualidade existe uma tendência positiva que consiste em observar aspectos geográficos como ambiente, situação sócio-econômica, infraestrutura e grau de urbanização, comparando-os com dados de morbidade ou qualquer outra questão relativa à saúde. Provavelmente isso venha ocorrendo,

pois já se sabe, que a correlação dos fatores possibilita uma leitura mais detalhada sobre as doenças, suas origens e prováveis conseqüências.

Outro fato que reforça o uso do (SIG) é o relativo custo reduzido para implantação dos Sistemas de Informações Geográficas, pois existem soluções em *software* de caráter gratuito.

Estes sistemas podem, inclusive, ser adaptados as realidades das instituições que venham utilizá-los, sendo que, tanto do ponto de vista legal quanto do seu aspecto estrutural, apresentam boa flexibilidade de uso, ou seja, são gratuitos, seus códigos são abertos às modificações e sua distribuição é livre.

Levando em conta a grande quantidade de dados inerentes à saúde pública, acumulados ao longo de décadas pelos serviços de saúde públicos e particulares e por órgãos de pesquisa, é importante considerar propostas de utilização destes dados na produção de informações especializadas, que ajudem a otimizar a aplicação dos recursos destinados à saúde.

2 OBJETIVO

O presente trabalho visa gerar os seguintes mapas:

1 – Mapa do risco de ocorrência do *Aedes aegypti* no campus e entorno;

2 – Mapa do risco de transmissão de Dengue.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Criar um banco de dados georreferenciados para armazenar, sistematicamente, dados sobre a ocorrência de focos do *Aedes aegypti* na área de abrangência deste estudo, de forma que seja possível qualificar e mensurar os recursos materiais e humanos empregados nas atividades de controle da dengue.
2. Tratar os dados coletados em campo a fim de obter informações sintetizadas em forma de mapas e tabelas, visando otimizar as ações de combate ao *Aedes aegypti*.
3. Elaborar proposta de utilização do SIG que possa ser aplicada a outros locais, além da área de abrangência desta pesquisa.
4. Subsidiar a tomada de decisão nas atividades desenvolvidas pelo projeto de prevenção da dengue na cidade universitária.
5. Elaborar um mapa síntese do risco de ocorrência do mosquito a partir da bibliografia existente sobre a ecologia do *Aedes aegypti*.
6. Comparação do mapa produzido a partir da bibliografia com os dados obtidos com o levantamento em campo usando armadilhas.
7. Elaboração do mapa síntese de risco de transmissão de dengue.
8. Criar um banco de dados georreferenciados para armazenar, sistematicamente, dados sobre a ocorrência de focos do *Aedes aegypti* na área

de abrangência deste estudo, de forma que seja possível qualificar e mensurar os recursos materiais e humanos empregados nas atividades de controle da proliferação do mosquito.

9. Elaborar proposta de utilização do SIG que possa ser aplicada a outros locais, além da área de abrangência desta pesquisa.

4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Geoprocessamento

A aquisição de informações sobre a distribuição geográfica de recursos minerais, vegetação, fauna, terras cultiváveis e territórios sempre foi uma atividade importante das sociedades organizadas.

Até pouco tempo atrás, isto era feito apenas em documentos e mapas em papel, o que representava um impeditivo para análises que combinassem diversos mapas ou outros dados. (CÂMARA, et al., 2009).

Com o aperfeiçoamento, na segunda metade do século XX, da tecnologia de informática, tornou-se possível armazenar e tratar dados geográficos em ambiente computacional, abrindo caminho para os mapas digitais e, conseqüentemente para o Geoprocessamento. (TEIXEIRA e col., 1992)

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para sintetizar, de forma sistemática, a informação geográfica. (CÂMARA, et al., 2009) Além da sistematização das informações geográficas, outra vantagem do geoprocessamento é a automatização de processos envolvendo milhões de operações matemáticas por segundo, tornando possível a geração, praticamente instantânea, de informações que no passado só seriam obtidas com dias, semanas ou até mesmo meses de trabalho.

Nesse sentido, a automatização de processos tem sido realizada por meio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que são ferramentas do Geoprocessamento que permitem realizar análises complexas. Também são

capazes de integrar dados de diferentes fontes armazenados em bancos de dados georeferenciados. (CÂMARA, et al., 2009)

Inicialmente houve uma demanda, por Sistemas de Informações Geográficas, quase que exclusiva dos governos de países desenvolvidos; porém, com a diminuição dos custos de aquisição, os SIG's se aperfeiçoaram e se difundiram, existindo hoje milhares de sistemas em funcionamento no mundo todo.

É importante mencionar que ao contrário do SIG, outra categoria de *softwares* conhecida como CAD – *Computer Aided Design*, amplamente utilizada para elaboração de desenhos técnicos em 2 e 3 dimensões, é normalmente empregado em trabalhos de arquitetura, engenharia e, até para estudos geográficos na elaboração de mapas mais simples. Contudo, quando o objetivo é processar análises espaciais complexas, sobrepondo planos de informação e correlacionando seus atributos de forma automática, o CAD revela-se inapropriado. O software dessa categoria, mais conhecido e difundido no mundo é o AutoCAD desenvolvido pela empresa Autodesk, inc.

Pode-se dizer que o SIG é capaz de estabelecer um arranjo entre entidades relacionadas ou conectadas de forma que constituam um todo organizado com características próprias e subordinadas a processos conhecidos. Segundo TEIXEIRA e col. (1992), essas entidades podem ser definidas conforme abaixo:

As entidades são elementos ou objetos tomados como unidades básicas para a coleta de dados. Os dados relacionam-se com os atributos, que caracterizam e fornecem significado à unidade estudada. Por exemplo, pode-se tomar um lugar como entidade, e as suas características de solo, relevo e uso da terra como alguns de seus atributos. O conjunto de entidades (lugares) corresponde à área

estudada. Os dados disponíveis sobre os atributos representam a riqueza informativa. (TEIXEIRA e col., 1992, P.10).

Ainda de acordo com TEIXEIRA e col. (1992), há a necessidade de definir adequadamente os termos **dado** e **informação**, pois a utilização destes de forma indiscriminada poderá levar a alguns equívocos. (Figura 1)

Um dado é um símbolo usado para representação de fatos, conceitos ou instruções em forma convencional ou pré-estabelecida e apropriada para a comunicação, interpretação ou processamento por meios humanos ou automáticos, mas que não tem significado próprio. Já informação é definida como o significado que o ser humano atribui aos dados, utilizando-se de processos pré-estabelecidos para sua interpretação. Concluindo, pode-se dizer que os dados são um conjunto de valores, numéricos ou não, sem significado próprio e que informação é o conjunto de dados que possuem significado para determinado uso ou aplicação. (TEIXEIRA e col., 1992, p.10).

Figura 1 – Diferença entre dado e informação. Extraído de TEIXEIRA e col. 1992.

Segundo KONECNY (2003), os dados processados pelo SIG estão disponíveis basicamente em três formatos: dados espaciais (identificadores), vetores e imagens (matricial).

O identificador é o arquivo que possui a função de juntar atributo e elemento de representação gráfica, seja ele vetor ou matriz.

No formato vetorial, consideram-se três elementos gráficos: ponto, linha e polígono.

O ponto é representado por um par de coordenadas espaciais (N,E). Ao ponto são anexados dados não espaciais (atributos), diferenciando-os quanto ao tipo. A linha representa um conjunto de pontos conectados entre si. (Figura 2)

O polígono é um conjunto de linhas conectadas de forma que o último ponto coincida com o primeiro, criando um perímetro ou área. (Figura 2)

Figura 2 – Representação vetorial, extraído de Câmara & Davis et. al., 2008, p.19

O formato matricial, ou “*raster*”, como também é conhecido, é representado por células “*pixel*”, organizadas hierarquicamente. Cada célula possui um valor de atributo, um número de linha e um número de coluna que a localiza e diferencia em um conjunto. (Figura 3)

Figura 3 - Estrutura matricial, extraído de Câmara & Casanova et.al. 2005, p.41

Os conjuntos de células podem ser formados por células de diferentes tamanhos ou resolução. “A resolução é dada pela relação entre o tamanho da célula no mapa ou documento e a área por ela coberta no terreno”. (CÂMARA & MONTEIRO, p.2-17). (Figura 4)

Figura 4 – Exemplo de um mapa representado por célula (pixels) de diferentes tamanhos (diferentes resoluções). Extraído de Câmara & Monteiro p. 2-17

Como exemplos de dados em formato matricial tem-se: imagem de satélite, fotografia aérea, carta topográfica digitalizada, imagem de radar, etc.(Figura 5)

Figura 5 – Exemplo de imagem de satélite (composição colorida TM/LANDSAT para Região de Manaus). Extraído de Câmara & Monteiro p. 2-11

Os dados matriciais e vetoriais, chamados de dados de entrada por KONECNY (2003), podem ser adquiridos por meio de computadores de mesa ou portáteis, computadores de mão “*palm tops*”, receptores para *Global Positioning System GPS*, e “*scanners*”

Como canais de saída são utilizadas, geralmente, as impressoras. No entanto, atualmente muitas informações produzidas pelos SIG's, são disponibilizadas para visualização e aquisição por meio da internet (*world wide web*) e redes locais.

Como exemplos de operações realizadas com Sistema de Informações Geográficas podem ser citadas as de processamento de imagens, análise geográfica, modelagem digital do terreno, modelagem de redes, consulta à bancos de dados relacionais, geração de cartas, intercâmbio de dados com vários formatos de arquivos e gerenciamento de mapas. (CÂMARA e col., 1996)

4.1.1 Sistema de Informações Geográficas e o serviço de saúde pública

Os Sistemas de Informações Geográficas são instrumentos aplicados a diversas áreas do conhecimento, entre elas a epidemiologia. Por meio

de análises sobre a variação espacial das ocorrências em saúde, o SIG tem se mostrado capaz de integrar a epidemiologia e a geografia fornecendo instrumentos para caracterização e análise de dados espaciais. (GLASS, 2000)

Com mais frequência, o geoprocessamento tem sido utilizado para analisar as relações estabelecidas entre os fatores patológicos (agentes, vetores, hospedeiros e homem) e os fatores geográficos (clima, solo, vegetação, densidade demográfica, etc.). (RICHARDS, 1999)

Um caso a ser mencionado sobre o uso do SIG em saúde pública é o de Campinas em 2002 / 2003, descrito por LIMA e col. (2003). Neste caso, o sistema foi empregado como ferramenta para o controle da dengue no município. Foram unificados os esforços entre a Secretaria Municipal de Saúde, a Superintendência de Controle de Endemias (SUCEN) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

O projeto teve por objetivo o uso do SIG para armazenamento e análise de dados, planejamento, apoio ao trabalho prático diário, avaliação de rotinas e ampliar o conhecimento sobre diversos aspectos da doença. Segundo a avaliação dos organizadores do projeto, o SIG contribuiu com as atividades de planejamento e de campo, propiciando uma melhora na qualidade das informações sobre a dengue no município. Contudo, foram apontadas dificuldades durante a realização do projeto como: a dificuldade de aceitação da nova tecnologia pela administração municipal, a imprecisão de dados coletados em campo, quando comparados com dados da base existente na época, e dificuldade de aquisição e manipulação de dados atualizados.

De acordo com BARCELLOS & RAMALHO (2002), o setor da saúde no Brasil possui um extenso banco de dados, que abrange informações fundamentais sobre morbidade, cadastros de pessoas e recursos. Os dados vêm sendo armazenados em diversos sistemas de informações como o Sistema de Informação sobre Morbidade (SIM), Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC), Sistema de Informação sobre Agravos Notificados (SINAN), Sistema de Informação sobre Procedimentos Ambulatoriais (SAI), Sistema de Informação sobre Internações Hospitalares (SIH), etc. Em alguns casos, estes sistemas contam com séries históricas de vinte anos, constituindo uma rica fonte para análises.

Talvez o mais conhecido desses sistemas seja o Sistema único de Saúde (SUS), cujo banco de dados possui abrangência nacional. Esses dados são repassados entre todas as esferas de governo, cabendo aos municípios a captação, com o correto preenchimento dos campos do sistema, inclusive dos que tratam da localização geográfica, como logradouro, CEP e bairro de residência. Com exceção dos dados de identificação do paciente e sua residência, os demais dados são amplamente divulgados por meio de publicações em papel, mídia digital, internet pela *home page* do Ministério da Saúde, etc.(BARCELLOS & RAMALHO, 2002).

Existem outras instituições públicas federais e estaduais, produzindo bases de dados com o intuito de inseri-las num Sistema de Informações Geográficas, entre os quais a Empresa Metropolitana de Planejamento – EMPLASA, com a produção de bases cartográficas digitais e ortofotos da Região Metropolitana de São Paulo chegando à escala de 1:5000, e

o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, que acumula uma vasta quantidade de dados em séries históricas, em especial a base territorial do Censo e seu números.

Contudo, se por um lado existem dados sendo produzidos em todas as esferas de governo, por outro há o desafio de integrá-los. As barreiras são mais políticas e burocráticas do que técnicas.

Há um grande volume de trabalhos científicos abordando o uso do geoprocessamento na área de saúde, alguns resultando em soluções técnicas viáveis, porém são raras as iniciativas de cooperação inter-setorial em todas as esferas de governo, que beneficiem a integração efetiva dos sistemas e dados existentes.

4.2 *Aedes aegypti* e sua ecologia

O *Aedes aegypti* é o principal mosquito transmissor do vírus da dengue no mundo todo, embora que, outras espécies do gênero *Aedes* também possam atuar como transmissores como é o caso do *Aedes albopictus*, identificado como transmissor da dengue na Ásia, embora seja considerado menos eficiente.

O *Aedes aegypti* é descrito como um mosquito de hábitos diurnos, com preferência pelo ambiente doméstico urbano onde busca abrigo da luz e de correntes de ar mais fortes, em lugares normalmente úmidos como banheiros, dispensas, cozinhas ou quaisquer outras dependências onde haja móveis, utensílios ou equipamentos que possam lhe oferecer proteção.

O período do dia no qual o mosquito se torna mais ativo, corresponde ao final da tarde e começo da noite. No entanto, em locais abrigados do vento e da luz, como os interiores das edificações, sua movimentação pode ocorrer em outros momentos do dia, principalmente sob a influência de temperaturas favoráveis.

Apesar de possuir um tamanho bem reduzido, o *Aedes aegypti* pode ser identificado por sua coloração preta com manchas brancas.

De origem africana, o *Aedes aegypti*, foi introduzido no continente americano durante o período colonial. A espécie é encontrada ao redor do mundo entre os limites de 45° de latitude norte e 35° de latitude sul, correspondente às regiões tropicais e subtropicais. No entanto, caso se confirmem as projeções de 2°C de elevação da temperatura global até o final do século XXI, a abrangência espacial do vetor da dengue poderá alcançar latitudes maiores. Este fato poderá fazer com que o vírus da dengue seja disseminado em locais onde nunca foi identificado. Neste caso, a falta de preparo das autoridades para lidar com essa nova ameaça à saúde pública, poderá contribuir com uma rápida infestação de *Aedes aegypti* e conseqüentemente com casos de dengue.

Há um consenso entre os autores consultados, sobre a influência de condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da espécie, entre eles temperaturas entre 16°C e 32° C, existência de reservatórios naturais ou artificiais com água pouco poluída, presença de vertebrados uma vez que em sua fase reprodutiva, o mosquito necessitará de repastos sangüíneos para a maturação dos ovos, o que a princípio, explica sua preferência pela proximidade com o ser humano.

Popularmente o *Aedes aegypti* é conhecido como um mosquito que se alimenta exclusivamente de sangue humano, o que não corresponde à realidade. Tanto os machos como as fêmeas adultas se alimentam preferencialmente de néctar e sucos vegetais durante sua vida, no entanto, as fêmeas necessitam de sangue de animais vertebrados após a cópula conforme descrito acima (SUCEN, 2001).

Em períodos com pouca ocorrência de chuvas e temperaturas médias inferiores à 16°C ou superiores à 40°C, o *Aedes aegypti* tem suas chances de sobrevivência reduzidas. Contudo, nos ambientes urbanos a oferta de criadouros artificiais como caixas d'água destampadas, calhas entupidas, pratos e/ou vasos de plantas cheios de água, garrafas destampadas estocadas a céu aberto, lixeiras, piscinas desprotegidas e descuidadas, vasos sanitários e pias em edificações fechadas por longos períodos e, pneus velhos abandonados com água acumulada, praticamente anulam os efeitos da falta de chuvas.

A longevidade do mosquito é de 30 a 40 dias e durante sua vida, passa por duas fases de desenvolvimento: imatura ou aquática, correspondente aos estágios de ovo, larva e pupa e, adulto ou fase terrestre (fig. 6). (SUCEN, 2001).

Figura 6 - Ciclo de vida do mosquito da dengue (*Aedes aegypti*), extraída da cartilha da SUCEN - 2001

A fase de maior resistência é a do ovo, pois mesmo que venha ocorrer o ressecamento, ele pode sobreviver por um período que varia de seis meses a um ano. Contudo, se a escassez de água ocorrer na fase pupal, todos os indivíduos poderão morrer. Em condições favoráveis de umidade e temperatura, o desenvolvimento para a fase larvária, que possui quatro estágios, leva de dois a três dias. As larvas se desenvolvem em recipientes que contêm água, em ambientes desabrigados ou abrigados da luz e calor excessivos, preferencialmente em água pouco poluída. São dotadas de grande mobilidade e alimentam-se de detritos orgânicos, fungos, bactérias e protozoários existentes na água. (CONSOLI, R. A .G. B; OLIVEIRA, R. L. , 1998)

A fase pupal tem duração de dois dias em média. Nesta fase elas não se alimentam, apenas respiram, mantendo boa mobilidade. (SUCEN, 2001).

O mosquito adulto alimenta-se de néctar e sucos vegetais açucarados e a fêmea, após a cópula, necessita de sangue para maturação dos ovos, embora se alimente de sangue de outros vertebrados conforme citado anteriormente. A preferência, todavia, é pelo sangue humano, uma vez que o *Aedes aegypti* está muito bem adaptado ao ambiente urbano, no qual tem encontrado com facilidade as condições para sua sobrevivência, razão pela qual seu raio de vôo raramente ultrapassa 100 metros.

O intervalo entre a alimentação sangüínea e a oviposição pode levar de dois a três dias. (SUCEN, 2001).

Essa espécie de mosquito é considerada como uma das que possuem a fase imatura mais curta, provavelmente pela adaptabilidade anteriormente citada e por utilizarem recipientes pequenos para oviposição. A fase imatura menor pode significar um aumento das taxas de reprodução, acarretando a proliferação intensa da espécie.

Em termos de território, o *Aedes aegypti* costuma infestar as áreas urbanas com grandes aglomerados populacionais, onde haja produção de grande quantidade de dejetos sólidos, em função do padrão de consumo humano, principalmente embalagens plásticas e garrafas. A situação pode se tornar mais grave, se as condições descritas acima estiverem associadas a condições precárias de vida, ausência de água encanada, falta de coleta de esgoto e lixo, principalmente em ambiente de favela ou cortiço.

A distribuição espacial do vetor e a intensidade da infestação são fatores importantes para determinação das áreas onde a população está exposta ao risco de contaminação pelo dengue. O conhecimento desses fatores pode

auxiliar na realização das ações dos programas de controle da proliferação do mosquito.

Para que seja possível medir a intensidade de uma infestação em um determinado local são utilizados índices obtidos por meio de cálculos que consideram, por exemplo, médias ou percentuais de recipientes ou edificações infestados por ovos, larvas, pupas ou indivíduos adultos.

Entre os índices mais conhecidos está o Índice de Breteau, que é o índice de densidade larvária, que possui como limite de segurança o valor 5, baseado em estudos realizados pela Organização Mundial da Saúde em países afetados pela ocorrência de outra doença transmitida pelo *Aedes aegypti*, a febre amarela.

Por meio do Índice de Breteau são obtidas estimativas, dividindo-se o número de recipientes positivos (y), ou seja, recipientes onde foram encontradas larvas de *Aedes aegypti*, por exemplo, pelo número de edificações pesquisadas (x) e multiplicando esse quociente por 100.

$$IB = 100 \times \sum y / \sum x$$

4.3 Ações governamentais de combate a dengue

No Brasil o combate ao *Aedes aegypti* iniciou no século XX. É atribuída a Oswaldo Cruz, a primeira campanha pública para eliminação de focos do mosquito em 1902. O objetivo era o combate à Febre Amarela Urbana (FAU), transmitida pelo mesmo vetor da dengue.

Embora considerado erradicado no Brasil durante as décadas de 1950/60, em 1976 o *Aedes aegypti* retornou ao país em função de falhas atribuídas a vigilância epidemiológica e a mudanças sócio-ambientais.

A primeira grande onda epidêmica registrada no país ocorreu em 1986 / 1987 apresentando incidências de 35,2 e 65,1 casos / 100.000 habitantes, e uma segunda onda afetou os estados do Ceará e do Rio de Janeiro entre 1990 e 1991. Três anos mais tarde observou-se que o vetor havia se espalhado por vários estados e municípios elevando rapidamente os números de casos da doença. (BRAGA & VALLE, 2007).

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) foi criada em 1990, tornando-se responsável pela ordenação das atividades de combate a dengue. Em 1996 foi elaborado o Plano de erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), pelo Ministério da Saúde, prevendo atividades integrando outros ministérios. O Plano foi dividido em nove componentes: 1) Entomologia; 2) Operações de campo de combate ao vetor; 3) Vigilância de portos, aeroportos e fronteiras; 4) Saneamento; 5) Informação, educação e comunicação social; 6) Vigilância epidemiológica e sistema de informação; 7) Laboratório; 8) Desenvolvimento de recursos humanos; 9) Legislação de suporte.

Segundo BRAGA & VALLE (1998), o PEAa só conseguiu dar início ao processo de implantação das medidas pretendidas por meio de convênios estabelecidos com 3.701 municípios entre 1997 e 1999. No total foi investido mais de um bilhão de reais para a estruturação das ações nesses municípios. Porém, com o aumento do número de casos de dengue, e do número de municípios infestados por *Aedes aegypti*, ficou evidente que o PEAa não havia

alcançado o sucesso esperado. Estima-se que isso tenha ocorrido em função da descontinuidade das ações de combate ao mosquito e a deficiências de gerenciamento nos municípios.

Em 2001 o objetivo de erradicar o *Aedes aegyoti* foi oficialmente alterado para o controle do vetor, priorizando o atendimento aos municípios com maior incidência de casos de dengue. Em 2002 foi implantado o Plano Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Este plano sofreu algumas mudanças com relação aos modelos anteriores, destacando-se entre elas o desenvolvimento de instrumentos mais eficazes de acompanhamento e supervisão das ações desenvolvidas pelo Ministério da Saúde, estados e municípios.

Como se vê, existem ações sendo desenvolvidas nas esferas: federal, estadual e municipal. Contudo, os municípios têm atuado como os principais agentes nas atividades de localização e controle dos focos do mosquito (Quadro 1).

ATIVIDADES	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
ROTINEIRAS	Visita a imóveis residenciais para eliminação de criadouros e orientação à população	Pesquisa de larvas e alados em amostra de Pontos Estratégicos e Imóveis Especiais	Definição de Normatização das atividades de controle
	Avaliação de Densidade Larvária em amostra de Imóveis	Avaliação de Densidade Larvária em amostra de Imóveis segundo município	Repasse de insumos para o controle químico (inseticidas e solventes)
	Pesquisa em Imóveis Especiais	Avaliação de Densidade Larvária em amostra de Imóveis segundo região	Supervisão aos níveis Estaduais e Municipais
	Pesquisa em Pontos Estratégicos	Atuação suplementar quando da insuficiência do nível municipal	Definição de campanhas e Agenda de alcance nacional
	Divulgação no âmbito municipal e encaminhamento de Informações ao nível Estadual	Definição de normas no âmbito estadual, em conformidade com o nível federal	Divulgação das informações no âmbito Nacional
	Estruturação de Comitê Municipal de Combate à Dengue	Definição de campanhas e Agenda Estadual	
	Elaboração de Plano Municipal de Contingência da Dengue	Supervisão ao nível municipal	
		Realização de Pesquisa visando a evolução e eficácia das formas de	
		Divulgação no âmbito estadual e encaminhamento de Informações ao nível Federal	
		Monitoramento de Susceptibilidade dos Vetores ao Inseticida	

ATIVIDADES	MUNICIPAL	ESTADUAL	FEDERAL
EMERGENCIAIS	Notificação de casos de dengue Busca ativa de casos em área de suspeita de transmissão Atividades de bloqueio em área com suspeita de transmissão	Notificação de casos de dengue Atividades de bloqueio de forma suplementar aos municípios, em área com suspeita de transmissão Realização de exames laboratoriais para diagnóstico, até incidência definida para o local	

Quadro 1 – Atividades de controle da dengue conforme esferas de governo. Extraído de (http://www.sucen.sp.gov.br/download/vetores_geral/den_ativid.pdf) Acesso em 27/07/2009.

Embora utilizando recursos financeiros fornecidos pelos governos federal e estadual, são principalmente os municípios que mobilizam profissionais e materiais para as tarefas de coleta de dados em campo, manipulação de armadilhas, aplicação de inseticidas, distribuição de panfletos e cartilhas para comunidade. A distribuição das cartilhas é feita de domicílio em domicílio, através de escolas, de entidades religiosas ou de outras instituições.

Conforme discutido anteriormente, os serviços municipais de saúde vêm abastecendo os bancos de dados estaduais e federais, como o do Serviço Único de Saúde (SUS). Estes bancos de dados são alimentados sob o pretexto de realizar análises voltadas à avaliação e planejamento das ações empreendidas. Todavia, costumeiramente esses dados são analisados apenas em forma de tabelas e gráficos ou simplesmente mantidos como banco cadastral. Apresentam, ainda, falta de integração entre os diversos setores envolvidos com o processamento dos dados; o que compromete o adequado andamento das atividades, gerando morosidade e desperdício de recursos.

Com isso, iniciativas visando à incorporação de tecnologias de geoinformação aplicadas ao serviço de saúde pública, em busca da produção de

informações mais detalhadas sobre a dengue, apontam uma nova perspectiva para as atividades de controle da proliferação do mosquito.

5 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO) que está situada no bairro do Butantã, região oeste no município de São Paulo, SP, sob as coordenadas geográficas 46°43'W e 23°33'S (Figura 7). Ocupa uma área de 4.434,025 m², a uma altitude média de aproximadamente 750m. De sua área total, cerca de 80% é ocupada por áreas verdes, estacionamentos e avenidas, e o percentual restante ocupado por edificações. (DELITTI e col., 1994)

Figura 7 – Localização da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira (CUASO – USP)

O clima é classificado por (Köppen, 1948 – providenciar referência bibliográfica completa), como subtropical - Cfa, com diminuição de chuvas no inverno e com temperaturas médias moderadamente altas nos verões.

Segundo dados do Instituto Astronômico e Geofísico da USP, as temperaturas médias mensais no município de São Paulo variam entre 16° C em julho e 22,4° em fevereiro (Figura 8), enquanto as médias mensais de precipitação pluviométrica são de 22,1mm em agosto e 234,3mm em janeiro (Figura 9). Os dados foram gerados no período correspondente aos anos de 2003 a 2008, conforme gráficos abaixo.

Figura 8 – Temperaturas médias mensais obtidas entre 2003 e 2008 no município de São Paulo. Extraído do Atlas Ambiental do Município de São Paulo.

Figura 9 – Médias mensais de precipitação pluviométrica obtidas entre 2003 e 2008 no município de São Paulo. Extraído do Atlas Ambiental do Município de São Paulo.

Além das temperaturas médias apresentadas, outras informações sobre a amplitude térmica registrada no município de São Paulo e na Região Metropolitana é o mapa de isotermas sobre imagem de satélite (Figura 10), e o mapa de temperaturas de superfície (Figura 11), que representa a situação do momento do registro em 03 de setembro de 1999 às 09:57h, onde é possível observar de forma mais específica a temperatura no campus da USP e em seu entorno.

Figura 11 – Mapa de temperatura de superfície extraído do Atlas Ambiental do município de São Paulo

A vegetação presente no campus é basicamente composta por remanescentes de mata secundária composta por fragmentos existentes entre as áreas edificadas que se encontram em estágios variados de degradação e regeneração.

Esses fragmentos estão localizados no domínio das florestas ombrófilas densas, ou seja, vegetação sempre verde, composta por espécimes que podem atingir alturas entre 30 e 40 metros sobre a vegetação arbustiva composta por samambaias, trepadeiras, bromélias e helicônias (Manual técnico de vegetação – IBGE).

Esta mata, apresenta ainda, relações florísticas com a vegetação estacional semidecidual caracterizada por vegetação típica do bioma de Mata Atlântica e condicionada a dois períodos, um de maior umidade e outro de seca quando a vegetação pode perder de 20% à 50% das folhas. (referencia)(Veloso et al., 1991 – completar a referência).

No entorno dos edifícios e em seus interiores são encontrados espécimes vegetais nativos e exóticos, usados na ornamentação e paisagismo, entre os quais podem ser vistos exemplares de bambu (*Conioporium bambusae*) ou , azaléia (*Rhododendron indicum*), pitangueira (*Eugenia uniflora*), ameixeira (*Eribothrya japonica*), goiabeira (*Psidium guaiava*), pata-de-vaca (*Bauhinia fortificata*), amoreira (*Morus alba*) e, outras espécies não identificadas pelo autor.

Ao longo do sistema viário da Cidade Universitária, nos canteiros centrais, nas praças, rotatórias, nas áreas ajardinadas e em locais não edificadas e sem cobertura de vegetação arbórea densa, ocorre a presença de grama e diversos tipos de capim, também não identificados neste trabalho.

6 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

1ª FASE – levantamento de dados e bibliografia

A idéia de elaboração deste trabalho surgiu em 2009 na ocasião do início das atividades do projeto “Meu Ambiente” aplicado a Cidade Universitária Armando Sales de Oliveira (CUASO). Esse projeto-piloto de monitoramento do *Aedes aegypti* voltado para prevenção da dengue na Cidade Universitária, campus de São Paulo, foi uma iniciativa da Coordenadoria do campus e que conta com a parceria da Faculdade de Saúde Pública da USP, da Secretaria de Saúde do Município de São Paulo, do Instituto de Pesquisa do Discurso do Sujeito Coletivo e o Laboratório de Cartografia do Departamento de Geografia da FFLCH.

Na intenção de colaborar com o projeto “Meu Ambiente”, foi elaborado um mapa com a localização dos pontos de monitoramento de ocorrência de mosquitos.

As reuniões e atividades iniciais de campo do projeto “Meu Ambiente”, ajudaram à estabelecer os objetivos desta dissertação e determinar um ponto de partida para a pesquisa bibliográfica, em busca de informações sobre o *Aedes aegypti*. Dados sobre a origem do mosquito e sua ecologia, seus hábitos e as condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento e proliferação, foram levantados a fim de orientar a elaboração deste trabalho que tem como objetivos principais a elaboração do mapa de risco de ocorrência do *Aedes aegypti* no campus e, do mapa de risco de contaminação por dengue.

Foram realizadas também consultas por meio da internet em *websites* institucionais como: SUCEN, Fundação Osvaldo Cruz e Ministério da Saúde, em busca de dados e informações complementares às referências impressas.

2ª fase – atividades de campo

Em junho de 2009, foram feitas as primeiras visitas técnicas para identificação dos locais, considerados estratégicos pelos profissionais da Faculdade de Saúde Pública da USP, para instalação de armadilhas, a fim de se verificar a ocorrência ou não, do *Aedes aegypti* e de outras espécies de relevância sanitária, ou seja, capazes ou potencialmente capazes de atuarem como vetores de doenças. (Consoli et al. – 1994). O acompanhamento destas visitas, permitiu uma melhor compreensão a respeito das variáveis ambientais relacionadas com a ocorrência de mosquitos, em especial o *Aedes aegypti*.

Nesta fase do trabalho, percorreu-se o campus, também, para verificar a existência de potenciais criadouros para mosquitos, principalmente daqueles constituídos de pequenos reservatórios de água da chuva e/ou reservatórios abastecidos pelo homem.

Foi observado que em alguns lugares, nas imediações da Escola Politécnica (barracões) (Figura 12), do Instituto de Biociências (Figura 13), da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (estacionamento e fundos), tanto na parte externa como na parte interna dos edifícios, a presença de recipientes como copos descartáveis, latas de refrigerante, garrafas d'água e tampas de garrafas, além de sacos plásticos e pedaços de telhas e tijolos, todos

contendo pequena quantidade de água. Caixas de inspeção também foram observadas na ocasião contendo água acumulada.

Figura 12 – Caixa de inspeção próximo aos barracões da Escola Politécnica. Fonte: Coordenadoria do campus, 2010.

Figura 13 – Instituto de Biociências, lavatório e balde plástico deixados a céu aberto. Fonte: Coordenadoria do campus, 2010.

Embora tenham sido observados objetos que pudessem servir de reservatório de água, logo como potenciais criadouros, estes não foram mapeados, pois, a distribuição destes objetos e o tempo de permanência nos locais não é constante.

Após as observações de campo e a definição dos pontos estratégicos para o monitoramento, foram instaladas as armadilhas, chamadas de *adultrap* (Figura 14), que são recipientes feitos de plástico de cor escura, nos quais uma pequena quantidade de água, cerca de 500ml, fica armazenada servindo de atrativo para as fêmeas grávidas. Uma vez dentro da armadilha, os mosquitos não conseguem sair, permitindo assim sua coleta para contagem e demais análises laboratoriais.

Figura 14 – Armadilha domiciliar e peridomiciliar para captura de *Aedes aegypti*, adultrap.

Uma das propostas de análise para efeito de conclusão desta dissertação foi a de proceder, com a comparação dos resultados das coletas feitas por meio das armadilhas a fim de verificar, se o mosquito está ou não

presente na área de estudo, tendo como alvo as áreas representas no mapa como sendo de risco para ocorrência do *Aedes aegypti*.

3ª fase – aplicação do geoprocessamento, análise e comparação dos dados e bibliografia

Durante o período inicial da pesquisa bibliográfica, tendo como base as informações a cerca da ecologia do mosquito e do histórico de focos de infestação no Brasil, buscou-se identificar as variáveis (Quadro 2) capazes de contribuir com a ocorrência do *Aedes aegypti* em um determinado lugar e, posteriormente, com o risco de contaminação por dengue.

Percebeu-se então, que fatores ambientais como temperatura, pluviosidade, nível de urbanização e a presença de vertebrados, no caso o ser humano, têm grande importância para a proliferação do mosquito.(Quadro 2).

VARIÁVEL	SIGLA	DESCRIÇÃO
TEMPERATURA	T	Temperatura média mensal
PLUVIOSIDADE	P	Média de pluviosidade anual
EDIFICAÇÕES	ED	Ambientes sombreados e abrigados do vento no interior das edificações
VEGETAÇÃO	VEG	Fragmentos florestais, áreas arborizadas e vegetação ornamental próximos as edificações
JARDINS-INTERNOS	JI	Espaços internos aos edifícios, ocupados por vegetação ornamental e sem proteção contra chuva.
VERTEBRADOS	V	Concentração de seres humanos e outros vertebrados cujo sangue possa servir de alimento para as fêmeas na época da maturação dos ovos

Quadro 2 – Variáveis ambientais favoráveis à proliferação do *Aedes aegypti*.

A temperatura ambiente representa uma variável de grande importância, conforme descrito anteriormente. As médias mensais de temperatura do município de São Paulo, expressas no gráfico (Figura 8) da pag.29 serviram de base para este estudo. A ausência de dados de temperatura de todo o campus, impediu a realização de um estudo mais detalhado que possibilitasse a identificação de zonas de temperaturas diferentes na área da (CUASO).

A série histórica de temperaturas empregada corresponde ao período compreendido entre os anos de 2003 e 2008. Verifica-se que nos meses

de maio à agosto ocorreu uma queda da temperatura, próximo do limite considerado como mínimo para ocorrência do *Aedes aegypti*.

Com a finalidade de colaborar com essa pesquisa, foi disponibilizada pela Coordenadoria do campus, uma planta geral da Cidade Universitária (CUASO), em formato digital (.dwg) arquivo gerado em AutoCAD, na escala de 1:1000 .

Foi empregado também, um conjunto de ortofotos da região metropolitana de São Paulo, cedidas pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. (EMPLSA), cujo voo em escala de 1:5000, foi realizado em 2007. As ortofotos utilizadas para localização da área de estudo e identificação de fatores relevantes para a elaboração dos mapas, já possuíam georreferenciamento, o que simplificou parte do trabalho.

Os planos de informação ou *layers*, foram então editados no SIG, um por vez, num total de cinco, sendo: limite do campus, sistema viário, edificações, hidrografia, vegetação e jardins-internos.

A primeira providência foi a realização do posicionamento adequado dos elementos, com base na ortofoto georreferenciada em escala 1:5000.

Com relação ao plano de informação “vegetação”, foi levado em conta os principais fragmentos de mata, vegetação arbustiva do entorno próximo dos edifícios e vegetação usada na ornamentação dos interiores de alguns edifícios. A consideração da vegetação se deve ao fato de que o mosquito se alimenta de néctar e/ou seivas açucaradas (SUCEN, 2001), embora não haja citações sobre quais espécies de plantas sejam preferidas pelos mosquitos.

Segundo informações da Fundação Osvaldo Cruz, os mosquitos procuram alimento em flores diversas e frutas.

Grama e outros tipos de capins porte “rasteiro”, ou seja, muito próximo do solo e em campo aberto, não foram considerados nas análises, pois segundo a bibliografia consultada, há a preferência por parte dos mosquitos, por vegetação em locais abrigados do sol e do vento.

O plano de informação “edificações” (figura x) foi considerado fundamental às análises, pois, é apontado nas referências como o ambiente preferido para permanência dos mosquitos adultos por oferecer abrigo da luz e do vento, além de representar, em boa parte das vezes, o provável local para realização de repasto sangüíneo, no período reprodutivo do *Aedes aegypti*. Outra hipótese levantada com relação a importância desta variável foi a da possibilidade de existência de criadouros, no interior das edificações, o que aumenta sua relevância.

Inserir figura x exemplo de mapa de edificações aqui.

O fato de existir em boa parte dos edifícios os chamados jardins-internos, levou a considerar a importância deste como plano de informação, uma vez que nesses locais ocorre uma sobreposição de variáveis importantes para a ocorrência de mosquitos. São locais ao mesmo tempo abrigados dos ventos, da luz intensa do sol, com a presença de plantas que podem servir de alimento e abrigo para os mosquitos. São espaços normalmente mais úmidos e que geralmente não possuem proteção contra a chuva, ou seja, sem cobertura.

O plano de informação “jardim-interno” foi obtido a partir da análise e vetorização sobre a ortofoto, em formato de polígono.

A presença de vertebrados, neste caso pessoas, constitui outro dado importante. Este foi atrelado ao plano de informação “edificações” já que os dados sobre a população do campus estão disponíveis por faculdade.

Para o tratamento e edição dos dados, necessários à elaboração dos mapas, o equipamento utilizado foi um microcomputador portátil, dotado de microprocessador Pentium da Intel®, disco rígido com capacidade de armazenamento de 250 GB e 3GB de memória virtual. Tal configuração teve por objetivo atender aos requisitos do *software* proprietário utilizado.

A inserção dos dados disponibilizados, no sistema, foi feita de forma direta, pois estes já se encontravam em formato digital, sem a necessidade de efetuar a digitalização de nenhum documento ou informação.

O computador a ser utilizado deverá atender aos requisitos básicos de configuração definidos pelo Spring, ou seja, processador com velocidade de 500MHz ou maior, memória virtual (*RAM*) de 128MB, 70MB de espaço livre no disco rígido (*HD*) para a instalação do programa e sistema operacional Windows 95/98/ME/NT/XP/Vista. Também é possível utilizar o Spring em ambiente Linux, porém, neste caso, algumas alterações de configuração serão necessárias.

Outros recursos materiais

A princípio deverão ser utilizados outros recursos como: armadilhas, carro, pranchetas, mapas impressos, equipamento de proteção individual, e outros que sejam julgados necessários.

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Conforme as concepções iniciais do projeto de prevenção da dengue, na Cidade Universitária Armando Sales de Oliveira (CUASO), do qual este estudo faz parte, serão instaladas armadilhas no campus para verificar a presença do *Aedes aegypti*.

Foi realizada uma etapa preliminar para identificar locais para instalação das armadilhas. Nesta etapa o campus foi dividido em dois setores, inicialmente designados como “setor sul” e “setor norte” constituídos respectivamente por 43 e 36 pontos de instalação. O motivo desta divisão é a limitação de armadilhas que estarão disponíveis.

Está sendo considerada a utilização das dependências do Laboratório de Cartografia (LABCART), do Departamento de Geografia, para armazenamento e processamento dos dados.

Estima-se que as atividades do projeto de prevenção contra a dengue terão início em setembro de 2009, quando as armadilhas serão instaladas. Isso não representa prejuízo à pesquisa, pois nos meses de inverno os índices de reprodução do mosquito são mais baixos.

Até o início das atividades de campo pretende-se montar uma base cartográfica que auxilie no planejamento das ações. Esta base poderá ser obtida em papel ou em formato digital. Caso esteja disponível apenas em papel,

serão utilizados *scanners* e funcionalidades do SIG para vetorização e georreferenciamento.

Pretende-se também, inserir em banco, dados resultantes de pesquisas sobre temperatura, pluviosidade, vegetação, coordenadas obtidas por meio de receptores de GPS, entre outros, que serão armazenados em tabelas no Spring.

Objetiva-se comparar as informações produzidas, buscando esclarecer eventuais dificuldades encontradas tanto nas atividades de campo, quanto nas atividades de gabinete, englobando recursos materiais e humanos, acompanhando e avaliando a distribuição e utilização destes recursos.

Uma das metas é utilizar ao máximo as funcionalidades do SIG, conforme comentado no item – 9.1.1, enumerando os passos necessários para execução dos procedimentos de cada análise. Acredita-se que com a disponibilização de exemplos, passo-a-passo das telas e funções do SIG, poderá contribuir com outros estudos voltados ao controle do vetor.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constitui intenção desta pesquisa, inclusive, disponibilizar os dados e as informações produzidas, tanto em formato digital quanto analógico e pelos canais de comunicação disponíveis, a fim de contribuir com outros estudos.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGLINI, V. et al. **Atividades de controle do dengue na visão de seus agentes e da população atendida, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.** Cad. Saúde Pública [online]. 2005, vol.21, n.4, pp. 1142-1152. ISSN 0102-311X.

BARCELLOS, C.; RAMALHO, W. **Situação atual do Geoprocessamento e da Análise de Dados Espaciais em Saúde no Brasil.** Belo Horizonte: Informática Pública, 2002, vol. 4 (2): 221-230.

BRAGA I. A.; VALLE D. ***Aedes aegypti*: Histórico de controle no Brasil.** Brasília: Epidemiologia e Serviços de Saúde, vol. 16 – nº 2, 2007, p.113-118.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Programa Nacional de Controle da Dengue.** Brasília: FUNASA, 2002. 34p.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; DAVIS, C.; QUEIROZ, G.R.; VINHAS, L (org.). **Banco de Dados Geográficos.** INPE. São Paulo: MundoGEO, 2005. 506p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. (org.). **Introdução à Ciência da Geoinformação.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 21 de julho de 2009.

CÂMARA, G.; FREITAS, U. M.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling.** Computers and Graphics, vol. 15, n.6, July 1996.

CARVALHO, M. S.; PINA, M. F.; SANTOS, S. M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde**. Brasília: Organização Panamericana da Saúde / Ministério da Saúde, 2000.124p.

CONSOLI, R. A .G. B; OLIVEIRA, R. L. de. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998.

DELITTI, W. B. C., HÖFLING, E., et, al. **Documento Preliminar: Paisagismo Ecológico**, 1994.

DONALISIO, M. R.;GLASSER, C. M. **Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue**. Rev. bras. epidemiol. [online]. 2002, vol.5, n.3, pp. 259-279. ISSN 1415-790X.

GLASS G.E. Update: **Spatial Aspects of Epidemiology: The Interface with Medical Geography**. Epidemiol Rev. 2000, 22 (1):136-139.

GLASSER, C. M.; GOMES, A.C. **Clima e sobreposição da distribuição de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* na infestação do Estado de São Paulo**. Rev. Saúde Pública [online]. 2002, vol.36, n.2, pp. 166-172. ISSN 0034-8910.

KONECNY, Gottfried. **Geoinformation: Remote Sensing, Photogrammetry and Geographic Information Systems**. London and New York: Taylor and Francis, 2003. 248p.

LIMA, V.L.C; CARMO, R.L.; ANDRADE, V.R.; RESTITUTTI, M.C.; SILVEIRA, N.Y.J. **Controle Integrado da Dengue Utilizando**

Geoprocessamento, Relatório Final FAPESP. Campinas: Edição do Autor, 2003.

Rotraut A. G. B. Consoli & Ricardo L. de Oliveira. **Principais Mosquitos de Importância Sanitária no Brasil.** Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 1994.

RIBEIRO, H. **Geografia Médica e Saúde Pública.** Florianópolis: Trabalho apresentado no Encontro Nacional de Geógrafos, 2000.

RICHARDS TB, CRONER CM, RUSHTON G, BROWN CK, FOWLER L. **Geographic information systems and public health: mapping the future.** Public Health Rep. 1999;114:359–373.

SNOW, J. **Sobre a Maneira de Transmissão do Cólera.** Rio de Janeiro: USAID, 1967.

SUCEN. **Guia Básico de Dengue, para órgãos públicos e privados, comércio, pequenas e grandes empresas.** São Paulo: 2001, 26p.

TAVEIRA, L.A., FONTES, L.R., NATAL, D. **Manual de diretrizes e procedimentos no controle do *Aedes aegypti*.** Ribeirão Preto: Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto, 2001.

TEIXEIRA, A.; MORETTI, E.;CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica.** Rio Claro: Edição do Autor, 1992. 80p.

ANEXO

Cidade Universitária
"Armando Salles de Oliveira" (CUASO)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PLANIMETRIA

- Legenda**
- Limite da Cidade Universitária (CUASO)
 - Sistema Viário
 - Edificação
 - Córrego, rio canalizado, lago artificial ou raia olímpica

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Vertical: SAD-1969
Datum Horizontal: Marégrafo de Imbituba
Zona 23 Sul

Localização da CUASO no Município de São Paulo

Fonte: COCESP, 2007
EMPLASA, 2007
Projeto Meu Ambiente, 2009-2010

Elaboração: Ivan C. Bonadio
Organização: Luciana D. Nascimento
Peter S. Teixeira

Cidade Universitária
"Armando Salles de Oliveira" (CUASO)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FATOR DE RISCO DE OCORRÊNCIA
DO AEDES Aegypti: EDIFICAÇÕES

— Limite da Cidade Universitária (CUASO)

— Edifícios

— Córrego, rio canalizado, lago artificial ou raia olímpica

— Sistema Viário

— Área de Influência do fator de risco: Edificações (100m)

0 270 540 Metros

1:12.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM
Datum Vertical: SAD-1969
Datum Horizontal: Marégrafo de Imbituba
Zona 23 Sul

Localização da CUASO no Município de São Paulo

Fonte: COCESP, 2007
Projeto Meu Ambiente, 2009-2010

Elaboração: Ivan C. Bonadio
Organização: Luciana D. Nascimento
Peter S. Teixeira

Cidade Universitária
"Armando Salles de Oliveira" (CUASO)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FATOR DE RISCO DE OCORRÊNCIA
DO Aedes aegypti: JARDINS DE INVERNO

Limite da Cidade Universitária (CUASO)

Edifícios

Sistema Viário

Córrego, rio canalizado, lago artificial ou raia olímpica

Vegetação

Área de Influência do fator de risco: Vegetação (100m)

0275550

Metros

1:12.000

Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM

Datum Vertical: SAD-1969

Datum Horizontal: Marégrafo de Imbituba

Zona 23 Sul

Localização da CUASO no Município de São Paulo

Fonte: COCESP, 2007

Projeto Meu Ambiente, 2009-2010

Elaboração: Ivan C. Bonadio

Organização: Luciana D. Nascimento

Peter S. Teixeira